

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA

"Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika untuk Mendukung Peningkatan kualitas Pembelajaran Matematika"

Sabtu, 20 Agustus 2016

Student Centre FKIP

UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON

ISBN 978-602-99868-3-9

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA

**“Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan
Kualitas Pembelajaran Matematika”**

Sabtu, 20 Agustus 2016
Student Centre FKIP Universitas Pattimura Ambon

ISBN 978-602-99868-3-9



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS PATTIMURA
AMBON
2016**

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA TAHUN 2016

“Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika”

Penanggung Jawab :

Ketua Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti

Prof. Dr. W. Mataheru, M.Pd

Ketua : Dr. C. S. Ayal, M.Pd

Sekretaris : N.C. Huwaa, S.Pd., M.Sc

Bendahara. Ch. Matitaputy, S.Pd., M.Pd

Editor :

F. Sapulete, S.Pd., M.Pd

Yohanis M. Apituley, S.Pd

Reviewer :

Prof. Dr. T. G. Ratumanan, M.Pd

Prof. Dr. Th. Laurens, M.Pd

Desain Layout Sampul : Y.M. Apituley, S.Pd

Penerbit :

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti

Ambon (Poka) Jl. Ir. M. Putuhena

Gedung Jurusan Pendidikan MIPA

ISBN 978-602-99868-3-9

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmatNya Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan dari artikel ilmiah yang disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Matematika FKIP Universitas Pattimura dengan Tema “Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika.”

Seminar ini diselenggarakan pada tanggal 20 Agustus 2016 oleh Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti. Ini merupakan kegiatan rutin yang akan terus dilaksana pada tahun-tahun mendatang. Semoga dengan kegiatan ini Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti dapat terus berkiprah dalam menghimpun temuan-temuan baru yang berkaitan dengan pengembangan Program Studi, serta sekaligus sebagai wahana komunikasi antara akademisi, guru, peneliti, dan pemerhati pendidikan pada umumnya.

Semoga semua yang telah diupayakan dalam seminar sampai tercetaknya prosiding ini membawa manfaat bagi dunia pendidikan dan masyarakat luas pada umumnya.

Pada kesempatan ini tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Unpatti, Dekan FKIP Unpatti, Rektor Unpatti, serta para penyandang dana yang telah mendukung secara penuh pelaksanaan kegiatan Seminar Nasional Pendidikan Matematika hingga terselesaikannya prosiding ini.

Ambon, 20 Agustus 2016

Ketua Panitia

Dr. C. S Ayal, S.Pd., M.Pd

**SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS PATTIMURA
PADA SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA**

Assalam Walaikum Warahmatulahi Wabarakatu, dan Salam Sejahtera untuk kita semua.

Yang terhormat:

1. Rektor Universitas Pattimura, dalam hal ini diwakili oleh Pembantu Rektor Bidang Kerjasama Bapak Prof. Ir..J. Mosse, PH.D

Yang saya hormati,

2. Pembantu-pembantu Dekan pada lingkup FKIP
3. Bapak Prof. Dr. Usman Mulbar, M.Pd. Selamat datang di Universitas Pattimura Ambon.
4. Bapak Prof. Dr. T.G. Ratumanan, M.Pd.
5. Bapak Dr. Rully Charitas Indra Pramana, M.Pd. Selamat datang di Universitas Pattimura Ambon.
6. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Bapak Dr. Stev Huliselan, M.Si
7. Para Ketua Program Studi pada lingkup FKIP
8. Staf Dosen pada program studi pendidikan matematika, program studi pendidikan ekonomi, PPKN dan Jurusan Matematika UNPATTI
9. Bapak, Ibu guru peserta Seminar Nasional dan Kontes Literasi Matematika yang berasal dari Pulau Ambon dan Kabupaten Seram Bagian Barat
10. Para Mahasiswa program studi pendidikan matematika

Dan Siswa-siswi peserta lomba Kontes Literasi Matematika di kota Ambon.

Selaku orang yang percaya patutlah kita naikan Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan RahmatNYA, sehingga kegiatan Seminar Nasional dan Kontes Literasi Matematika (KLM) dapat dilaksanakan pada hari ini Sabtu 20 Agustus 2016. Adapun tema pada kegiatan Seminar ini adalah “Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika”, dan tema pada kegiatan Kontes Literasi Matematika adalah : “Membentuk Siswa yang Kreatif dan Inovaif “

Seminar Nasional Pendidikan Matematika Tahun 2016 ini diharapkan menjadi wahana interaksi dan pertukaran informasi dari hasil penelitian maupun pengalaman serta gagasan di bidang matematika maupun pembelajarannya dalam semangat saling asah, asih dan asuh untuk menyikapi tantangan masa depan Maluku yang berdaya saing dengan provinsi lainnya di Indonesia.

Saya memberikan apresiasi dan penghargaan bagi program studi pendidikan matematika FKIP Universitas Pattimura yang telah menjadikan Seminar Nasional Pendidikan Matematika sebagai agenda rutin tahunan dan menjadi bagian dari kegiatan akademik program studi dan Kontes Literasi Matematika (KLM) yang di ikuti siswa SMP kota Ambon . Saya berharap seminar nasional pendidikan matematika ini dapat menjadi salah satu media informasi penyampaian hasil-hasil penelitian dan pikiran-pikiran kritis bagi para guru dan calon guru matematika. Semoga seminar ini juga membahas berbagai perkembangan terkini dalam bidang pendidikan secara umum dan pendidikan matematika secara khususnya. Saya berharap para peserta, terutama para guru dan calon guru dapat memanfaatkan seminar ini sebaik mungkin sebagai sarana belajar dan tukar menukar informasi. Melalui seminar ini diharapkan ada kontribusi bagi perbaikan kualitas pembelajaran matematika yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan kualitas hasil belajar peserta didik.

Mengakhiri sambutan ini, saya menyampaikan terima kasih bagi staf dosen program studi pendidikan matematika dan panitia, juga kepada nara sumber. Dan dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan yang Maha Pengasih, saya membuka secara resmi seminar nasional pendidikan matematika tahun 2016. Semoga Tuhan memberkati kita sekalian.

Ambon, 20 Agustus 2016
Dekan FKIP Unpatti,

Prof. Dr. Th. Laurens, M.Pd
NIP. 196205171987032003

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Kata Pengantar	iii
Sambutan Dekan	iv
Daftar Isi.....	vi
Kecenderungan Penelitian Pendidikan Matematika (Usman Mulbar).....	1-5
Memotivasi siswa dalam pembelajaran matematika (Tanwey Gerson Ratumanan)....	6-13
<i>Didactic Trajectory</i> Dalam Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Menumbuhkan Keterampilan Meneliti dan Menulis Karya Ilmiah (Rully Charitas Indra Prahmana)	14-66
Penataan Nalar Siswa SMP Dalam Menganalisis Konsep Bangun-Bangun Segiempat (Juliana Selvina Molle).....	67-74
Kemampuan berpikir Abstraksi dan Disposisi Matematis Dalam Pembelajaran Matematika (La Moma).....	75-85
Penerapan Metode <i>Discovery Learning</i> Dalam Pembelajaran Matematika Pada Materi Tabung Dan Kerucut (Hanisa Tamalene).....	86-98
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Team Assisted Individualization</i> (TAI) pada Materi Kesebangunan Segitiga Di Kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon(T. Litay, W. Mataheru, H. Tamalene).....	99-128
Perbedaan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Faktorisasi Bentuk Aljabar Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Team Assisted Individualization</i> (TAI) dan Model Pembelajaran Konvensional di Kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon (¹ Nevi Telehala, ² Carolina Ayal).....	129-154
Peningkatan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon Pada Materi Garis Singgung Lingkaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif Tipe <i>Student Acilitator And Explaining</i> (SFE) (¹ Dian Theofani Risakotta, ² M. Gaspersz)	155-175
Analisis Model Curah Hujan Di Kota Ambon Menggunakan Metode Box-Jenkins(¹ Lexy Janzen Sinay, ² Henry W MPatty, ³ Zeth Arthur Leleury).....	176-196
Karakteristik operasi pembagian bilangan neutrosophic Dan polinomial neutrosophic(Zeth A. Leleury ¹ , Henry W. M. Patty ²).....	197-208
Identifikasi Struktur Semialjabar Atas Hemiring (Shergio Jordy Camerling ¹ , Elvinus Richard ersulesy ²).....	209-223
Struktur Grup Dalam Bentuk Graf Identitas (Valiant Carol Leihitu ¹ , Dyana Patty ² , Henry.W.M Patty ³)	224-231
Struktur Khusus Near Ring Polinomial (Vivin Aprilia Manjaruni ¹ , Henry W. M. Patty ²)	232-238
Struktur Himpunan Lembut (Muhamad Arifin Sangadji).....	239-250
Penerapan Model Pembelajaran <i>Student Facilitator and Explaining</i> (SFE) Dalam Membelajarkan Materi Fungsi Komposisi dan Fungsi Invers Pada Siswa SMA Kelas X(Novalin C Huwaa ¹ & Magy Gaspersz ²).....	251-272
Perbedaan Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Ipa Sma Negeri 12 Ambon Yang Diajarkan Dengan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Tgt (<i>Teams Games Tournaments</i>) Dan Model Pembelajaran Langsung Pada Materi Limit Fungsi Aljabar (Tryfelma Sanders ¹ , Wilmintjie Mataheru ² , dan Novalin C Huwaa ³).....	273-284

KECENDERUNGAN PENELITIAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

Oleh

Usman Mulbar

I. PENDAHULUAN

Pendidikan matematika merupakan salah satu bidang ilmu yang mendasari perkembangan teknologi modern, mempunyai peran penting dalam berbagai disiplin keilmuan, dan memajukan daya pikir manusia. Perkembangan pesat di bidang teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini dilandasi oleh perkembangan pendidikan matematika (perkembangan dalam bidang teori bilangan, aljabar, analisis, teori peluang, dan matematika diskrit). Karenaitu, untuk menguasai dan memanfaatkan teknologi di masa depan diperlukan penguasaan terhadap pendidikan matematika yang kuat sejak dini.

Pendidikan matematika sebagai salah satu bidang ilmu yang mengalami perkembangan, dapat dilihat dari banyaknya hasil-hasil penelitian, buku-buku pendidikan matematika, tulisan di berbagai jurnal baik jurnal nasional (terakreditasi atau belum terakreditasi) maupun di jurnal internasional bereputasi. Namun demikian, perlu diperhatikan tentang: (1) teori-teori apa saja yang memberikan jawaban terhadap berbagai permasalahan dalam pendidikan matematika? (2) Bagaimana kecenderungan terhadap permasalahan yang dimunculkan? (3) Permasalahan apa sajakah yang sering diselesaikan? Bagaimana bentuk penyelesaiannya? Dan berbagai pertanyaan lainnya dalam koridor penelitian pendidikan matematika.

Oleh karena itu, permasalahan dalam dunia pendidikan matematika baik yang berkaitan dengan guru, siswa, kurikulum serta fasilitas dan permasalahan lainnya merupakan lahan yang subur bagi para peneliti untuk melakukan berbagai kajian. Namun demikian peneliti bingung untuk memilih topik yang sesuai dengan minatnya sekaligus selaras dengan upaya peningkatan pendidikan matematika. Luasnya bidang kajian pendidikan matematika akan membuka peluang yang jauh lebih efektif bagi para peneliti bila terdapat suatu pemetaan yang jelas berdasar kriteria tertentu yang dapat memberikan informasi pada para peneliti tentang isu-isu baik yang sudah banyak dikaji ataupun yang belum tersentuh sama sekali.

Tulisan ini akan menyajikan beberapa pandangan dan atau kecenderungan dalam penelitian pendidikan matematika ditinjau dari beberapa perspektif. Karena itu, mengidentifikasi kecenderungan sebenarnya perlu cara sistematis; pertama rumuskan tinjauan kecenderungannya yaitu apa tema penelitiannya atau filosofi yang mendasari, berapa lama

tinjauannya. Kemudian tentukan bagaimana prosedur penentuannya, sumbernya apa, dan bagaimana analisisnya. Namun dalam membahas kecenderungan pada tulisan ini dilakukan melalui pengamatan dari beberapa sumber seperti artikel jurnal, tulisan-tulisan, atau makalah seminar, dan pengalaman penulis.

1. Kecenderungan Penelitian Pendidikan Matematika

Niss (2000) menyatakan bahwa kecenderungan penelitian pendidikan matematika pada tahun 1960-an dan 1970-an didominasi oleh tema penelitian tentang kurikulum dan bagaimana cara pengajarannya. Pada saat itu, para peneliti pada umumnya membahas tentang bagaimana mengidentifikasi konsep (materi) yang menjadi suatu isu (masalah), bagaimana menstrukturkannya, bagaimana mengatur urutannya, dan mengorganisir konsep (materi) tersebut. Selain itu, yang lebih utama adalah bagaimana mengimplementasikannya. Namun, pada pertengahan tahun 70-an sampai tahun 1980-an, para peneliti menekankan pada topik-topik matematika seperti aljabar, geometri, peluang dan statistika, analisis, logika, dan aplikasi matematika. Selain itu, juga terdapat kecenderungan dalam hal metode mengajar dan media, serta evaluasinya. Selain itu, beberapa topik tentang pengajaran, seperti topik tentang bagaimana mengajarkan geometri, juga menjadi pembicaraan sejak tahun 1970-an sampai sekarang.

Lebih lanjut, Niss (2000) menyatakan bahwa pada tahun 70-an dan awal 80-an para peneliti menjadikan: hal-hal terkait dengan tujuan umum, tujuan khusus, dan tujuan pengajaran menjadi objek perdebatan dan investigasi. Akibatnya penelitian pada era itu cenderung normative dan mengikuti kategori-kategori yang ditetapkan. Selain itu, penelitian yang berkaitan dengan peran guru dalam pengajaran sebenarnya sudah diawali sejak tahun 70-an, namun kebanyakan berpusat pada calon guru. Sedang pada tahun 80-an penelitian berkaitan dengan peran guru mulai berkembang. Pertengahan tahun 80-an penelitian lebih melihat bagaimana pengaruh persepsi guru terhadap matematika dan pengajarannya terhadap pengajaran nyatanya di kelas dan siswa sebagai pembelajar. Termasuk bagaimana keyakinan guru dan bagaimana peran guru sebagai peneliti. Topik-topik seperti ini berkembang juga pada tahun 90-an sampai saat ini.

Pada tahun 80-an tema tentang pemecahan masalah mulai intensif menjadi isu-isu penelitian, selain perkembangan kognitif. Tema lain yang berkait dengan ini, seperti perkembangan konsep, strategi dan perilaku dalam pemecahan masalah, skemata kognitif, penalaran, karakteristik afektif dan sikap. Meskipun sejak 70-an penelitian tentang respon

siswa terhadap tugas, seperti bagaimana kesalahannya, atau miskonsepsinya. Saat itu lebih meninjau bagaimana siswa belajar: bagaimana perkembangannya, prosesnya, langkah-langkah membuktikan. Lebih umum saat ini berorientasi pada bagaimana konsepsi siswa, formasi konsepsi, dan keyakinannya.

Kenyataan menunjukkan bahwa karakteristik sosio-ekonomik, budaya yang beragam seperti gender, sosial, suku, bahasa, kebiasaan, atau tradisi sangat mempengaruhi kondisi siswa dan guru, sehingga juga sangat mempengaruhi situasi pendidikan termasuk pendidikan matematika. Hal ini yang menjadikan pada tahun 70-an dan awal 80-an penelitian pada umumnya terkait pengaruh-pengaruh gender, sosial, budaya, dan bahasa terhadap pembelajaran dan pengajaran matematika. Hal ini terlihat pada berbagai penelitian Fennema and Leder, Howson, Keitel, Mellin-Olsen, and Skovsmose tentang social dan aspek-aspek social pada pertengahan 70-an, D'Arbrosio, Ascher and Ascher, Bishop, and Gerdes tentang aspek kultural, Clements, Ellerton, Cocking & Mestre and Secada tentang bahasa pada tahun 80-an- dan 90-an (Niss, 2000). Selain itu, pada tahun 90-an muncul tema tentang ethno-mathematics dan crosscultural studies (Tataq, 2014).

Hannula (2009) memberikan gambaran tentang kecenderungan penelitian pendidikan matematika dari berbagai sumber, seperti tulisan di jurnal, berbagai konferensi, dan berbagai buku. Kesimpulan yang diperoleh berkaitan dengan kerangka teoretik yang menekankan pada aspek psikologi kognitif. Konstruktivisme yang berkembang sejak tahun 1985 sampai dengan 1995 mendominasi pada semua kerangka teoritik. Teori-teori penghubung juga berkembang seperti teori APOS, termasuk juga tinjauan sisi sosial dari pendidikan matematika juga. Kecenderungan baru adalah enaktivisme, Enaktivisme memandang bahwa kognisi muncul atau berkembang melalui interaksi dinamis antara suatu tindakan organisme (individu) dengan lingkungannya. Lingkungan adalah sesuatu yang diciptakan secara selektif melalui kapasitas kita yang berinteraksi dengan dunia. Organisme tidak pasif menerima informasi dari lingkungan, tetapi mereka menerjemahkannya kedalam representasi-representasi internalnya (en.m.wikipedia, 2014).

Lebih lanjut Hannula (2009) menyatakan bahwa kecenderungan baru penelitian pendidikan matematika adalah: pendidikan guru dan pengembangan profesi guru; aljabar dan berpikir aljabarik; faktor-faktor afektif, emosi, keyakinan, dan sikap;

pemecahan masalah dan pemodelan matematika; faktor-faktor sosial atau studi sosial; number sense dan berpikir matematis; pembuktian, bukti, dan argumentasi; gender, perbedaan-perbedaan, kesamaan, dan inklusi. sedang tema-tema yang kecenderungannya mengalami penurunan adalah berpikir matematis lanjut; geometri, visualisasi, dan imageri; teori belajar dan epistemologi, bahasa dan matematika, bilangan rasional dan perbandingan; peluang pengaturan data, dan kombinatorik; model kognitif dan ilmu-ilmu kognitif; asesmen dan evaluasi; fungsi dan grafik. Selanjutnya, tema yang selalu populer adalah aljabar, afektif, dan berpikir matematik lanjut (advanced mathematical thinking). Hanulla (2009) juga mencatat metode penelitian yang cenderung digunakan para peneliti pendidikan matematika adalah penelitian kualitatif dan penelitian pengembangan atau perancangan.

Selanjutnya, pada tahun 2009 - 2014 topik-topik yang diterbitkan pada *Journal for Research in Mathematics Education (JRME)* adalah: Pembuktian, bukti, dan argumentasi; Aljabar dan pemahamannya; pengembangan profesi guru, pengawas, dan kepala sekolah, lesson study; Konsepsi guru dan pengetahuannya, pengetahuan pedagogik guru, keyakinan, kesadaran guru, gesture; Perbedaan gender, suku, sosiopolitikal, bahasa, keadilan social, kesamaan, kekuasaan, identitas; pemecahan masalah, masalah divergen, representasi; Peran teknologi, game online; Kognisi, model mental, berpikir, penalaran, penalaran kuantitatif, konsepsi siswa; pembelajaran berbasis masalah, proses pembelajaran dan perancangannya; Geometri, pengukuran, pengajaran geometri; Perancangan tugas, perangkat pembelajaran, penilaian, asesmen; Kesamaan kesempatan belajar, aspek-aspek social; Pembelajaran matematik untuk anak luar biasa (disabilities); Bilangan dan pemahamannya, bilangan negative, pecahan; Perbandingan kurikulum; Kreativitas dan keberbakatan; Sejarah matematika (Tataq, 2014).

Berdasarkan beberapa kecenderungan penelitian pendidikan matematika yang dikemukakan di atas, nampak bahwa tema penelitian dapat dikemas secara kreatif dan dengan mempertimbangkan kebutuhan nyata siswa, guru, sekolah, maupun stake holder, serta perkembangan teknologi.

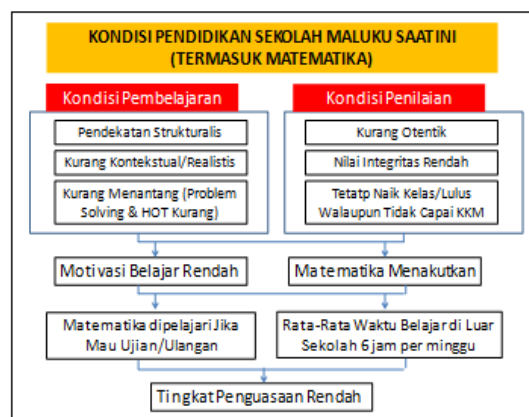
2. Tulisan ini disari dari berbagai sumber:

- [1] Hannula, Markku S. 2009. *International Trends in Mathematics Education Research*. <http://www.academia.edu>.
- [2] Journal for Research in Mathematics Education. 2009-2014. <http://www.nctm.org>
- [3] Niss, Mogens. 2000. Key Issues and Trends in Research on Mathematical Education. Manuscript of plenary lecture delivered at ICME-9, Tokyo/Makuhari 2000.
- [4] Tataq Y.E. Siswono. 2014. Kecenderungan Penelitian Pendidikan Matematika Terkini.

MEMOTIVASI SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Disajikan Pada
Seminar Nasional Pendidikan Matematika
FKIP Unpatti, 20 Agustus 2016

Tanwey Gerson Ratumanan

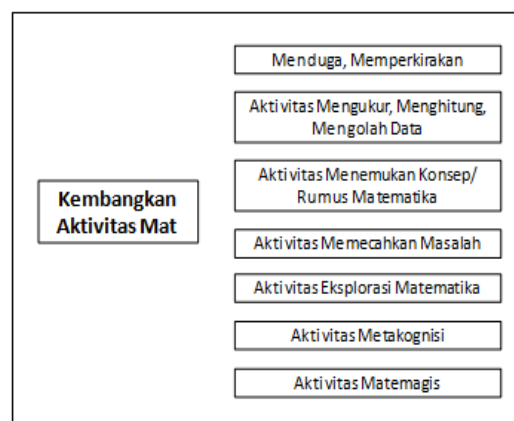
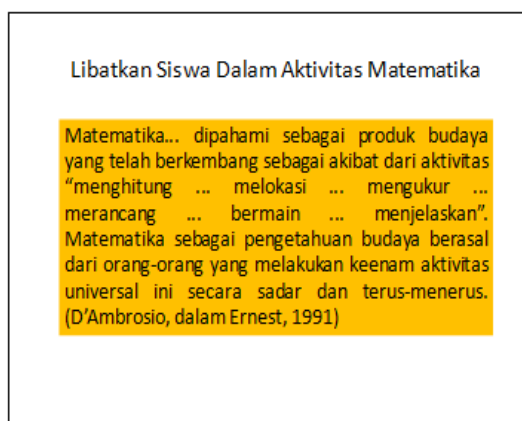
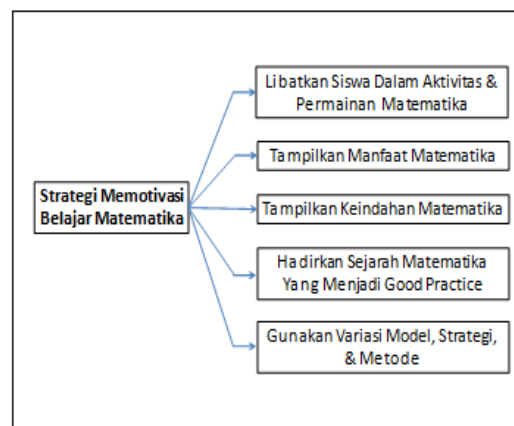
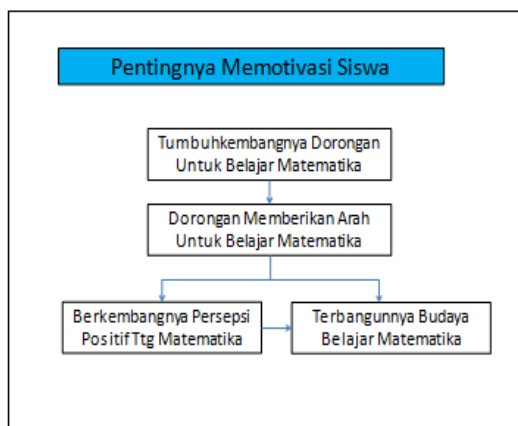


Penguasaan Siswa SMA di Provinsi Maluku Terhadap Konsep Matematika (Ratumanan, dkk, 2015)

No.	Kabupaten/Kota	Rerata	N. Max	N. Min	St Dev
1.	Kota Ambon	35,27	90	0	19,89
2.	Maluku Tengah	32,0	90	0	19,73
3.	Maluku Tenggara	24,0	50	10	11,83
4.	MTB	27,41	80	0	21,41
5.	Kepulauan Aru	27,27	50	10	13,48
6.	Buru	29,5	80	0	16,69
7.	Seram Bagian Barat	31,71	100	0	18,90
8.	Seram Bagian Timur	25,26	70	10	13,48
9.	Kota Tual	33,5	80	0	19,26
10.	Maluku Barat Daya	28,52	80	0	19,40
11.	Buru Selatan	30	60	10	13,33
	Provinsi Maluku	31,61	100	0	18,99

Penguasaan Siswa SMA di Provinsi Maluku Terhadap Konsep Matematika (Ratumanan, dkk, 2015)

No.	Kabupaten/Kota	Rerata	N. Max	N. Min	St Dev
1.	Kota Ambon	24,26	60	0	13,22
2.	Maluku Tengah	23,71	60	0	13,39
3.	Maluku Tenggara	19,33	30	0	7,99
4.	MTB	26,18	70	0	14,98
5.	Kepulauan Aru	24,55	40	10	10,36
6.	Buru	28	60	10	14,36
7.	Seram Bagian Barat	24,06	50	0	11,37
8.	Seram Bagian Timur	22,63	40	0	11,47
9.	Kota Tual	27	50	0	14,55
10.	Maluku Barat Daya	27,04	60	0	16,83
11.	Buru Selatan	14	20	0	6,99
	Provinsi Maluku	24,25	70	0	13,19



Aktivitas Menduga dan Memperkirakan



Perkirakan ada berapa banyak buku di lemari ini?



Perkirakan ada berapa banyak siswa SMA N 2 yang mengikuti apel



Berapa uang koin Rp. 100 yang dibutuhkan untuk susunan 1 m?



Perkirakan berapa tinggi Kantor Gubernur Maluku?

Aktivitas Mengukur, Menghitung, Mengolah Data



Ukurlah & Hitung Luas Sekolah Anda



Hitung jenis-jenis pohon buah di kebun Prof. Kempa sajikan dalam diagram



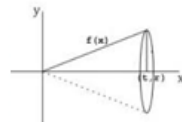
Ukurlah panjang kakap merah ini di tambak Ibu Esti. Hitung Mean, Std Dev & Variansnya

Aktivitas Menemukan Konsep/Rumus Matematika

Luas alas kerucut = luas alas tabung
(berbentuk lingkaran)
Tinggi kerucut = tinggi tabung



Masukan pasir pada model kerucut sampai penuh tuangkan ke dalam model tabung. Ulangi prosesnya sampai tabung penuh terisi pasir. Berapa kali proses yang dibutuhkan?
Jadi Volum kerucut = ?



Garis $y = rx$ dalam selang $[0, t]$ diputar 360° mengelilingi sumbu x . Tentukanlah Volum benda putar yang terjadi.

Aktivitas Memecahkan Masalah

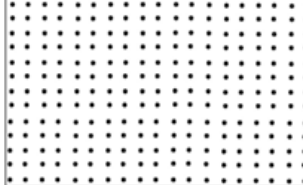
Luas Segitupat

Perhatikan gambar sebuah jajar genjang berikut.



Pada kotak jawaban, buatlah minimal 4 segitupat lain yang berbeda dan memiliki luas yang sama dengan luas jajar genjang yang ditunjukkan pada gambar di atas.
(Catatan: Dua segitupat atau lebih disebut sama jika segitupat yang satu merupakan hasil pencerminan atau perputaran bangun yang lain)

Jawablah:



Pak Andi meminjam uang dari koperasi sebesar Rp. 5.000.000,00 dengan bunga 8% per tahun. Ia harus mengembalikan uang tersebut dengan cara mengangsur selama 10 bulan. Tentukanlah besar angsurannya per bulan.

Aktivitas Matematis

1. Pikirkan umur anda n
2. Kalikan umur dengan 2 $2n$
3. Tambah dengan 10 $2n + 10$
4. Kalikan dengan 5 $10n + 50$
5. Tambahkan dengan banyak anggota keluargamu $10n + 50 + m$
6. Kurangilah dengan 50 $10n + m = nm$

Manfaat Belajar Matematika

Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah

Meningkatkan Kemampuan Berpikir

Membantu Mempelajari Bidang Ilmu Lain

Mengembangkan Kecermatan & Ketelitian

Membuat Lebih Sabar

Aplikasi Matematika Pada Berbagai Bidang

Materi Matematika	Bidang Lain
Hitung Keuangan	Kehidupan sehari-hari, Perdagangan
Pola Bilangan	Kriptolog (Merancang, menganalisa skema untuk mentransmisikan informasi rahasia)
Metode Simplex	Ekonomi (Optimalisasi profit) Transportasi (Minimalisasi biaya)
Statistik	Penelitian (Analisis data kuantitatif)
Logika	Semua bidang ilmu & aspek kehidupan
Trigonometri	Oseanografi (menghitung tinggi gelombang) Astronomi (menentukan jarak antara benda-benda di ruang angkasa) Arsitek (menghitung beban struktural kemiringan atap)

Matematika Itu Indah

$(1 \times 8) + 1 = 9$ $(12 \times 8) + 2 = 98$ $(123 \times 8) + 3 = 987$ $(1234 \times 8) + 4 = 9876$ $(12345 \times 8) + 5 = 98765$ $(123456 \times 8) + 6 = 987654$ $(1234567 \times 8) + 7 = 9876543$ $(12345678 \times 8) + 8 = 98765432$ $(123456789 \times 8) + 9 = 987654321$	$1 \times 9 + 2 = 11$ $12 \times 9 + 3 = 111$ $123 \times 9 + 4 = 1111$ $1234 \times 9 + 5 = 11111$ $12345 \times 9 + 6 = 111111$ $123456 \times 9 + 7 = 1111111$ $1234567 \times 9 + 8 = 11111111$ $12345678 \times 9 + 9 = 111111111$
--	--

Keindahan Operasi Bilangan

Keindahan Operasi Bilangan

$37.037 \times 3 = 111.111$ $37.037 \times 6 = 222.222$ $37.037 \times 9 = 333.333$ $37.037 \times 12 = 444.444$ $37.037 \times 15 = 555.555$ $37.037 \times 18 = 666.666$ $37.037 \times 21 = 777.777$ $37.037 \times 24 = 888.888$ $37.037 \times 27 = 999.999$	$37.037.037 \times 3 = 111.111.111$ $37.037.037 \times 6 = 222.222.222$ $37.037.037 \times 9 = 333.333.333$ $37.037.037 \times 12 = 444.444.444$ $37.037.037 \times 15 = 555.555.555$ $37.037.037 \times 18 = 666.666.666$ $37.037.037 \times 21 = 777.777.777$ $37.037.037 \times 24 = 888.888.888$ $37.037.037 \times 27 = 999.999.999$
---	---

Misalkan:
A=1, B=2, C=3, D=4, E=5, F=6, G=7, H=8, I=9, J=10,
K=11, L=12, M=13, N=14, O=15, P=16, Q=17, R=18,
S=19, T=20, U=21, V=22, W=23, X=24, Y=25, Z=26

KERJAKERAS
 $11+5+18+10+1+11+5+18+1+19 = 99\%$

HARD WORK
 $8+1+18+4+23+15+18+11 = 99\%$

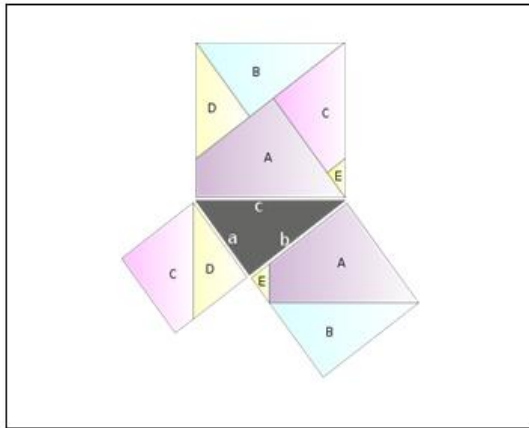
ATTITUDE
 $1+20+20+9+20+21+4+5 =$

Misalkan:
A=1, B=2, C=3, D=4, E=5, F=6, G=7, H=8, I=9, J=10,
K=11, L=12, M=13, N=14, O=15, P=16, Q=17, R=18,
S=19, T=20, U=21, V=22, W=23, X=24, Y=25, Z=26

SAYANG ALLAH
 $19+1+25+1+14+7+1+12+12+1+15 = 101\%$

LOVE OF GOD
 $12+15+22+5+15+6+7+15+4 = 101\%$

ATTITUDE
 $1+20+20+9+20+21+4+5 =$



Rasio Emas (Golden ratio $\phi = 1,618033988749895$)

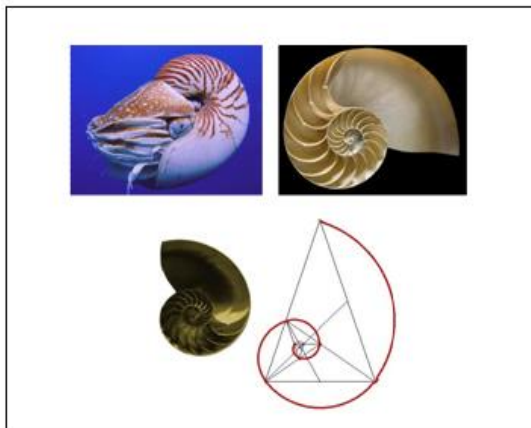
$$\frac{\text{Jarak Pusat dengan Bagian Atas Kepala}}{\text{Jarak Garis Bahu dengan Bagian Atas Kepala}} = 1,618$$

$$\frac{\text{Jarak Pusat dengan Lutut}}{\text{Jarak Lutut dengan Ujung Kaki}} = 1,618$$

$$\frac{\text{Panjang Wajah}}{\text{Lebar Wajah}} = 1,618$$

$$\frac{\text{Panjang Mulut}}{\text{Lebar Hidung}} = 1,618$$


Periksa pula hasil bagi Dua Bilangan Berdekatan pada Barisan Fibonacci
 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, ...



Libatkan Sejarah Matematika yang Memotivasi Siswa

Gunakan Topik Sejarah Matematika

1. Karl Friedrich Gauss (1777-1855)



1 + 2 + 3 + + 98 + 99 + 100

1 + 100 = 101
 2 + 99 = 101
 3 + 98 = 101

50 x 101 = 5050

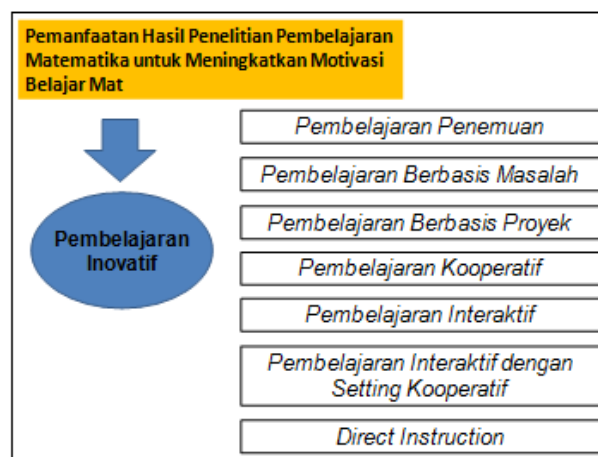
$$S = \frac{n(n+1)}{2}$$

2. Leonhard Euler (1707 – 1783)

Orang pertama yang menggunakan simbol “ π ”
 Orang pertama yang menggunakan simbol $i = \sqrt{-1}$
 Orang pertama yang menggunakan $e = 2,718281$

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

Penemu hubungan:

$$e^{\pi i} + 1 = 0$$


***DIDACTIC TRAJECTORY* DALAM PENELITIAN PENDIDIKAN
MATEMATIKA UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN MENELITI
DAN MENULIS KARYA ILMIAH**

Rully Charitas Indra Prahmana

Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Surya, Jl. Scientia Boulevard U/7, Tangerang-15813

Email: rully.charitas@stkipsurya.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan lintasan belajar dalam penelitian pendidikan matematika yang merupakan sekumpulan aktivitas yang disusun secara sistematis menggunakan pembelajaran berbasis riset. Metode penelitian yang digunakan adalah *design research* dengan 3 tahapan, yaitu *preliminary design*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*. Subjek penelitiannya adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Angkatan 2010, 2011, dan 2012 pada Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Tangerang. Penelitian ini mendeskripsikan bagaimana lintasan belajar yang dikembangkan memberikan kontribusi dalam menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah dengan mendeskripsikan kegiatan dosen, mahasiswa, dan hasil akhir pembelajaran, selama kurun waktu 8 bulan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan gambaran faktor-faktor penyebab keberagaman hasil yang diperoleh mahasiswa selama proses pembelajaran.

Kata Kunci: *Design Research, Didactic Trajectory dalam Penelitian Pendidikan Matematika, Keterampilan Meneliti, Keterampilan Menulis Karya Ilmiah, Pembelajaran Berbasis Riset*

ABSTRACT

The study aims to design and develop a learning trajectory of research in mathematics education which is a set of activities that are arranged systematically using research-based learning. The research method used is a design research with three stages, namely preliminary design, teaching experiment, and retrospective analysis. The research subjects are pre-service mathematics teachers of 2010, 2011, and 2012. This study describes how the learning trajectory which develops contributes to enhancing students' skills in doing research and writing an academic paper by describing lectures activities, students' activities and achievement within eight months. Besides, this study

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

also provides an overview of factors behind the diversity of results obtained by students during the learning process.

Keywords: *Design Research, Didactic Trajectory on Research in Mathematics Education, Research Skill, Academic Writing Skill, Research-Based Learning.*

I. PENDAHULUAN

Salah satu karya tulis ilmiah yang harus dibuat oleh mahasiswa S1 sebagai syarat kelulusan adalah skripsi (Permendikbud Nomor 49 Tahun 2014). Di sisi lain, lama penulisan skripsi, yang merupakan hasil penelitian mahasiswa, masih lebih dari 2 semester (Fathonah, dkk. 2011; Purnami, 2008; Bangun, dkk. 2011). Hal ini menunjukkan bahwa penulisan skripsi masih mengambil peran yang besar dalam masa studi mahasiswa.

Banyak penelitian telah mendokumentasikan kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan skripsi, yang berakibat pada lamanya masa studi (Fathonah, dkk. 2011; Santosa, dkk. 2009; Bangun, dkk. 2011; Purnami, 2008; Firmansyah, 2014; Prahmana, 2014). Lemahnya pengetahuan metodologi penelitian mahasiswa (Firmansyah, 2014), peran dosen pembimbing, dan minimnya keterlibatan mahasiswa dalam penelitian dosen menjadi faktor penyebab kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan skripsi (Fathonah, dkk. 2011; Prahmana, 2014). Kesulitan-kesulitan ini terkait dengan minimnya pengalaman mahasiswa dalam melakukan penelitian.

Selanjutnya, mahasiswa juga dituntut memiliki keterampilan menulis karya ilmiah, agar penulisan skripsi berjalan lebih mudah (Puspitasari, 2013; Prahmana, 2015a). Keterampilan ini dapat membantu mahasiswa dalam mengurangi lama penulisan skripsi, dengan pengalaman menulis karya ilmiah selama masa perkuliahan.

Selain pengalaman, kesulitan penulisan karya ilmiah yang dihadapi berasal dari diri mahasiswa yaitu kurang berbakat, tidak adanya motivasi, kesulitan dalam memulai, wawasan yang sempit, dan kendala kebahasaan (Rahmiati, 2014). Selain itu, problematika juga berasal dari proses pembelajaran yang lebih banyak pada tataran konsep; terbatasnya wadah pelatihan penulisan karya ilmiah; kurangnya apresiasi civitas akademika; dan kurikulum yang belum mengintegrasikan beberapa mata kuliah pendidikan untuk fokus kepada suatu karya ilmiah penelitian pendidikan (Waris, 2009). Oleh karena itu, dibutuhkan kegiatan pembelajaran yang mengarah kepada penelitian dengan kurikulum yang terintegrasi dengan kemampuan menulis secara ilmiah.

Penelitian merupakan suatu kegiatan yang sistematis dan objektif untuk mencari kebenaran dan memecahkan atau menjawab suatu permasalahan (Siswono, 2010). Kegiatan tersebut merupakan suatu pendekatan ilmiah yang meliputi identifikasi masalah, pengembangan hipotesis, melakukan observasi (pengumpulan data), menganalisis, dan kemudian menyimpulkannya (Siswono, 2010). Suatu kegiatan penelitian harus didorong oleh keinginan untuk mengetahui sesuatu, atau keingintahuan tentang suatu hal, bagaimana sesuatu tersebut, dan apa yang sesuatu itu lakukan atau akan lakukan (Willison & O'Regan, 2007). Oleh karena itu, peneliti harus mengarahkan kegiatan penelitian untuk dapat menjawab atau memecahkan suatu permasalahan yang menjadi fokus perhatiannya.

Majelis Profesor Riset Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2007) menyatakan bahwa keterampilan meneliti merupakan suatu keterampilan untuk melakukan penelitian ilmiah dalam rangka pencarian kebenaran ilmiah dengan menerapkan metode ilmiah yang bersandar pada penalaran ilmiah yang teruji. Keterampilan ini menjadi penting bagi mahasiswa calon guru dikarenakan dapat membantu mereka membangun hubungan intelektual dan praktis yang kuat antara riset dan pembelajaran mereka sendiri (Webb, Smith, & Worsfold, 2011). Oleh karena itu, keterampilan ini harus dimiliki mahasiswa karena mampu menjembatani mahasiswa dalam melaksanakan suatu kegiatan penelitian.

Penulisan karya ilmiah merupakan bagian dari tuntutan formal akademik yang memiliki peranan dan kedudukan yang sangat penting di lingkungan akademik (Peraturan Rektor UPI No. 4518/UN40/HK/2014). Karya ilmiah dapat diartikan sebagai sebuah karya tulis nonfiksi yang berisi gagasan, pemecahan masalah, pemikiran konseptual, hasil pengamatan, dan hasil penelitian yang disusun secara sistematis dengan dukungan fakta/data, teori, dan bukti-bukti empiris menggunakan bahasa Indonesia yang benar, lugas, efektif, dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya secara objektif untuk kepentingan akademik (Supriyadi, 2013).

Rahmiati (2014) menjelaskan bahwa karya tulis ilmiah merupakan suatu tulisan yang membahas suatu masalah berdasarkan penyelidikan, pengamatan, pengumpulan data yang didapat dari suatu penelitian, baik penelitian lapangan, tes laboratorium, ataupun kajian pustaka yang didasarkan pada pemikiran ilmiah yang logis dan empiris. Sebuah pemikiran yang logis dan empiris memiliki arti bahwa kegiatan tersebut benar-benar dilakukan tahap demi tahap secara sistematis (memiliki metode penelitian) dan didukung oleh teori, fakta, dan data. Oleh sebab itu, keterampilan menulis karya ilmiah dapat dimaknai sebagai keterampilan

seseorang dalam menghasilkan suatu tulisan yang dipaparkan sesuai dengan kaidah-kaidah yang baku dan menggunakan metode ilmiah tertentu.

Kenyataan menunjukkan bahwa lemahnya keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan penulisan karya ilmiah sudah menjadi fenomena yang umum terjadi di suatu perguruan tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil observasi Prahmana (2014) selama kurun waktu 6 bulan terhadap 35 mahasiswa tingkat akhir Program Studi Pendidikan Matematika di salah satu Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Tangerang, yang sedang membuat proposal skripsi. Hasilnya, 8 mahasiswa yang telah melaksanakan seminar proposal dan 2 diantaranya sudah siap untuk melaksanakan penelitian, sedangkan sisanya masih dalam proses perbaikan (revisi) pasca seminar proposal. Mahasiswa mengalami kesulitan dalam merumuskan masalah, mensintesis jurnal, membuat keterkaitan antar penelitian, serta menuliskannya dalam bentuk proposal skripsi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu bentuk pembelajaran yang berfokus pada penumbuhan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah.

Pembelajaran Berbasis Riset (PBR) merupakan model pembelajaran yang menggunakan *authentic learning, problem-solving, cooperative learning, contextual (hands on & minds on)*, dan *inquiry discovery approach* yang dipandu oleh filosofi konstruktivisme (Widayati, dkk. 2010). Pengembangan dan implementasi PBR di Universitas Gadjah Mada (UGM), Institut Teknologi Bandung (ITB), dan Universitas Negeri Gorontalo (UNG) menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis riset yang mampu meningkatkan hasil pembelajaran dan menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian (Widayati, dkk. 2010; Waris, 2009; Umar, dkk. 2011). Hal ini menunjukkan PBR telah memberikan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian non pendidikan di UGM, ITB, dan UNG.

Prahmana & Kusumah (2016) membuat lintasan belajar penelitian pendidikan matematika menggunakan pembelajaran berbasis riset yang diimplementasikan terbatas kepada 14 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika di salah satu Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Tangerang, yang dibagi kedalam 7 kelompok penelitian. Mahasiswa memilih variabel manipulatif berupa pendekatan pembelajaran, khususnya pendekatan matematika realistik, yang sesuai dengan tren penelitian pendidikan matematika (Sabandar, 2009). Hasilnya, selama kurun waktu 6 bulan, seluruh kelompok menghasilkan suatu penelitian yang dipublikasikan pada prosiding Konferensi Nasional Matematika XVII (6 karya ilmiah) dan Jurnal Elemen (1 karya ilmiah). Hal ini, membuat peneliti berani berasumsi bahwa lintasan belajar

penelitian pendidikan matematika menggunakan pembelajaran berbasis riset yang dilalui mahasiswa akan mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah.

Selain itu, hasil penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan Prahmana & Kusumah (2016) menemukan beberapa kekurangan dalam setiap fase yang dilalui mahasiswa untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah melalui lintasan belajar yang telah dirancang menggunakan model pembelajaran berbasis riset, seperti konsep metodologi penelitian yang benar, pembuatan desain pembelajaran dan instrumen penelitian, proses implementasi desain pembelajaran, pengolahan data penelitian, dan terakhir menulis artikel ilmiah. Temuan ini dijadikan dasar untuk merevisi lintasan belajar mahasiswa sebelum diujicobakan kembali pada fase berikutnya. Selain itu, banyak penelitian yang telah mendokumentasikan keberhasilan pembelajaran berbasis riset untuk menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian, namun sebahagian besar dari mereka masih terfokus kepada mahasiswa yang berasal dari non pendidikan (Widayati, dkk. 2010; Waris, 2009; Umar, dkk. 2011; Webb, Smith, & Worsfold, 2011; GIHE, 2008, University of Adelaide, 2009).

Willison & O'Regan (2007) telah mengklasifikasikan 5 level keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian berdasarkan 6 indikator keterampilan meneliti dan hasil penelitian Prahmana & Kusumah (2016) menunjukkan bahwa lintasan belajar yang dirancang menggunakan model pembelajaran berbasis riset baru mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian pada level 1 dan 2. Oleh sebab itu, dengan memperhatikan permasalahan yang telah dikemukakan, serta karakteristik mata kuliah Metodologi Penelitian, Seminar Proposal, dan Skripsi yang sangat memerlukan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah, diharapkan mahasiswa mampu mengatasi kesulitan-kesulitan dalam penulisan skripsi dan publikasi karya ilmiah. Hal ini penting, karena kedua hal tersebut menjadi syarat kelulusan seorang calon sarjana dan tuntutan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) lulusan S1 yang harus berada di level 6 (Tim Penyusun KKNI Dikti, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti terdorong untuk mengembangkan lintasan belajar penelitian pendidikan matematika pada penelitian pendahuluan menggunakan pembelajaran berbasis riset dalam rangka menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian

dan menulis karya ilmiah, yang diujicobakan dan direvisi secara berulang, sehingga menghasilkan *didactic trajectory* dalam penelitian pendidikan matematika. Terakhir, rumusan masalah dalam penelitian ini yang digunakan sebagai panduan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peranan pembelajaran berbasis riset dalam menumbuhkan keterampilan mahasiswa calon guru matematika dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah di Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Surya, Tangerang?
2. Bagaimana lintasan belajar mahasiswa calon guru matematika menggunakan pembelajaran berbasis riset untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah, mulai dari merancang penelitian sampai mempublikasikan hasil penelitian?

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *design research*, yang merupakan suatu cara yang tepat untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan penelitian (Prahmana, 2012). Terdapat dua alasan utama untuk menggunakan metode *design research* dalam penelitian ini. Pertama, belum ada teori tentang lintasan belajar penelitian pendidikan matematika untuk menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian pendidikan matematika dan menulis karya ilmiah dalam konteks Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe *Local Instruction Theory* (LIT) pada penelitian pendidikan matematika di tingkat mahasiswa sarjana pendidikan matematika pada konteks Indonesia. Kedua, penelitian ini memungkinkan peneliti untuk mempelajari proses belajar mahasiswa untuk menemukan sejauh mana kegiatan yang telah didesain berdampak pada tumbuhnya keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian pendidikan matematika dan menulis karya ilmiah, yang konsisten dengan tujuan penelitian ini. Pembeneran dari penelitian ini melibatkan tidak hanya dalam memilih metode pengumpulan data, tetapi juga dalam struktur penulisan temuan yang diimplementasikan. Alasannya, untuk menentukan tujuan dari kegiatan, memilih instrumen evaluasi yang sesuai, dan memilih bagian dari data empiris untuk fokus pada analisis data yang tersedia selama proses penelitian.

Penelitian ini dilakukan dalam dua siklus dengan diawali percobaan pengajaran untuk menguji lintasan awal pembelajaran sebelum diimplementasikan dalam percobaan rintisan pada tahapan percobaan desain. Satu siklus mengacu pada proses lengkap dari tahapan pada *Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

penelitian *design research*, yaitu desain pendahuluan, percobaan desain, dan analisis retrospektif (Gravemeijer, 2004).

Siklus pertama (percobaan pengajaran) dilakukan pada bulan April sampai dengan Agustus tahun 2015 yang melibatkan 9 mahasiswa pendidikan matematika untuk mengujicoba lintasan belajar penelitian pendidikan matematika pada mata kuliah Seminar Proposal dan Skripsi. Implementasi *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang dikembangkan dalam percobaan pengajaran (siklus 1) didasari pada rekomendasi dari hasil penelitian pendahuluan (Prahmana & Kusumah, 2016).

Hasil temuan pada siklus pertama telah dianalisis dan dipresentasikan dalam Konferensi Nasional Pendidikan Matematika (KNPM) 6 di Universitas Negeri Gorontalo untuk mendapatkan saran atau masukan dalam pengembangan HLT pada siklus kedua (Prahmana, Kusumah, & Darhim, 2015; Prahmana, Kusumah, & Darhim, 2016). Setiap masukan dan saran yang didapat saat diseminasi hasil dalam konferensi ilmiah merupakan satu bentuk validitas eksternal dalam *design research* (Widjaja, 2008). Selain itu, hasil analisis kuantitatif data angket keterampilan meneliti pada siklus pertama juga telah dipublikasikan dalam Jurnal Numeracy Vol. 2 No. 2, Oktober 2015, yang berisi tentang hubungan antara keterampilan meneliti dan pembuatan skripsi mahasiswa pendidikan matematika (Prahmana, 2015b).

Siklus kedua (percobaan rintisan) dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Desember tahun 2015 yang melibatkan 35 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika pada mata kuliah Metodologi Penelitian sebagai subjek penelitian. Temuan dari analisis retrospektif pada siklus kedua ini memberikan rekomendasi akhir dari penelitian ini, yang menghasilkan LIT penelitian pendidikan matematika untuk menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah.

Secara keseluruhan, penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun akademik 2014/2015 dan semester ganjil tahun akademik 2015/2016. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Surya yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia, seperti Kupang, Merauke, Belitang, Tolikara, dan Palembang. STKIP Surya merupakan sekolah tinggi keguruan yang mendidik para calon guru yang akan mengabdikan di kampung halaman mereka, yang sebahagian besar berada di daerah tertinggal. Para mahasiswa wajib mengabdikan ke daerah tempat asal mereka setelah lulus kuliah, dikarenakan mereka semua dibiayai oleh Pemda untuk belajar di STKIP Surya. Pemilihan mahasiswa STKIP Surya sebagai

subjek penelitian didasari oleh 2 alasan. Pertama, STKIP Surya merupakan sekolah tinggi pertama yang seluruh mahasiswanya mendapatkan beasiswa Pemda dan harus kembali ke daerah asalnya setelah lulus kuliah untuk menjadi seorang guru dan Program Studi Pendidikan Matematika sudah memiliki akreditasi B. Sebagai seorang calon guru, mereka harus memiliki kemampuan untuk meneliti dan menulis karya ilmiah sebagai salah satu kompetensi seorang guru profesional. Kedua, mahasiswa STKIP Surya berasal dari berbagai daerah tertinggal di Indonesia, sehingga keberhasilan implementasi pembelajaran dalam penelitian ini dapat dijadikan standar minimal untuk diterapkan di STKIP yang lain.

Data dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti rekaman video dan data tertulis untuk mendapatkan visualisasi terhadap tumbuhnya keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pendidikan matematika pada mahasiswa. Terakhir, data yang diperoleh dianalisis secara retrospektif bersama HLT yang merupakan pemandunya. Analisis data dilakukan oleh peneliti dan bekerja sama dengan pembimbing untuk meningkatkan kualitas analisis data dari penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh hasil penelitian yang merupakan temuan selama proses penelitian dan analisisnya yang merupakan pembahasan dari temuan yang diperoleh dijelaskan dalam bagian ini. Hasil penelitian dibagi menjadi 3 bagian besar, yaitu desain pendahuluan, percobaan pengajaran (siklus pertama), dan percobaan rintisan (siklus kedua). Selanjutnya, hasil penelitian dianalisis secara retrospektif untuk menghasilkan *local instruction theory* yang merupakan produk akhir dari penelitian ini.

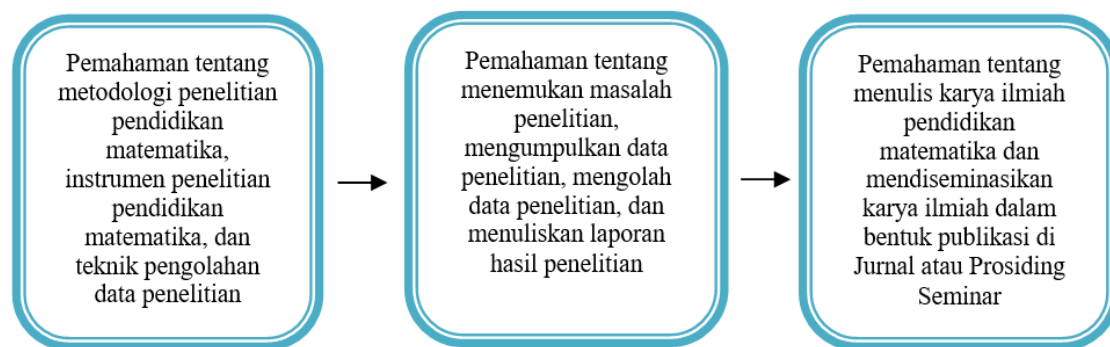
1. *Preliminary Design* (Desain Pendahuluan)

Pada tahapan ini, peneliti mengimplementasikan ide awal tentang pengembangan sintaks model pembelajaran berbasis riset untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah dengan mengkaji *literature* seperti yang telah dibahas pada bagian tinjauan pustaka. Setelah itu, peneliti melakukan observasi ke Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) Surya Tangerang untuk melihat kemampuan awal mahasiswa yang dijadikan dasar dalam mendesain prototipe *hypothetical learning trajectory* (HLT).

Pengembangan HLT pada setiap aktivitas pembelajaran merupakan bagian terpenting dalam mendisain aktivitas pembelajaran mahasiswa. Desain aktivitas pembelajaran tidak terlepas dari *learning trajectory* yang mengandung rencana perjalanan

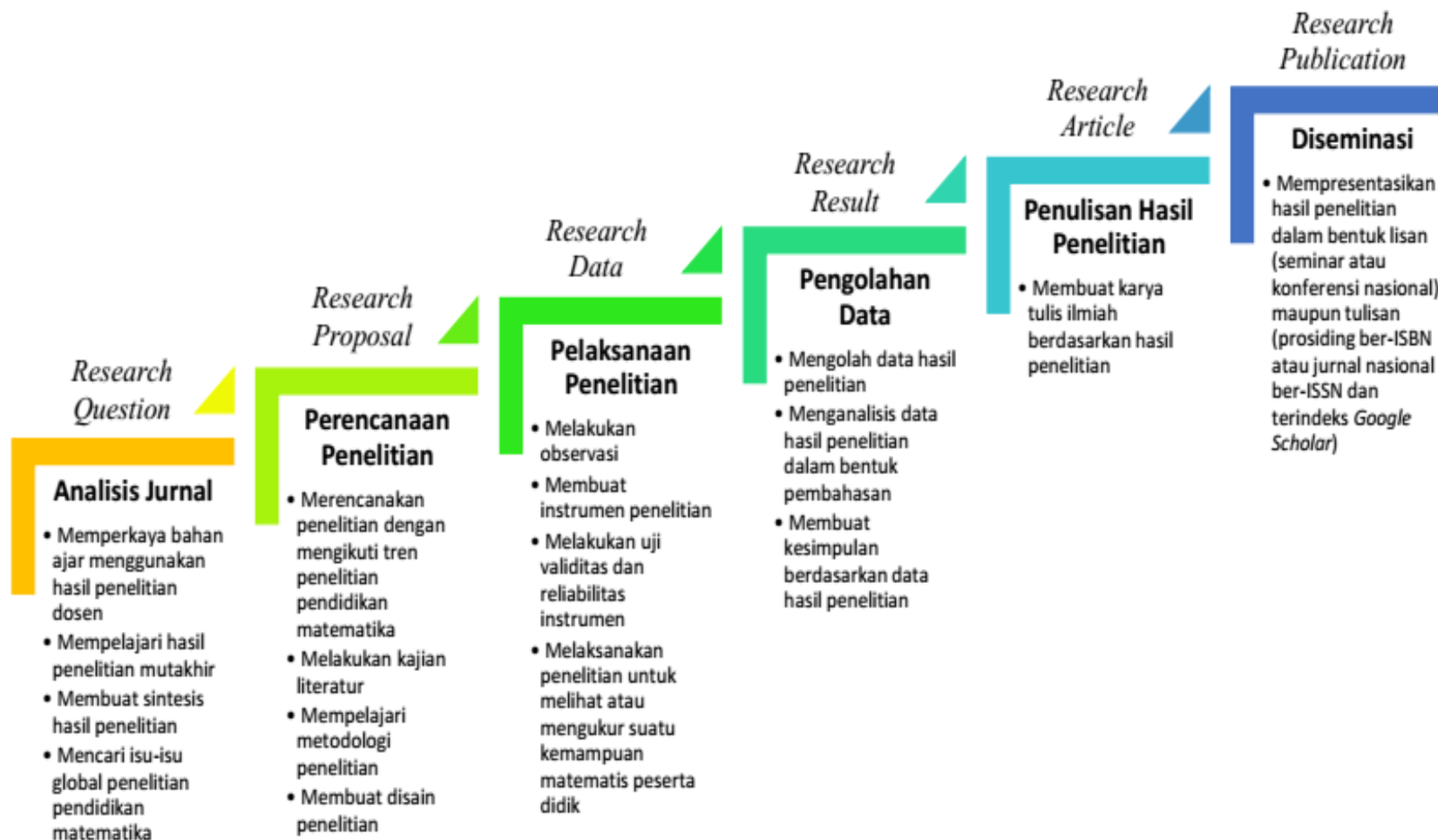
Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

materi pembelajaran dan peta konsep yang dilalui mahasiswa selama proses pembelajarannya. Selanjutnya *learning trajectory* yang digunakan untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah dikembangkan pada 2 siklus dalam *design research* sehingga layak menjadi sebuah *local instructional theory* penelitian pendidikan matematika (Gambar 1).



Gambar 1. *Learning trajectory* dalam penelitian pendidikan matematika (Prahmana, 2016)

Sekumpulan aktivitas untuk melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah telah didisain berdasarkan lintasan belajar dan proses berfikir mahasiswa yang dihipotesakan. Himpunan aktivitas instruksi ini telah dibagi ke dalam 6 aktivitas yang diselesaikan dalam 16 kali pertemuan. Penelitian ini dimaksudkan untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pada mahasiswa pendidikan matematika selama proses pembelajaran. Hubungan antara jalur pembelajaran mahasiswa, aktivitas pembelajaran, keterampilan meneliti, dan menulis karya ilmiah merupakan lintasan belajar yang dihipotesakan oleh peneliti (Gambar 2). Selanjutnya, seluruh aktivitas pembelajaran mahasiswa dalam penelitian ini dilakukan di dalam dan luar kelas di rangkum pada Tabel 1.



Gambar 2. Aktivitas mahasiswa berbasis penelitian menggunakan pembelajaran berbasis riset (Prahmana, 2016)

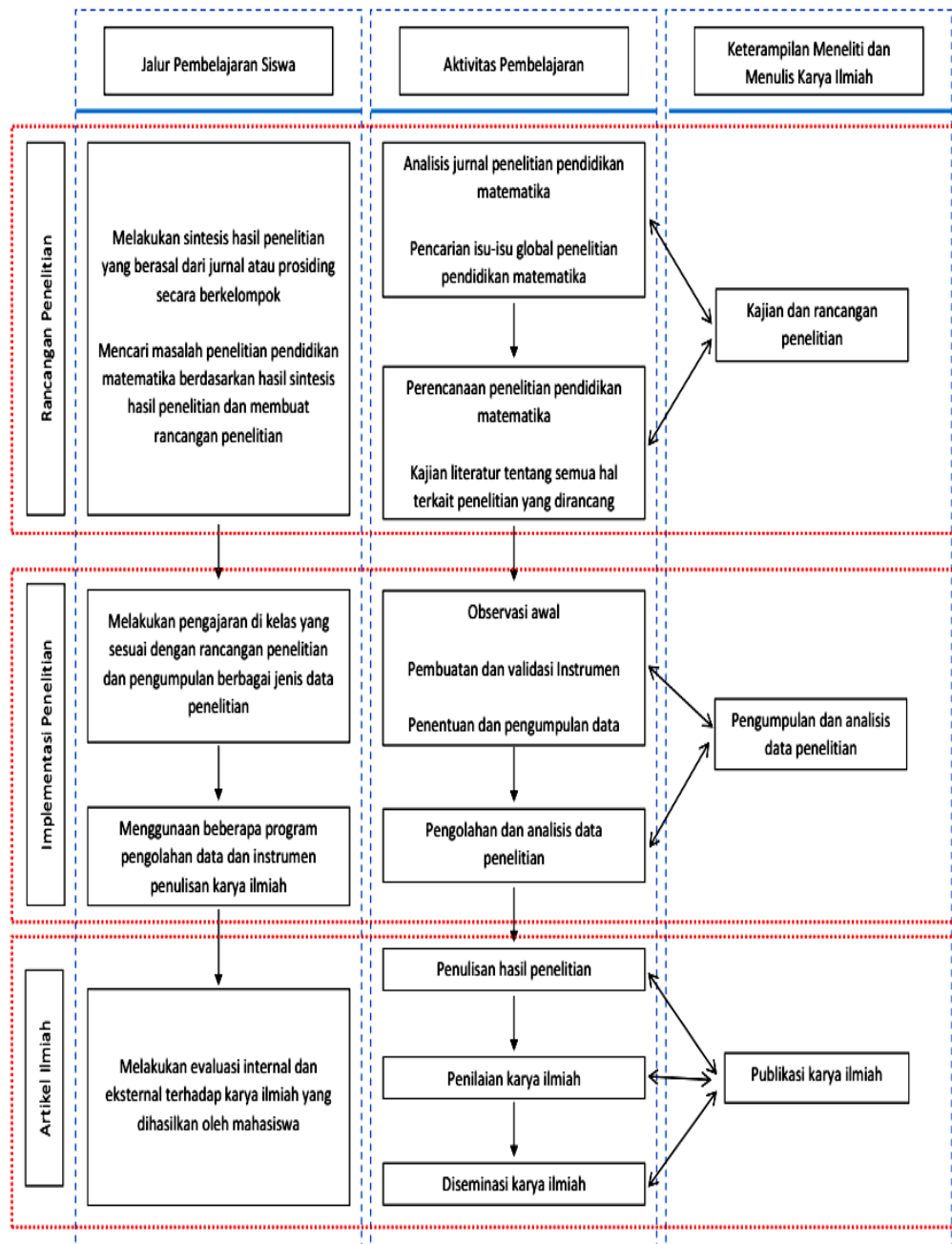
Tabel 1. Rangkuman Kegiatan Pembelajaran Berbasis Riset (Prahmana, 2016)

No.	Pembelajaran Berbasis Riset	Tahapan Pembelajaran	Deskripsi Pembelajaran
1.	Persepsi	Mahasiswa berpartisipasi selama proses pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa aktif bertanya dan menjawab pertanyaan dari dosen • Mahasiswa memperhatikan penjelasan dosen • Mahasiswa merespon apa yang telah disampaikan dosen
		Mahasiswa berkoordinasi dalam kelompok	<ul style="list-style-type: none"> • Dosen membagi mahasiswa ke dalam kelompok yang terdiri dari 3-4 mahasiswa yang dipilih berdasarkan kemampuan akademik (IPK) • Mahasiswa menerima Lembar Kerja Penelitian Mahasiswa (LKPM) dan memperhatikan instruksi dari dosen • Mahasiswa melakukan koordinasi dan membagi peran dalam proses penelitian
2.	Perencanaan Penelitian	Mahasiswa secara berkelompok merancang suatu penelitian pendidikan matematika	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mengkonstruksi desain penelitian berdasarkan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki • Mahasiswa melakukan kajian literatur terhadap rencana penelitian mereka • Mahasiswa membuat alokasi waktu, tempat, dan subjek penelitian
3.	Pelaksanaan Penelitian	Mahasiswa melakukan observasi berdasarkan rencana penelitian yang telah dibuat	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa melakukan transfer pengetahuan dan penyamaan persepsi tujuan atas penelitian yang akan mereka kerjakan • Mahasiswa melakukan observasi berdasarkan rancangan yang telah dibuat • Mahasiswa bertanggung jawab atas peran mereka selama proses penelitian

No.	Pembelajaran Berbasis Riset	Tahapan Pembelajaran	Deskripsi Pembelajaran
		Mahasiswa merumuskan masalah dan membuat hipotesis penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mengumpulkan hasil observasi dan mendiskusikannya • Mahasiswa merumuskan masalah penelitian berdasarkan hasil observasi • Mahasiswa membuat hipotesis atau dugaan penelitian
		Mahasiswa melaksanakan percobaan penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa saling bertukar pendapat dan argumen dalam mengembangkan instrumen penelitian • Mahasiswa berkoordinasi dengan dosen dalam memvalidasi instrumen penelitian • Mahasiswa selalu berkoordinasi secara berkelompok dalam proses percobaan pengajaran • Mahasiswa melakukan evaluasi internal secara berkelompok dan evaluasi eksternal dengan guru kelas serta dosen setelah proses pengajaran
		Mahasiswa mengumpulkan seluruh data yang diperoleh selama proses penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mengumpulkan seluruh data hasil penelitian, berupa lembar observasi, angket, wawancara, dokumentasi (foto dan video), dan lembar kerja siswa
4.	Pengolahan Data	Mahasiswa melakukan olah data penelitian untuk menjawab rumusan masalah yang telah dibuat	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa melakukan pengolahan data secara kualitatif dan kuantitatif • Mahasiswa berkoordinasi dengan dosen dalam mengolah data penelitian

No.	Pembelajaran Berbasis Riset	Tahapan Pembelajaran	Deskripsi Pembelajaran
		Mahasiswa membuat kesimpulan dari hasil pengolahan data	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa melakukan koordinasi dalam membuat kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data • Mahasiswa berkoordinasi dengan dosen dalam membuat kesimpulan penelitian • Mahasiswa mempresentasikan hasil penelitian dalam kelas secara berkelompok
5	Penulisan Hasil Penelitian	Mahasiswa menuliskan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa menuliskan seluruh proses penelitian sampai mendapatkan hasil dalam bentuk artikel ilmiah • Mahasiswa saling bertukar artikel ilmiah antar kelompok untuk mendapatkan masukan dan penilaian
6	Diseminasi Hasil Penelitian (publikasi hasil penelitian)	Mahasiswa mendiseminasikan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah dan mempublikasikannya dalam jurnal nasional ber-ISSN dan terindeks Google Scholar	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mencari info tentang jurnal pendidikan matematika yang telah menggunakan Open Journal System (OJS) secara berkelompok. • Mahasiswa melakukan penyempurnaan penulisan artikel ilmiah setelah mendapatkan masukan dari dosen dan mahasiswa dalam proses diskusi kelas. • Mahasiswa menyesuaikan format penulisan dengan <i>author guidelines</i> jurnal • Dosen membimbing mahasiswa tentang <i>online submission</i> menggunakan OJS
			<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa men-<i>submitfull paper</i> hasil penelitian dalam jurnal ilmiah menggunakan OJS

Aktivitas pembelajaran berbasis riset sebagaimana yang termuat dalam *Hypothetical Learning Trejectory (HLT)* pada Gambar 2 dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengembangan lintasan belajar (Prahmana, 2016)

2. Percobaan Pengajaran (Siklus 1)

Hasil percobaan pengajaran menunjukkan bahwa, penggunaan model pembelajaran berbasis riset dalam pendesainan aktivitas penelitian pendidikan matematika memiliki peranan yang sangat penting sebagai tahapan pembelajaran untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pada *Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

mahasiswa pendidikan matematika. Selama proses pembelajaran, penggunaan sintaks model pembelajaran berbasis riset, mampu memfasilitasi mahasiswa dalam menyelesaikan penelitian pendidikan matematika dan memberikan pemahaman lebih dalam konteks konten matematika yang ingin mereka gunakan dalam penelitian, dengan berbagai perlakuan untuk meningkatkan kemampuan matematis subjek penelitian mereka. Dalam hal ini, peneliti hanya bertindak sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran dan bertindak sebagai moderator dalam proses diskusi kelas untuk mengambil sebuah kesimpulan dalam setiap proses pembelajarannya, serta sebagai validator dalam memvalidasi setiap instrumen yang mereka gunakan dalam penelitian.

Lintasan belajar yang dihasilkan adalah lintasan belajar yang dilalui mahasiswa mulai dari mencari masalah penelitian, melakukan kajian *literature* untuk menjawab permasalahan yang ada, membuat indikator dan desain penelitian, menentukan metode penelitian yang benar dalam menjawab rumusan masalah penelitian, memilih dan memilah data penelitian yang akan digunakan untuk menjawab masalah yang telah dirumuskan, membuat karya ilmiah sebagai bentuk laporan hasil penelitian, sampai dengan mempublikasikan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal atau skripsi yang dimuat di perpustakaan. Setelah implementasi lintasan pembelajaran yang telah di desain, hasil yang dicapai berbeda untuk setiap subjek penelitian, berdasarkan 6 indikator keterampilan meneliti yang dikembangkan oleh Prahmana (2015a) dan 13 indikator keterampilan menulis karya ilmiah yang dikembangkan oleh Supriyadi (2013). Berdasarkan semua aktivitas yang dilalui mahasiswa, peneliti dapat menyatakan bahwa lintasan belajar yang telah di desain mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah.

Untuk lebih jelasnya, peneliti membahas proses jalannya pembelajaran penelitian pendidikan matematika menggunakan model pembelajaran berbasis riset, kedalam 3 tahapan, yaitu *preliminary design*, *teaching experiment*, dan Analisis Retrospektif.

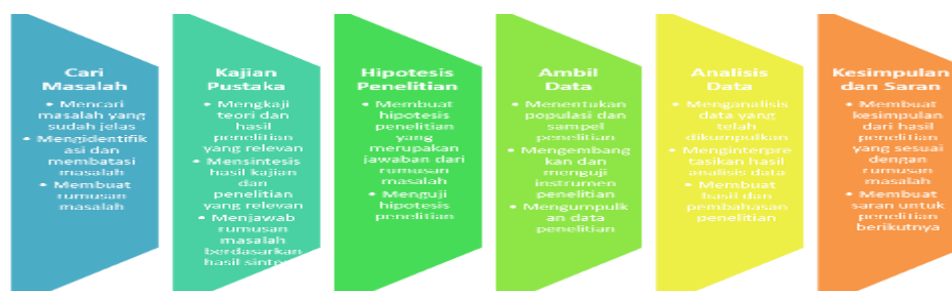
Preliminary Design (Disain Pendahuluan)

Pada tahapan ini, peneliti mengimplementasikan ide awal tentang penggunaan model pembelajaran berbasis riset dalam mendisain lintasan belajar

penelitian pendidikan matematika dengan cara mengkaji *literature*, melakukan observasi awal ke mahasiswa mengenai ide penelitian yang mereka lakukan, dan diakhiri dengan mendisain *hypothetical learning trajectory* (HLT), seperti tampak pada Gambar 1.

Sekumpulan aktivitas pembelajaran dalam penelitian pendidikan matematika untuk menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian telah di desain berdasarkan sintaks model pembelajaran berbasis riset, tahapan penelitian pendidikan matematika berdasarkan indikator keterampilan meneliti yang ingin ditumbuhkan, dan proses berfikir mahasiswa yang telah dihipotesiskan. Himpunan aktivitas instruksi ini telah dibagi kedalam 6 aktivitas yang telah diselesaikan dalam kurun waktu 5 bulan pembelajaran, dengan intensitas pertemuan 1-2 kali pertemuan setiap minggu, mulai dari mencari masalah penelitian, menentukan topik penelitian beserta metode penelitian yang mampu menyelesaikannya, melakukan pengambilan data penelitian, penulisan hasil penelitian, mempublikasikan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah di jurnal atau skripsi, sampai dengan proses evaluasi dalam bentuk seminar proposal atau seminar skripsi.

Selanjutnya, kegiatan ini dilakukan untuk uji coba terbatas HLT yang telah dirancang dalam menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah. Pembelajaran ini sebagai upaya memfasilitasi mahasiswa dalam pembuatan proposal penelitian dan skripsi, serta artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal, sebagai bagian dari pemenuhan standar kompetensi lulusan S1, berdasarkan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dan surat edaran Dikti tentang publikasi ilmiah. Selain itu, berdasarkan hasil observasi awal, ditemukan bahwa sebahagian besar mahasiswa ingin melakukan penelitian eksperimen, maka peneliti juga mendisain lintasan pembelajaran untuk penelitian eksperimen (Gambar 4).



Gambar 4. Lintasan belajar penelitian eksperimen

Teaching Experiment

Pada tahapan ini, peneliti mengujicobakan aktivitas pembelajaran yang telah didesain pada tahap *preliminary design*, yaitu aktivitas yang di desain berdasarkan sintaks model pembelajaran berbasis riset dan disesuaikan dengan kompetensi dasar mata kuliah seminar proposal dan skripsi, serta indikator keterampilan meneliti. Proses pembelajaran dimulai dengan mencari masalah yang diteliti berdasarkan kajian *literature* dari hasil penelitian sebelumnya dan hasil observasi di beberapa kelas tempat mahasiswa melakukan penelitian. Selanjutnya, mahasiswa melakukan kajian *literature* untuk mencari jawaban atas masalah yang telah ditemukan. Berdasarkan hasil kajian tersebut, mahasiswa membuat hipotesis yang merupakan jawaban sementara dari permasalahan yang telah dirumuskan. Kemudian, mahasiswa membuat *instrument* penelitian untuk mengumpulkan data pendukung dan melakukan analisis data sebagai bagian dari uji hipotesis penelitian. Terakhir, mahasiswa menginterpretasikan hasil analisis data dalam bentuk karya ilmiah dan mempublikasikannya. Selama proses pembelajaran, dosen bertindak sebagai fasilitator dan validator mahasiswa dalam melakukan penelitian.

Analisis Retrospektif

Model pembelajaran berbasis riset memiliki sintaks yang merupakan tahapan-tahapan yang harus dilalui mahasiswa selama proses pembelajaran. Tahapan-tahapan tersebut telah dimodifikasi dan disesuaikan dengan pembelajaran matematika untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah (d disesuaikan dengan indikator keterampilan).

Tahapan pembelajaran yang dilalui mahasiswa digunakan untuk melihat peranan model pembelajaran berbasis riset dalam menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pada mahasiswa pendidikan matematika. Pencapaian mahasiswa dalam memenuhi semua indikator keterampilan meneliti (Prahmana, 2015a) dan menulis karya ilmiah (Supriyadi, 2013) dijelaskan sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu membuat rumusan masalah, melakukan observasi untuk mencari informasi, dan metodologi yang relevan. Seluruh subjek penelitian yang terdiri dari 4

mahasiswa semester 8 dan 5 mahasiswa semester 6 Program Studi Pendidikan Matematika telah mampu membuat rumusan masalah penelitian dan melakukan observasi awal untuk mencari informasi dan metodologi yang relevan. Seluruh subjek penelitian memilih penelitian kuantitatif untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan. Sedangkan untuk topik penelitian, 2 mahasiswa membahas tentang Matematika GASING, 5 mahasiswa membahas tentang Pendidikan Matematika Realistik, 1 mahasiswa membahas tentang Kecemasan Matematika, dan 1 mahasiswa membahas tentang Kemampuan Reversibilitas.

2. Mahasiswa mampu membuat rancangan penelitian, serta memilah, dan mendeskripsikan data penelitian yang telah dikumpulkan. Sebanyak 8 mahasiswa telah mampu membuat rancangan penelitian dan 1 mahasiswa masih dalam proses pembuatan rancangan penelitian. Kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam pembuatan rancangan penelitian, lebih dikarenakan rendahnya kemampuan literasi mahasiswa dalam menganalisis jurnal hasil penelitian sebelumnya. Sedangkan, kemampuan mahasiswa dalam memilah dan mendeskripsikan data penelitian yang telah dikumpulkan, masih belum maksimal, dikarenakan mahasiswa masih terfokus untuk memperbaiki dan menyempurnakan desain dan *instrument* penelitian. Indikator ini baru dipenuhi oleh 3 dari 9 subjek penelitian, memiliki waktu lebih lama dalam proses penelitian.
3. Mahasiswa mampu menganalisis data penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan kemudian menginterpretasikannya, serta membuat kesimpulan. Indikator ini baru dipenuhi oleh 3 mahasiswa semester 8 (33%). Hasil analisis data penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan kemudian menginterpretasikannya, serta membuat kesimpulan, dari tiap mahasiswa berbeda antara satu dengan yang lainnya. Hal ini dikarenakan 1 mahasiswa menggunakan 2 kelas penelitian (eksperimen dan kontrol) untuk melihat pengaruh dan 2 mahasiswa hanya menggunakan 1 kelas untuk melihat peningkatan. Secara keseluruhan, ketiga mahasiswa mampu memenuhi indikator ini, selain difasilitasi oleh dosen, juga karena adanya sistem belajar bersama, seperti tutor sebaya. Seluruh subjek penelitian mampu saling membantu dan belajar bersama, dikarenakan mereka tinggal dalam sistem asrama.

4. Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitiannya, baik dalam bentuk diseminasi pada forum ilmiah maupun publikasi ilmiah dalam bentuk jurnal atau prosiding. Bentuk komunikasi hasil penelitian dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu seminar hasil penelitian (skripsi) dan publikasi artikel ilmiah pada jurnal atau prosiding. Mahasiswa yang mampu sampai tahapan seminar hasil penelitian (skripsi) berjumlah 3 orang dan publikasi artikel ilmiah pada jurnal nasional ber-ISSN ter-Indeks *Google Scholar* berjumlah 2 orang. Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa kesulitan terbesar dalam mempublikasikan hasil penelitian pada jurnal terletak pada kurangnya informasi tentang bagaimana mempublikasikan hasil penelitian dan dosen pembimbing memberikan pengaruh yang signifikan dalam hal ini.

Selanjutnya, peneliti lebih memfokuskan pada proses tumbuhnya keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah dalam lintasan belajar yang telah di desain, mulai dari aktivitas mencari masalah, observasi, mendesain penelitian dan *instrument* penelitian, mengumpulkan dan menginterpretasikan data penelitian, membuat kesimpulan, sampai dengan mengkomunikasikan hasil penelitian dalam bentuk karya ilmiah.

Bentuk lintasan yang telah dimodelkan dapat dijadikan landasan atau pedoman untuk mengetahui bagaimana lintasan belajar penelitian pendidikan matematika yang dilalui oleh mahasiswa dalam upaya menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah mereka. Aktivitas dalam penelitian ini memunculkan lintasan belajar penelitian pendidikan matematika, yang dibagi menjadi 6 tahapan.

Tahapan pertama dinamakan *research question*, yang terdiri dari aktivitas analisis jurnal, seperti mempelajari hasil penelitian terbaru, membuat sintesis, dan mencari isu-isu global penelitian pendidikan matematika, agar mahasiswa mampu membuat rumusan masalah penelitian. Tahapan kedua diberi nama *research proposal*, yang terdiri dari perencanaan penelitian, seperti mengikuti tren penelitian pendidikan matematika, melakukan kajian *literature*, mempelajari metodologi penelitian dan membuat disain penelitian, agar mahasiswa memiliki

dasar pengetahuan tentang metodologi penelitian yang benar dan memiliki wawasan yang luas tentang penelitian pendidikan matematika.

Tahapan ketiga dinamakan *research data*, yang merupakan proses pelaksanaan penelitian, seperti melakukan observasi, membuat *instrument* penelitian, melakukan uji validitas dan reliabilitas *instrument*, serta melaksanakan percobaan penelitian, agar mahasiswa mampu melakukan observasi dan penelitian awal untuk mendapatkan data awal sehingga mampu memilih metode penelitian dan mendisain penelitian yang tepat.

Tahapan selanjutnya dinamakan *research result*, yang merupakan proses pengolahan data penelitian, agar mahasiswa mampu mengumpulkan, memilah, dan mendeskripsikan data penelitian yang telah dikumpulkan. Selanjutnya, melalui tahapan ini, mahasiswa mampu menganalisis data penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan kemudian menginterpretasikannya, serta membuat kesimpulan penelitian.

Tahapan kelima dinamakan *result article*, yang merupakan proses penulisan hasil penelitian dalam bentuk karya ilmiah (skripsi atau artikel ilmiah), agar mahasiswa mampu menuliskan hasil penelitiannya. Tahapan terakhir dinamakan *research publication*, yang merupakan proses diseminasi, yaitu kegiatan mengkomunikasikan hasil penelitian mahasiswa dengan cara mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar hasil penelitian (skripsi) dan publikasi hasil penelitian dalam jurnal nasional ber-ISSN. Seluruh tahapan ini, mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian.

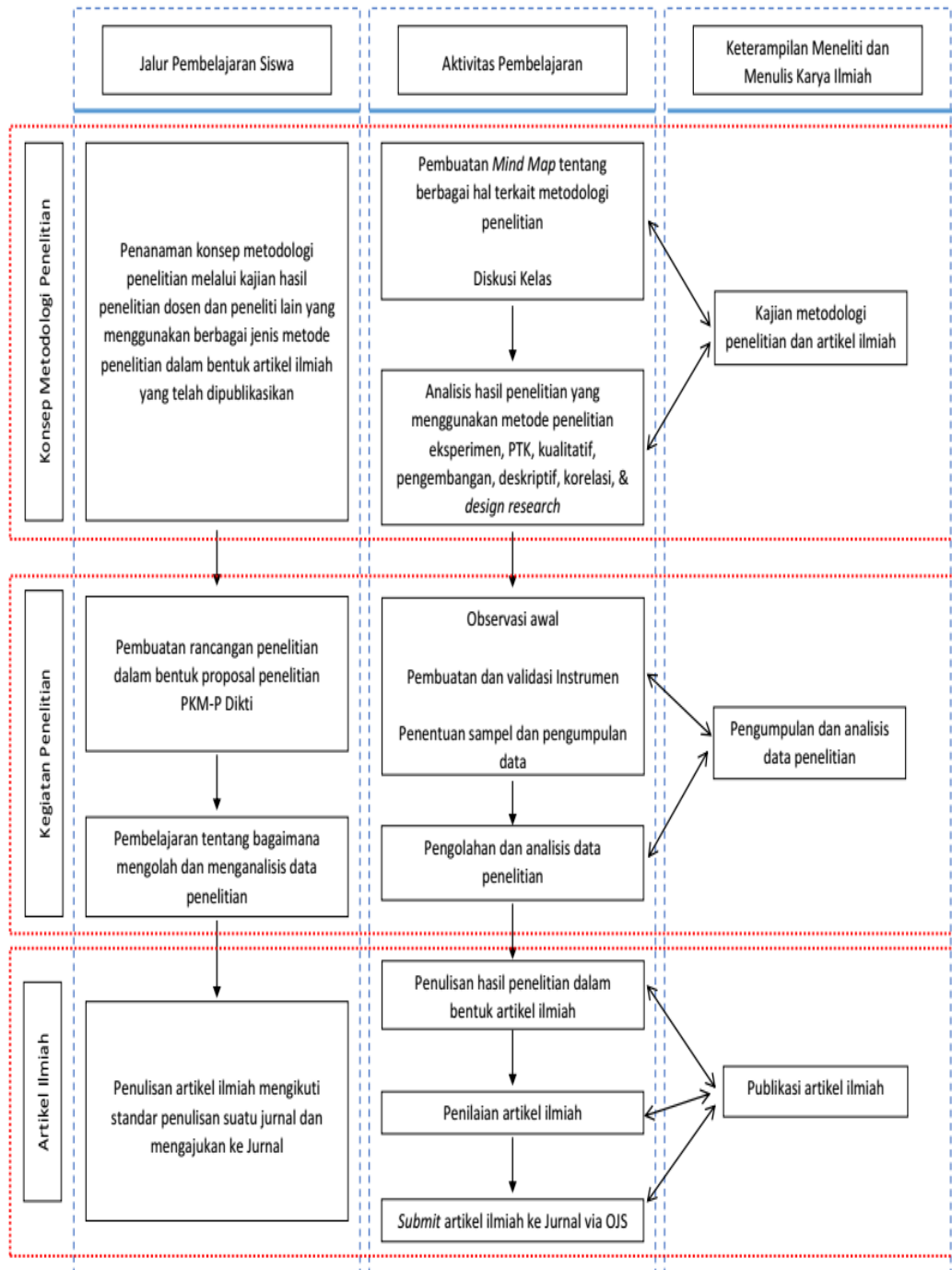
Kesimpulan Percobaan Pengajaran

Berdasarkan hasil kegiatan percobaan pengajaran yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sintaks model pembelajaran berbasis riset memiliki peran yang besar dalam menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah. Lintasan belajar yang dihasilkan adalah lintasan belajar yang dilalui mahasiswa dalam upaya menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah pendidikan matematika. Seluruh indikator keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah dipenuhi melalui tahapan yang telah dirancang dengan tingkat ketercapaian yang berbeda-beda pada setiap subjek penelitian.

Pengembangan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

Berdasarkan hasil percobaan pengajaran dan kesimpulan yang telah diberikan, peneliti mengembangkan HLT yang telah dirancang untuk diimplementasikan dalam percobaan rintisan (siklus 2). Tujuan dari pengembangan HLT adalah agar seluruh subjek penelitian melewati seluruh lintasan belajar yang telah di desain, tidak seperti saat percobaan pengajaran. Selanjutnya, lintasan belajar tersebut diimplementasikan pada mata kuliah Metodologi Penelitian, agar mampu menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pada mahasiswa dengan memberikan pengalaman melakukan penelitian. Harapannya, mahasiswa dapat lebih mudah menyelesaikan penelitian tugas akhir (skripsi) mereka di tahun terakhir perkuliahan.

Proses pengembangan HLT disesuaikan dengan silabus perkuliahan Metodologi Penelitian dan sintaks pembelajaran berbasis riset. Lintasan belajar yang dirancang diimplementasikan dalam 16 pertemuan tatap muka perkuliahan ditambah 2 pertemuan untuk UTS dan UAS. Pada HLT yang dikembangkan fokus utama peneliti terletak pada penguatan konsep pengetahuan metodologi penelitian, pembuatan instrumen penelitian, penentuan sampel penelitian, pengumpulan, pengolahan, dan analisis data penelitian. Hal ini didasarkan pada pengalaman pada percobaan pengajaran (siklus 1), subjek penelitian masih belum menguasai konsep metode penelitian yang mereka gunakan dan melihat hubungan atau keterkaitan antara instrumen penelitian, penentuan sampel penelitian, pengumpulan data penelitian, pengolahan data, dan analisis data penelitian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil pengembangan HLT berdasarkan siklus satu diimplementasikan kembali dalam percobaan rintisan (siklus 2) untuk melihat perannya dalam menumbuhkan keterampilan dan menulis karya ilmiah pada mahasiswa pendidikan matematika.



Gambar 5. Pengembangan lintasan belajar dari siklus 1 (Prahmana, 2016)

3. Percobaan Rintisan (Siklus 2)

Pada tahapan ini, peneliti mengujicobakan hasil pengembangan lintasan belajar penelitian pendidikan matematika, dengan penjelasan mengenai proses pembelajarannya sebagai berikut.

Aktivitas pemahaman konsep metodologi penelitian

Aktivitas ini bertujuan untuk mengetahui pengetahuan awal mahasiswa tentang metodologi penelitian dengan memunculkan bahasa atau pemahaman mahasiswa tentang definisi dan proses penelitian. Untuk memunculkannya, mahasiswa diberikan tugas awal secara berkelompok (3 - 4 orang per kelompok) yaitu membuat *mind map* tentang segala hal yang berkaitan dengan metodologi penelitian. Sebelum membahas lebih lanjut tentang hasil kerja mahasiswa, dosen memfasilitasi proses diskusi kelas dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait penelitian kepada mahasiswa.

Setiap jawaban yang disampaikan oleh mahasiswa cenderung menggunakan istilah sederhana yang mereka pahami. Hal ini, dipengaruhi oleh pertanyaan dosen yang lebih santai dan bersifat personal dengan menggunakan kalimat tanya, “menurut kalian”. Selain itu, setiap mahasiswa sangat bersemangat angkat tangan untuk memberikan pendapat, sehingga suasana diskusi dapat berjalan dengan baik. Terakhir, seluruh mahasiswa sepakat tentang pemahaman sederhana dengan bahasa mereka terkait pengertian penelitian. Terakhir, dosen menanyakan tentang pengertian metode penelitian dan perbedaannya dengan metodologi penelitian. Seluruh mahasiswa juga memiliki pendapatnya sendiri-sendiri dan melalui proses diskusi maka terbentuklah bahasa atau pemahaman mahasiswa tentang kedua hal tersebut.

Pendeskripsian aktivitas pada proses pembelajaran ini, dimulai dengan dosen membagi seluruh mahasiswa ke dalam 10 kelompok. Setiap kelompok terdiri dari 3-4 mahasiswa yang memiliki kemampuan yang heterogen. Proses pembagian kelompok berdasarkan hasil tes pengetahuan awal tentang metodologi penelitian yang diberikan dosen di awal pembelajaran.

Selanjutnya, dosen memberikan tugas kepada setiap kelompok untuk membuat *mind map* tentang berbagai hal yang berhubungan dengan metodologi penelitian. Hasil pengerjaan setiap kelompok dijadikan bahan diskusi di kelas untuk membuat persamaan persepsi atau pemahaman tentang pengertian penelitian, berbagai macam metode penelitian, variabel penelitian, instrumen penelitian, dan data penelitian.

Setelah seluruh mahasiswa memiliki kesamaan persepsi atau pemahaman tentang metodologi penelitian, dosen memberikan lembar kerja mahasiswa dan satu artikel ilmiah yang telah dipublikasikan dalam jurnal maupun prosiding. Dosen memberikan waktu

sekitar 30 menit kepada setiap kelompok untuk menganalisis artikel ilmiah yang diberikan menggunakan lembar kerja mahasiswa sebagai pemandunya. Proses pengerjaan lembar kerja mahasiswa dilakukan secara berkelompok.

Saat pengerjaan lembar kerja mahasiswa, mahasiswa memiliki jawaban yang beraneka ragam tergantung artikel ilmiah yang mereka analisis. Ini menandakan setiap mahasiswa sudah memiliki pemahaman tentang bagaimana suatu penelitian berlangsung berdasarkan kajian mereka terhadap hasil penelitian orang lain yang telah dipublikasikan dalam bentuk artikel ilmiah. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kelompok dengan score tertinggi adalah kelompok 4 dengan score 5.00 (kategori sangat baik) dan terendah adalah kelompok 7 dengan score 3.24 (kategori baik). Secara keseluruhan score rata-rata kelas adalah 4.29 yang termasuk kategori sangat baik.

Diskusi kelas sebagai stimulasi dan dukungan untuk pemahaman konsep metodologi penelitian

Untuk mengklarifikasi hasil jawaban mahasiswa yang tertera dalam lembar kerja mereka, diperlukan yang namanya diskusi kelas. Oleh karena itu, dosen mempersilahkan kepada setiap kelompok yang ingin mempresentasikan hasil kerjanya. Selama proses diskusi, tampak peserta diskusi sangat antusias menyampaikan pendapat dan gagasan mereka terhadap analisis artikel ilmiah yang telah mereka kaji. Hal ini disebabkan jenis penelitian yang berbeda pada setiap artikel yang dianalisis oleh setiap kelompok, sehingga memberikan beragam pengetahuan baru bagi mereka terkait jenis-jenis metode penelitian pendidikan matematika. Terakhir, dosen membimbing mereka untuk memiliki persamaan persepsi tentang pemahaman konsep metodologi penelitian yaitu terdapat hubungan antara judul, masalah, metode, variabel, subjek, dan hasil penelitian dalam suatu kegiatan penelitian.

Aktivitas rancangan penelitian

Pada aktivitas ini mahasiswa merancang suatu penelitian secara kelompok yang terdiri dari 3-4 mahasiswa. Pembuatan rancangan penelitian menggunakan lembar kerja mahasiswa (LKM) yang berisi sejumlah pertanyaan terkait bagaimana proses merancang suatu penelitian. Hasil evaluasi rancangan penelitian menunjukkan bahwa rata-rata score kelompok penelitian adalah 3.65 yang masuk dalam kategori baik. Untuk kelompok

dengan score tertinggi adalah kelompok 5 dengan score 4.07 yang masuk dalam kategori sangat baik dan kelompok dengan score terendah adalah kelompok 10 dengan score 2.71 yang masuk dalam kategori cukup.

Terdapat 2 jenis LKM yang digunakan dalam aktivitas rancangan penelitian. Lembar kerja pertama yang berisi tentang rancangan penelitian pendidikan matematika diselesaikan secara berkelompok dan lembar kerja kedua yang berisi tentang prosedur penelitian diselesaikan secara individu. Lembar kerja pertama diselesaikan secara berkelompok dengan membuat rancangan penelitian berdasarkan hasil kajian pada pertemuan sebelumnya, yang meliputi judul penelitian, permasalahan yang ditemukan, solusi untuk penyelesaian masalah, data yang ingin diperoleh melalui penelitian dan alat yang digunakan untuk memperoleh data tersebut, metode penelitian yang digunakan, dan bagaimana mengolah data penelitiannya. Hasil pengerjaan kelompok dengan nilai tertinggi menunjukkan bahwa kelompok tersebut telah mampu membuat rancangan penelitian dengan sangat baik.

Hasil rancangan penelitian yang telah dibuat, dikembangkan menjadi proposal penelitian dan diajukan dalam kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Penelitian. Selanjutnya, proposal yang telah selesai dipresentasikan di depan kelas untuk mendapatkan masukan dari kelompok lain.

Aktivitas ini diakhiri dengan melakukan evaluasi menggunakan LKM yang kedua tentang langkah-langkah pelaksanaan suatu penelitian pendidikan matematika, pembuatan instrumen penelitian pendidikan matematika, dan hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam merancang dan melakukan suatu penelitian pendidikan matematika. Proses evaluasi dilaksanakan secara individu untuk mengetahui kemampuan setiap mahasiswa dalam melakukan suatu penelitian setelah kegiatan berkelompok. Hasilnya, 49% mahasiswa telah mampu menyelesaikan ketiga soal yang diberikan dengan hasil dalam kategori baik, 34% dalam kategori sangat baik, dan 17% dalam kategori cukup. Salah satu hasil kerja mahasiswa yang masuk dalam kategori sangat baik menunjukkan bahwa mahasiswa tersebut mampu membuat langkah-langkah penelitian dan membuat instrumen dengan sangat baik, termasuk pengolahan dan analisis data penelitiannya. Secara keseluruhan, rata-rata hasil evaluasi kelas masuk dalam kategori baik.

Diskusi kelas sebagai masukan dalam rancangan penelitian

Kegiatan diskusi kelas dilakukan untuk mendapatkan masukan dari kelompok lain dan dosen untuk memperbaiki rancangan penelitian yang telah dibuat. Materi diskusi lebih ditekankan pada bagaimana membuat instrumen yang baik, mulai dari pembuatan instrumen sampai proses validasi instrumen. Selain itu, prosedur pelaksanaan penelitian juga menjadi topik menarik dalam diskusi ini. Hal ini disebabkan seluruh kelompok menggunakan metode penelitian yang sama, yaitu penelitian eksperimen. Setiap kelompok memiliki versinya sendiri-sendiri dalam menginterpretasikan langkah-langkah dalam penelitian eksperimen. Terakhir, materi yang didiskusikan dalam aktivitas ini adalah tentang teknik pengambilan sampel penelitian. Sebagai penutup proses diskusi, dosen membimbing siswa untuk memiliki persamaan persepsi tentang prosedur pembuatan instrumen, penelitian eksperimen dan pengambilan sampel penelitian.

Aktivitas pengumpulan data penelitian

Mahasiswa membuat instrumen penelitian dan mengambil data di sekolah tempat penelitian berlangsung secara berkelompok di luar jadwal perkuliahan. Instrumen tes yang digunakan untuk pengambilan data divalidasi terlebih dahulu untuk memilih soal yang valid dan kemudian dilihat tingkat reliabilitasnya.

Pembuatan instrumen tes diawali dengan pembuatan kartu soal untuk setiap soal. Secara keseluruhan, setiap kelompok menggunakan instrumen tes dan lembar observasi sebagai alat untuk mengumpulkan data penelitian mereka. Hanya beberapa kelompok yang membuat instrumen tambahan berupa angket dan wawancara.

Penentuan sumber data penelitian (sekolah) dilakukan secara *purposive sampling* dengan atau tanpa observasi ke sekolah terlebih dahulu. Kelompok yang melakukan observasi terlebih dahulu sebanyak 50%. Selanjutnya, untuk penentuan kelas perlakuan, sebahagian kelompok melakukan proses acak sebesar 60%.

Pengambilan data penelitian di sekolah dilakukan dalam waktu ± 1 bulan, tergantung penelitian yang dibuat tiap kelompok penelitian dengan judul penelitian seperti tampak pada Tabel 2. Pengumpulan data dilakukan dengan proses pengajaran yang didokumentasikan dengan foto-foto aktivitas pengajaran dan instrumen penelitian, mulai dari RPP, lembar aktivitas, sampai soal pretes dan postes. Kegiatan pengumpulan data

penelitian berakhir, ketika seluruh kelompok telah mendapatkan seluruh data yang diperlukan untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan dalam rancangan penelitian yang telah mereka buat pada pertemuan sebelumnya. Seluruh data dikumpulkan untuk diolah secara bersamaan saat kelas perkuliahan.

Aktivitas ini diakhiri dengan pengisian lembar kerja pengumpulan dan pengolahan data penelitian sebagai bagian dari evaluasi aktivitas untuk mengetahui ketercapaian mahasiswa dalam aktivitas ini. Hasil pengerjaan salah satu kelompok menunjukkan bahwa kelompok tersebut sudah mampu membuat keterkaitan antara rumusan masalah, data, instrumen, dan analisis data penelitian. Secara keseluruhan, setiap kelompok mampu mengisi lembar kerja mahasiswa ini dengan hasil yang beraneka ragam.

Hasil evaluasi aktivitas ini menunjukkan bahwa score tertinggi berada di kelompok 7 dan 9 dengan score 5 yang masuk kategori sangat baik. Selanjutnya, untuk score terendah berada di kelompok 8 dan 10 dengan nilai 2.6 yang masuk kategori cukup. Secara keseluruhan, rata-rata score kelas untuk aktivitas ini adalah 4.14 yang masuk kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan aktivitas ini telah berjalan dengan baik.

Tabel 2. Judul Penelitian Tiap Kelompok

No.	Nama Kelompok	Judul Penelitian
1.	Kelompok 1	Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis melalui Pendekatan Pembelajaran <i>Student-Teams-Achivement Division</i> (STAD)
2.	Kelompok 2	Penerapan Model <i>Talking Stick</i> pada Materi Luas Trapesium dan Luas Belah Ketupat untuk Siswa Kelas V SD
3.	Kelompok 3	Peningkatan Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa Menggunakan Pembelajaran Matematika Gasing (Gampang, Asyik, dan Menyenangkan)
4.	Kelompok 4	Penggunaan Kobesi dalam Matematika Gasing untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Perkalian Siswa SD
5.	Kelompok 5	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VI SD pada Materi Volume Kubus dan Balok dengan Menggunakan Alat Peraga Vokuba
6.	Kelompok 6	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SD melalui Penerapan Model Pembelajaran <i>Discovery Learning</i>
7.	Kelompok 7	Penggunaan Alat Peraga Pemburu Bata untuk

No.	Nama Kelompok	Judul Penelitian
		Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Bangun Datar
8.	Kelompok 8	Penerapan Model Pembelajaran <i>Numbered-Head Together</i> (NHT) terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa Kelas V SD
9.	Kelompok 9	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Numbered-Head Together</i> (NHT) terhadap Kemampuan Pemahaman Matematis pada Materi Teorema Pythagoras
10.	Kelompok 10	Pengaruh Model Pembelajaran PBL (<i>Problem-Based Learning</i>) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa terhadap Materi Keliling dan Luas Bangun Datar pada Siswa Kelas IV SD

Aktivitas pengolahan dan analisis data penelitian

Aktivitas pengolahan dan analisis data penelitian dilakukan saat jam perkuliahan. Seluruh kelompok mempersiapkan seluruh data penelitian yang telah diperoleh di lapangan dan dosen memfasilitasi siswa dalam mengolah data penelitian menggunakan software PSPP.

Dosen mempersilahkan satu kelompok yang ingin menampilkan data penelitiannya untuk diolah dan dianalisis di depan kelas, sehingga dapat dijadikan pedoman untuk kelompok lainnya. Aktivitas pengolahan data diakhiri dengan hasil analisis yang diperoleh tiap kelompok berdasarkan data penelitian yang telah dipilah dari seluruh data yang telah dikumpulkan. Hasil analisis yang diperoleh berupa jawaban untuk rumusan masalah yang dikemukakan dan kesimpulan akhir penelitian.

Aktivitas pembuatan laporan hasil penelitian

Pada aktivitas ini, mahasiswa membuat portofolio penelitian dalam bentuk laporan hasil penelitian. Laporan hasil penelitian ini terdiri dari seluruh berkas yang digunakan selama proses penelitian mahasiswa. Pembuatan laporan hasil penelitian dilakukan secara berkelompok di luar waktu perkuliahan dengan penjelasan dari dosen terlebih dahulu saat jam perkuliahan tentang pembuatan dan susunan laporan hasil penelitian yang baik. Aktivitas ini diakhiri dengan pengumpulan laporan hasil penelitian yang dijadikan salah satu item penilaian akhir dari keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian.

Seluruh kelompok mengumpulkan laporan hasil penelitian dengan kelengkapan isi sebesar 100%.

Aktivitas penulisan artikel ilmiah

Aktivitas penulisan artikel ilmiah dilakukan melalui beberapa tahapan, diantaranya sebagai berikut:

- a. Setiap kelompok mencari artikel ilmiah yang telah dipublikasikan dalam jurnal atau prosiding terkait penelitian yang telah mereka lakukan sebanyak mungkin.
- b. Setiap kelompok mulai menulis artikel ilmiah sesuai dengan format penulisan yang ada di artikel yang mereka cari sebelumnya, seperti judul, nama penulis, instansi penulis, email, abstrak, pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.
- c. Bahan tulisan untuk menulis artikel ilmiah diperoleh dari rancangan penelitian yang telah dibuat pada aktivitas rancangan penelitian dan pengolahan data penelitian.
- d. Dosen membimbing setiap kelompok dalam rangka membuat tulisan yang baik, seperti mengembangkan ide menjadi paragraf, bagaimana ciri paragraf yang baik, mensitasi hasil penelitian orang lain, merujuk defenisi atau pengertian dari buku, membuat bahasa yang mengalir sehingga mudah dipahami pembaca, penulisan daftar pustaka menggunakan format *APA Style*, dan aturan standar dalam penulisan artikel ilmiah.
- e. Setiap kelompok saling bertukar artikel ilmiah yang telah diselesaikan untuk mendapatkan masukan dari kelompok lain dan merevisi artikel ilmiah mereka berdasarkan masukan dari kelompok lain.
- f. Hasil revisi dari kelompok dikumpulkan ke dosen untuk diberikan masukan dan setiap kelompok melakukan revisi kedua berdasarkan masukan dari dosen.

Aktivitas ini diakhiri dengan pengumpulan artikel ilmiah final yang telah melewati proses revisi atas masukan dari kelompok lain dan dosen. Terakhir, dosen menilai artikel ilmiah setiap kelompok sebelum didiseminasikan dalam jurnal nasional terindeks *google scholar*. Hasil penilaian ini merupakan standar penilaian untuk mengetahui keterampilan mahasiswa dalam menulis karya ilmiah.

Aktivitas diseminasi hasil penelitian

Aktivitas terakhir dalam lintasan belajar ini adalah diseminasi hasil penelitian. Diseminasi disini diartikan sebagai kegiatan mengkomunikasikan hasil penelitian mahasiswa dalam bentuk artikel ilmiah untuk dipublikasikan dalam jurnal nasional terindeks *google scholar*. Setiap kelompok wajib *submit* artikel ilmiah yang telah mereka buat ke salah satu jurnal nasional menggunakan *Open Journal System*.

Artikel ilmiah yang telah dibuat disesuaikan *template*-nya dengan *template* jurnal tempat mereka publikasi. Awalnya, setiap kelompok mencari alamat jurnal yang cocok untuk tempat publikasi artikel ilmiah mereka. Selanjutnya, mereka membaca halaman *author guidelines* untuk melihat panduan penulisan artikel ilmiah di jurnal tersebut. Sebahagian besar kelompok lebih memilih untuk mengunduh salah satu artikel yang telah dipublikasikan pada bagian *archive* dalam jurnal tersebut, kemudian mengikuti format penulisannya. Terakhir, setiap kelompok menyesuaikan format tulisan artikel ilmiah mereka sesuai dengan panduan atau aturan yang terdapat dalam jurnal tersebut.

Aktivitas ini diakhiri dengan kegiatan *submit* artikel ilmiah pada jurnal nasional terindeks *google scholar* menggunakan *Open Journal System* (OJS) yang dipandu oleh dosen. Awalnya, setiap kelompok membuat *account* pada website jurnal yang telah menggunakan OJS. Selanjutnya, mereka *log in* dan mulai mengikuti langkah-langkah untuk *submission online* pada jurnal tersebut, mulai dari menuliskan data diri sampai *upload file* artikel ilmiah dan menuliskan metadata-nya. Terakhir, setiap kelompok menerima email pemberitahuan yang menyatakan artikel ilmiah mereka sudah masuk *database* OJS jurnal tersebut untuk dilakukan proses selanjutnya sampai dengan dipublikasikan.

4. Analisis Retrospektif

Pada tahapan ini, peneliti menganalisis hasil penelitian secara retrospektif untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan pada bagian pendahuluan. Proses analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengamatan selama proses pembelajaran (percobaan rintisan) dengan HLT yang telah didisain pada tahap *preliminary design*. Kedua rumusan masalah tersebut dijawab satu persatu dengan menjelaskan proses pembelajaran pada percobaan rintisan.

Jawaban atas *Research Question Pertama*

Tahapan-tahapan yang digunakan sebagai panduan dalam penelitian ini adalah tahapan-tahapan dalam pembelajaran berbasis riset yang telah mengalami beberapa modifikasi dalam aktivitas pembelajarannya. Semua tahapan tersebut dijadikan panduan dalam merancang lintasan belajar penelitian pendidikan matematika untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pada mahasiswa pendidikan matematika. Akibatnya, proses dalam pembelajaran tersebut dapat dijadikan alasan menarik untuk menjawab *research question* berikut ini:

Bagaimana peranan pembelajaran berbasis riset dalam menumbuhkan keterampilan mahasiswa calon guru matematika dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah di Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Surya, Tangerang?

Aktivitas pembelajaran berbasis penelitian (menggunakan model pembelajaran berbasis riset) yang dilakukan selama proses pembelajaran dalam penelitian ini, digunakan dalam menjawab *research question* di atas. Keterampilan mahasiswa yang tumbuh selama proses pembelajaran yaitu keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah penelitian pendidikan matematika yang memenuhi seluruh indikator keterampilan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

a. Memformulasikan permasalahan penelitian

Setelah proses pembelajaran berbasis penelitian, seluruh mahasiswa diberikan proyek berupa melakukan penelitian pendidikan matematika secara berkelompok, yang terdiri dari 3-4 mahasiswa. Setiap kelompok menentukan permasalahan dalam dunia pendidikan matematika yang ingin mereka selesaikan melalui penelitian pendidikan matematika (eksperimen). Selanjutnya, diberikan soal evaluasi terkait semua hal yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilakukan. Seluruh soal evaluasi dibuat berdasarkan indikator keterampilan meneliti yang telah dirumuskan pada bagian tinjauan pustaka. Untuk indikator yang pertama direpresentasikan oleh pertanyaan pertama dan kedua dalam evaluasi akhir ini.

Pertanyaan pertama terkait judul penelitian dan penjelasan yang terdapat pada judul tersebut. Seluruh mahasiswa berhasil menuliskan judul penelitian kelompok mereka

beserta penjelasan tentang judul penelitiannya. Hal menarik yang ditemui adalah mahasiswa mampu menjelaskan setiap variabel yang terdapat dalam penelitian mereka dan melihat keterkaitan antara perlakuan yang diberikan dengan hasil yang diharapkan. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.87 yang termasuk dalam kategori baik.

Pertanyaan selanjutnya menunjukkan bahwa mahasiswa mampu membuat rumusan masalah penelitian mereka berdasarkan judul yang mereka jelaskan pada pertanyaan sebelumnya dengan sangat baik. Rumusan masalah yang dituliskan terkait dengan penelitian yang telah mereka lakukan. Selain itu, mereka juga mampu menjelaskan tentang rumusan masalah yang dikemukakan. Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa mereka telah mampu membuat keterkaitan antara rumusan masalah, tujuan, dan judul penelitian. Secara tidak langsung, penjelasan tersebut juga menggambarkan tentang bagaimana proses pengumpulan data untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 4.13 yang termasuk dalam kategori sangat baik.

b. Mencari informasi yang dibutuhkan (relevan)

Sebelum memulai penelitian, setiap kelompok mencari informasi yang dibutuhkan (relevan) untuk mendukung penelitian mereka. Peneliti memfasilitasi setiap kelompok dengan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) sebagai pemandunya.

Hasilnya, saat proses evaluasi akhir pembelajaran, setiap mahasiswa mampu menjelaskan proses kegiatan pencarian informasi yang dibutuhkan (relevan) untuk penelitian yang telah mereka lakukan. Adapun aktivitas mencari informasi yang relevan terbagi menjadi 2 kategori, yaitu dengan observasi dan studi literatur. Mahasiswa mampu menjelaskan kegiatan observasi dan alasan mengapa dilakukan observasi untuk mencari informasi awal yang dibutuhkan. Selain itu, kelompok mahasiswa yang melakukan studi literatur juga mampu menjelaskan mengapa dilakukan studi literatur dan bagaimana proses pencarian informasi yang dibutuhkan melalui studi literatur.

Jawaban yang diberikan mahasiswa saat proses evaluasi akhir menunjukkan bahwa mahasiswa telah mampu melakukan pencarian informasi yang dibutuhkan (relevan) untuk mendukung penelitian mereka dengan baik. Kegiatan mencari informasi yang relevan berbeda setiap mahasiswa tergantung kelompok penelitian

mereka. Namun, setiap mahasiswa mengerti mengapa mereka harus melakukan kegiatan tersebut, melalui observasi atau studi literatur, untuk mendukung penelitian mereka. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.69 yang termasuk dalam kategori baik.

c. Menentukan metode penelitian yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang dikemukakan.

Setiap kelompok mengetahui tentang apa dan bagaimana metode penelitian pendidikan matematika. Pengetahuan ini diperoleh dengan kegiatan bedah beberapa artikel ilmiah (paper) dengan metode penelitian yang berbeda-beda. Melalui kegiatan ini, mahasiswa bisa belajar langsung dari pengalaman peneliti lain yang telah melakukan penelitian menggunakan suatu metode penelitian tertentu dengan membaca dan mendiskusikan hasil penelitian mereka dalam bentuk artikel ilmiah yang telah dipublikasikan dalam jurnal. Selanjutnya, mahasiswa secara berkelompok menentukan metode penelitian apa yang mereka gunakan untuk penelitian mereka.

Sebagian besar mahasiswa mampu menuliskan metode penelitian yang mereka gunakan dalam penelitian mereka saat evaluasi akhir pembelajaran dengan baik. Selain itu, mereka juga mampu menjelaskan metode penelitian yang mereka tentukan, bagaimana prosedurnya, dan mengapa mereka menggunakan metode penelitian tersebut untuk penelitian mereka. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.70 yang termasuk dalam kategori baik.

d. Membuat rancangan penelitian.

Setelah menentukan metode penelitian yang digunakan, setiap kelompok merancang penelitian yang mereka lakukan. Rancangan penelitian disini lebih kepada prosedur penelitian yang mereka lakukan selama proses penelitian. Peneliti memberikan lembar rancangan penelitian untuk membantu kegiatan merancang penelitian dan melakukan kegiatan diskusi kelas untuk mendapatkan masukan dari kelompok lain terkait rancangan penelitian yang telah dibuat. Hal ini sangat membantu setiap kelompok untuk menyempurnakan rancangan penelitian mereka.

Saat evaluasi akhir pembelajaran, mahasiswa mampu menuliskan dan menjelaskan rancangan penelitian yang telah mereka lakukan dengan sangat baik. Rancangan penelitian yang dituliskan mulai dari pembuatan instrumen penelitian, validasi instrumen penelitian,

pengumpulan data, analisis data, sampai membuat kesimpulan serta laporan akhir penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah mampu merancang suatu kegiatan penelitian berdasarkan pengalaman mereka melakukan penelitian saat proses pembelajaran. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 4.30 yang termasuk dalam kategori sangat baik.

e. Membuat instrumen penelitian yang digunakan dalam mengumpulkan data penelitian

Kegiatan membuat instrumen penelitian dimulai dengan mengisi lembar pengumpulan dan analisis data penelitian. Pada lembar kerja ini, setiap kelompok menentukan instrumen penelitian yang mereka gunakan untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan. Selanjutnya, setiap kelompok membuat kartu soal terlebih dahulu untuk instrumen tes dan melakukan validasi pakar, empiris, dan menghitung tingkat reliabilitas instrumen penelitian mereka. Tujuannya, agar hasil penelitian mereka dapat dipertanggungjawabkan karena instrumen penelitiannya sudah baik.

Hasilnya, saat evaluasi akhir pembelajaran, mahasiswa mampu menjelaskan prosedur pembuatan instrumen penelitian yang mereka gunakan saat melakukan penelitian secara berkelompok dengan sangat baik. Prosedur pembuatan instrumen yang dijelaskan sebahagian besar berfokus pada instrumen tes. Hal ini dikarenakan sebahagian besar mahasiswa melakukan penelitian eksperimen dengan menggunakan pretest dan posttest sebagai alat pengumpul data penelitiannya. Jawaban mahasiswa menunjukkan bahwa mereka telah mampu melakukan prosedur membuat instrumen penelitian yang baik, mulai dari menurunkan soal dari indikator kemampuan yang ingin di ukur, sampai dengan validitas dan reliabilitas. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.34 yang termasuk dalam kategori sangat baik

f. Menentukan sumber pengumpulan data penelitian (teknik *sampling*)

Mahasiswa secara berkelompok membuat *mind map* tentang berbagai hal terkait metodologi penelitian, termasuk tentang tata cara menentukan sumber pengumpulan data penelitian. Melalui kegiatan ini, mahasiswa mengetahui berbagai teknik *sampling* dan bagaimana menggunakannya. Selanjutnya, mereka mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam menentukan sampel penelitian pada penelitian yang telah dilakukan secara berkelompok selama proses pembelajaran.

Mahasiswa mampu menuliskan dan menjelaskan teknik pengambilan sampel yang mereka lakukan saat penelitian secara berkelompok dengan baik. Penjelasan dari jawaban mahasiswa, menunjukkan bahwa mereka telah mampu menentukan teknik *sampling* yang harus digunakan dalam penelitian mereka berdasarkan kebutuhan penelitian. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.81 yang termasuk dalam kategori baik.

g. Memilah dan mendeskripsikan data penelitian yang dikumpulkan

Mahasiswa memperoleh banyak data saat proses pengumpulan data, mulai dari video, foto, hasil wawancara, angket, dan hasil pretes serta postes. Untuk itu, mereka harus memilah dan mendeskripsikan data penelitian menggunakan lembar pengumpul dan analisis data penelitian sebagai pemandunya.

Hasilnya, saat evaluasi akhir pembelajaran, mahasiswa mampu menjelaskan tentang bagaimana mereka melakukan aktivitas memilah dan mendeskripsikan data penelitian yang telah mereka peroleh dengan baik. Hal ini terlihat dari penjelasan mahasiswa, yang salah satunya mereka menggunakan rubrik penilaian untuk mendeskripsikan data penelitian.

Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.01 yang termasuk dalam kategori baik. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan dari hasil penilaian individu untuk indikator ini. Hal ini disebabkan sebahagian mahasiswa tidak terlibat cukup intensif dalam kegiatan memilah data penelitian saat penelitian berlangsung secara berkelompok.

h. Menganalisis data penelitian, menginterpretasikan, dan membuat kesimpulan

Kegiatan menganalisis data penelitian, menginterpretasikan, dan membuat kesimpulan dilakukan saat proses pembelajaran dengan dipandu oleh dosen. Proses analisis data menggunakan software PSPP dengan prosedur yang telah dijelaskan oleh dosen terlebih dahulu. Aktivitas ini dilakukan setelah seluruh kelompok mahasiswa telah selesai mengumpulkan data penelitian yang dibutuhkan untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan saat penelitian yang mereka lakukan secara berkelompok.

Saat evaluasi akhir pembelajaran, mahasiswa mampu menjelaskan proses analisis data penelitian setelah seluruh data penelitian dikumpulkan dengan baik. Proses analisis data langsung fokus pada data yang telah dikumpulkan. Selanjutnya, berdasarkan hasil pengolahan

dan analisis data penelitian, mahasiswa menjawab rumusan masalah yang telah dikemukakan dan menarik kesimpulan hasil penelitian berdasarkan jawaban atas rumusan masalah tersebut. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 3.16 yang termasuk dalam kategori baik.

Hasil ini menunjukkan bahwa melalui pengalaman penelitian saat proses pembelajaran berbasis penelitian membuat mahasiswa mampu menganalisis data penelitian, menginterpretasikan, dan membuat kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah mereka lakukan secara berkelompok. Namun, keaktifan setiap mahasiswa dalam kelompok penelitian menyebabkan nilai individu menjadi kurang baik. Hanya mahasiswa yang menonjol dalam kelompok memiliki nilai yang sangat baik untuk indikator ini.

- i. Mengkomunikasikan hasil penelitiannya dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal.

Kegiatan diseminasi hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal saat pembelajaran di kelas memberikan pengalaman bagi mahasiswa dalam memkomunikasikan hasil penelitian mereka dalam bentuk artikel ilmiah. Pembuatan artikel ilmiah berdasarkan hasil penelitian mahasiswa secara berkelompok dilakukan selama proses pembelajaran di kelas dengan beberapa tahapan penulisan. Selanjutnya, artikel ilmiah yang telah dibuat diajukan untuk dipublikasikan dalam jurnal nasional terindeks *google scholar* menggunakan *Open Journal System*.

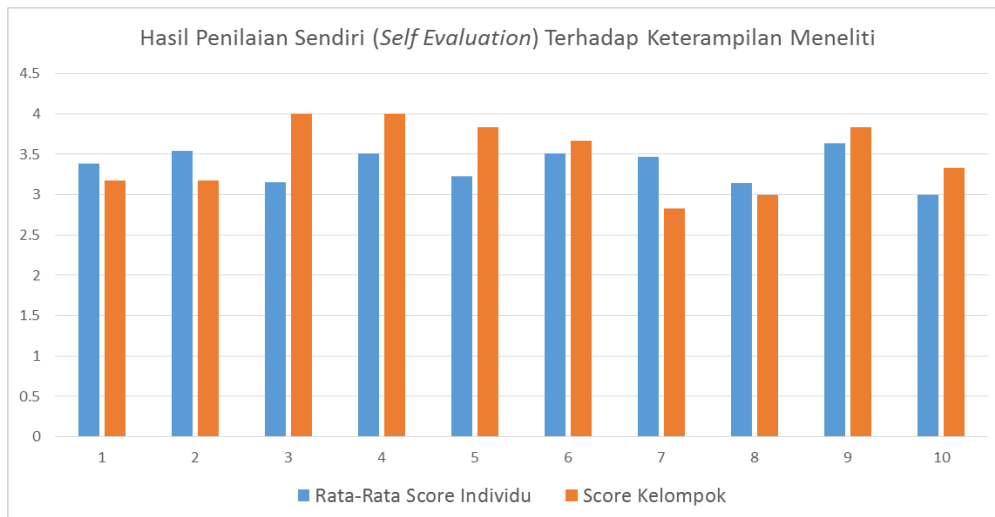
Hasilnya, saat evaluasi akhir pembelajaran, mahasiswa mampu menjelaskan proses mengkomunikasikan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal nasional terindeks *google scholar* dalam kategori cukup. Sebahagian mahasiswa mampu menjelaskan tentang tahapan membuat artikel ilmiah yang baik dan prosedur publikasi artikel ilmiah dalam jurnal dengan baik, namun sebahagian besar masih dalam kategori cukup. Secara keseluruhan, score rata-rata mahasiswa untuk pertanyaan ini adalah 2.16 yang termasuk dalam kategori cukup.

Selain itu, seluruh artikel ilmiah yang ditulis secara berkelompok telah dinilai menggunakan rubrik penilaian artikel ilmiah yang merepresentasikan seluruh indikator keterampilan menulis karya ilmiah sebelum diajukan ke jurnal. Hasil penilaiannya menunjukkan bahwa 30% artikel ilmiah dalam kategori Sangat Baik dan 70% dalam kategori

Baik. Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman mahasiswa dalam melakukan penelitian secara berkelompok selama proses pembelajaran berbasis penelitian telah menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam menulis karya ilmiah.

Secara keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis riset mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian sebagaimana hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Widayati, dkk. (2010), Waris (2009), Umar, dkk. (2011), Webb, Smith, & Worsfold (2011), GIHE (2008), dan University of Adelaide (2009). Perbedaan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya adalah hasil penelitian dari subjek penelitian fokus pada penelitian pendidikan matematika dan tahapan diseminasi sampai ke level publikasi hasil penelitian pada jurnal. Pada penelitian ini, subjek penelitian mampu sampai ke level penelitian 3 yang artinya penelitian peralihan sebesar 20% dan 4 yang artinya penelitian yang diinisiasi mahasiswa sebesar 80% berdasarkan *framework* keterampilan meneliti yang dikembangkan oleh Willison & O'Regan (2007).

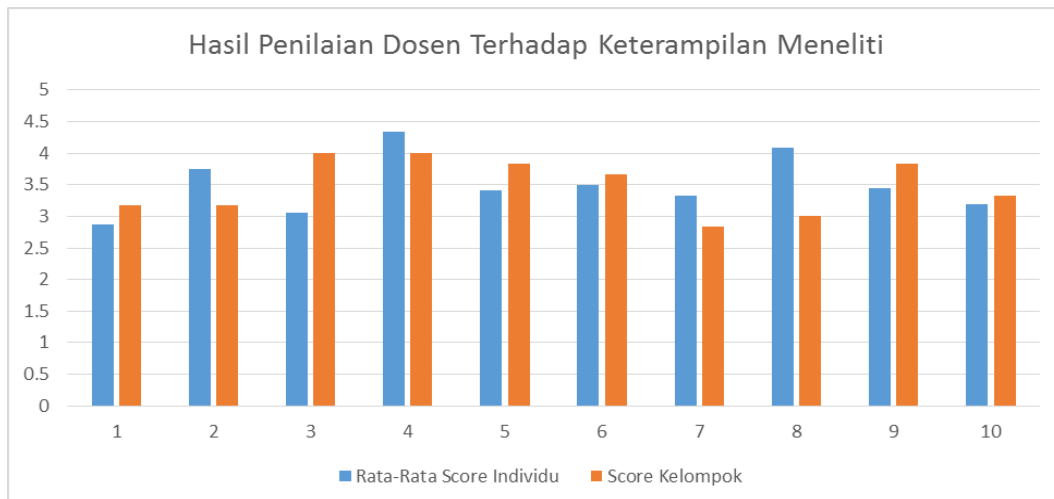
Penentuan level penelitian mahasiswa di level 3 dan 4 penelitian didasarkan pada hasil pengumpulan dan pengolahan data hasil *self evaluation* keterampilan meneliti yang dilakukan secara mandiri maupun berkelompok, seperti tampak pada Gambar 6. Data ini diperoleh menggunakan lembar penilaian pribadi terhadap keterampilan meneliti pada mahasiswa. Indikator keterampilan meneliti diturunkan pada setiap pertanyaan pada lembar penilaian (lihat Prahmana (2015b)). Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata score individu tertinggi berada di kelompok 9 dengan nilai 3.64 (kategori level 4) dan terendah berada di kelompok 10 dengan nilai 3 (kategori level 3), sedangkan rata-rata score individu pada kelompok yang lainnya berada diantara 3 dan 4 (kategori level 3), yang jika dirata-rata seluruh kelompok berada di angka 3.36 (kategori level 4). Terakhir, score kelompok tertinggi berada di kelompok 3 dan 4 dengan nilai 4 (kategori level 4) dan terendah berada di kelompok 8 dengan nilai 3 (kategori level 3), sedangkan score kelompok yang lainnya berada diantara 3 dan 4 (kategori level 4), yang jika dirata-rata seluruh kelompok berada di angka 3.48 (kategori level 4).



Gambar 6. Hasil *self evaluation* keterampilan meneliti

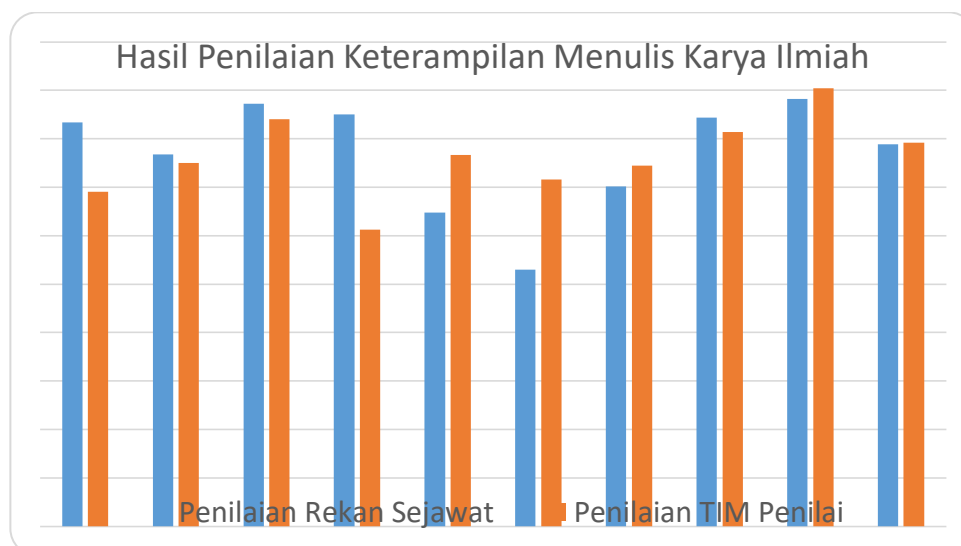
Hasil penilaian yang dilakukan oleh dosen untuk melihat keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian sedikit berbeda dengan Gambar 6, seperti tampak pada Gambar 7. Data ini diperoleh menggunakan lembar evaluasi akhir keterampilan meneliti yang disusun berdasarkan indikator keterampilan meneliti. Hasilnya, rata-rata score individu tertinggi berada di kelompok 4 dengan nilai 4.33 (kategori level 5) dan terendah berada di kelompok 1 dengan nilai 2.88 (kategori level 3), sedangkan rata-rata score individu pada kelompok yang lainnya berada diantara 3 dan 4 (kategori level 3), selain kelompok 8 dengan nilai 4.08 (kategori level 5), yang jika dirata-rata seluruh kelompok berada di angka 3.50 (kategori level 4). Terakhir, score kelompok tertinggi berada di kelompok 3 dan 4 dengan nilai 4 (kategori level 4) dan terendah berada di kelompok 8 dengan nilai 3 (kategori level 3), sedangkan score kelompok yang lainnya berada diantara 3 dan 4 (kategori level 4), yang jika dirata-rata seluruh kelompok berada di angka 3.48 (kategori level 4).

Selain itu, lintasan belajar yang dikembangkan menggunakan model pembelajaran berbasis riset juga mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam menulis karya ilmiah. Pernyataan ini didasarkan pada hasil pengumpulan dan pengolahan data evaluasi akhir pembelajaran terhadap keterampilan mahasiswa dalam menulis karya ilmiah, seperti tampak pada Gambar 8. Adapun, rubrik penilaian evaluasi tersebut dibuat berdasarkan indikator keterampilan menulis karya ilmiah, yang diisi oleh rekan sejawat dan TIM penilai karya ilmiah.



Gambar 7. Hasil penilaian dosen terhadap keterampilan meneliti

Hasil penilaian dari rekan sejawat menunjukkan bahwa score tertinggi berada di kelompok 9 dengan nilai 4.41 (kategori Sangat Baik) dan score terendah berada di kelompok 6 dengan nilai 2.65 (kategori Cukup). Secara keseluruhan, hasil penilaian dari rekan sejawat berada pada kategori Cukup sebesar 10%, Baik sebesar 40%, dan Sangat Baik sebesar 50%. Hal ini berbeda dengan hasil penilaian oleh TIM penilai (dosen) yang menunjukkan bahwa score tertinggi berada di kelompok 9 dengan nilai 4.52 (kategori Sangat Baik) dan score terendah berada di kelompok 4 dengan nilai 3.06 (kategori Baik). Secara keseluruhan, hasil penilaian dari TIM penilai berada di kategori Baik sebesar 70% dan Sangat Baik sebesar 30%.



Gambar 8. Hasil penilaian keterampilan menulis karya ilmiah

Jawaban atas Research Question Kedua

Pada *Research Question* kedua ini, peneliti lebih memfokuskan pada proses tumbuhnya keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah dalam lintasan belajar yang telah di rancang, mulai dari aktivitas menganalisis artikel ilmiah; merancang penelitian; mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data penelitian; membuat laporan penelitian; menuliskan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah; dan mempublikasikan artikel ilmiah pada jurnal nasional terindeks *google scholar*, sebagaimana pernyataan dalam *research question* kedua berikut ini:

Bagaimana lintasan belajar mahasiswa calon guru matematika menggunakan pembelajaran berbasis riset untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah, mulai dari merancang penelitian sampai mempublikasikan hasil penelitian?

Bentuk lintasan yang telah dirancang (Gambar 1 dan Gambar 2) dijadikan landasan atau pedoman dalam menjawab *research question* kedua di atas. Aktivitas dalam penelitian ini menghasilkan lintasan belajar mulai dari analisis jurnal, perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, pengolahan data, penulisan hasil penelitian, dan diseminasi hasil penelitian.

a. Lintasan belajar mahasiswa dalam menumbuhkan keterampilan meneliti

Pada proses pembelajaran di kelas, peneliti menggunakan sintaks model pembelajaran berbasis riset sebagai pedoman dalam kegiatan belajar mengajar. Hal ini dilakukan untuk memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam mempelajari suatu materi melalui kegiatan penelitian. Selanjutnya, mata kuliah metodologi penelitian yang dipilih sebagai topik implementasi pembelajaran menjadikan semuanya dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Pada awal aktivitas pembelajaran, mahasiswa diberikan tugas untuk membuat *mind map* secara berkelompok yang berisi tentang berbagai hal terkait metodologi penelitian. *Mind map* ini dijadikan pedoman atau ringkasan materi bagi setiap kelompok selama perkuliahan. Ketika mereka ingin melihat defenisi atas suatu istilah atau ciri-ciri dari suatu jenis metode penelitian, mereka tinggal melihat *mind map* yang telah mereka buat.

Selanjutnya, aktivitas analisis artikel ilmiah dalam jurnal dilakukan untuk memberikan pemahaman mahasiswa tentang materi metodologi penelitian dan

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

bagaimana melakukan penelitian melalui pengalaman penelitian orang lain yang telah dipublikasikan. Dosen memberikan lembar analisis jurnal sebagai panduan dalam menganalisis artikel ilmiah tersebut agar proses analisis lebih terarah. Kegiatan ini diakhiri dengan diskusi kelas untuk melihat pemahaman mahasiswa atas artikel yang mereka analisis. Hal ini membuat mahasiswa lebih memahami berbagai hal terkait metodologi penelitian, dibandingkan dengan ketika mereka hanya belajar dengan menghafalkan teori saja. Selain itu, aktivitas ini juga dilakukan untuk mencari isu-isu yang lagi tren dalam penelitian pendidikan matematika.

Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis artikel ilmiah sangat membantu dalam mencari informasi yang dibutuhkan (relevan) untuk merancang suatu penelitian, khususnya pada bagian kajian teori. Rancangan penelitian yang baik membuat proses penelitian berjalan lebih terarah.

Aktivitas merancang penelitian pendidikan matematika dilakukan secara berkelompok yang terdiri dari 3-4 mahasiswa. Setiap mahasiswa berdiskusi secara berkelompok untuk merancang penelitian pendidikan matematika yang mereka lakukan dan diakhiri dengan presentasi tiap kelompok untuk mendapatkan masukan dari kelompok lain serta dosen demi kesempurnaan rancangan penelitian mereka.

Selanjutnya, setiap kelompok melakukan pengambilan data penelitian yang dibutuhkan dari sumber data yang telah ditentukan. Untuk membimbing aktivitas ini agar lebih terarah, dosen membagikan lembar kerja pengumpulan dan analisis data penelitian untuk dikerjakan terlebih dahulu oleh seluruh kelompok penelitian. Aktivitas ini diakhiri dengan diskusi kelas yang dipandu oleh dosen untuk mengklarifikasi hasil pengerjaan setiap kelompok penelitian.

Kegiatan pengumpulan data penelitian dilakukan diluar jadwal perkuliahan. Setiap kelompok membuat instrumen penelitian, memvalidasi, dan menentukan sumber (tempat) pengumpulan data penelitian. Setelah seluruh data terkumpul, setiap kelompok memilah, menganalisis, dan mendeskripsikan data penelitian dengan dibimbing oleh dosen. Setiap kelompok membuat kesimpulan hasil penelitian berdasarkan hasil analisis data yang telah diselesaikan.

Aktivitas terakhir dalam lintasan belajar ini adalah mendiseminasikan hasil penelitian setiap kelompok dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal. Awalnya, setiap kelompok membuat laporan hasil penelitian yang berisi semua hal terkait penelitian yang mereka

lakukan dan artikel ilmiah berdasarkan hasil penelitian mereka. Selanjutnya, setiap kelompok mahasiswa mencari website jurnal yang telah menggunakan *Open Journal System (OJS)* untuk kemudian melakukan *submission online* terhadap artikel ilmiah yang telah mereka selesaikan. Terakhir, dosen membimbing setiap kelompok untuk melakukan *submission online* di jurnal yang telah mereka pilih menggunakan OJS. Seluruh judul artikel dan tempat publikasinya dituliskan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Judul artikel ilmiah dan jurnal tempat publikasinya

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal
1.	Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis melalui Pendekatan Pembelajaran <i>Student-Teams-Achivement Division</i> (STAD)	Jurnal Riset Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta (http://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm)
2.	Penerapan Model <i>Talking Stick</i> pada Materi Luas Trapesium dan Luas Belah Ketupat untuk Siswa Kelas V SD	Nuansa Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang (http://ejournal.unp.ac.id/index.php/NPM)
3.	Peningkatan Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa Menggunakan Pembelajaran Matematika Gasing (Gampang, Asyik, dan Menyenangkan)	Jurnal Elemen STKIP Hamzanwadi Selong (http://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/jel)
4.	Penggunaan Kobesi dalam Matematika Gasing untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Perkalian Siswa SD	Suska Journal of Mathematics Education (http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/SJME)
5.	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VI SD pada Materi Volume Kubus dan Balok	Jurnal PELANGI Research of Education and Development STKIP PGRI Sumatera Barat (http://ejournal.stkip-pgri-

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal
	dengan Menggunakan Alat Peraga Vokuba	sumbar.ac.id/index.php/pelangi)
6.	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SD melalui Penerapan Model Pembelajaran <i>Discovery Learning</i>	EDUMATH STKIP Jombang (http://ejournal.stkipjb.ac.id/index.php/EDUMAT)
7.	Penggunaan Alat Peraga Pemburu Bata untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Bangun Datar	E-DUMATH STKIP MPL (http://ejournal.stkipmpringsewu-lpg.ac.id/index.php/edumath)
8.	Penerapan Model Pembelajaran <i>Numbered-Head Together</i> (NHT) Terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa Kelas V SD	EDUMATICA PMIPA FKIP Universitas Jambi (http://online-journal.unja.ac.id/index.php/edumatica/index)
9.	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Numbered-Head Together</i> (NHT) Terhadap Kemampuan Pemahaman Matematis pada Materi Teorema Pythagoras	Journal of Mathematics and Mathematics Education FKIP Universitas Negeri Sebelas Maret (http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/jmme/index)
10.	Pengaruh Model Pembelajaran PBL (<i>Problem-Based Learning</i>) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa terhadap Materi Keliling dan Luas Bangun Datar pada Siswa Kelas IV SD	Jurnal Infinity STKIP Siliwangi (http://ejournal.stkipsiliwangi.ac.id/index.php/infinity/index)

Seluruh aktivitas di atas sangat penting dalam menjembatani tumbuhnya keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian pendidikan matematika. Tahapan-tahapan dalam pembelajaran berbasis pengalaman dalam melakukan penelitian menjadi faktor utama dalam membuat lintasan belajar ini.

b. Lintasan belajar mahasiswa dalam menumbuhkan keterampilan menulis karya ilmiah

Aktivitas menulis karya ilmiah dilakukan setelah seluruh data penelitian selesai dianalisis dan diinterpretasikan, serta telah didapatkan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut. Awalnya, dosen memberikan penjelasan tentang berbagai jenis karya ilmiah, persamaan dan perbedaan, serta bagaimana tahapan penulisannya (mengembangkan ide tulisan) termasuk aturan penulisannya. Selanjutnya, dosen memfokuskan pembelajaran pada penulisan karya ilmiah dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal. Terakhir, dosen membimbing setiap kelompok untuk menulis artikel ilmiah dengan memperlihatkan beberapa contoh artikel ilmiah yang telah dipublikasikan.

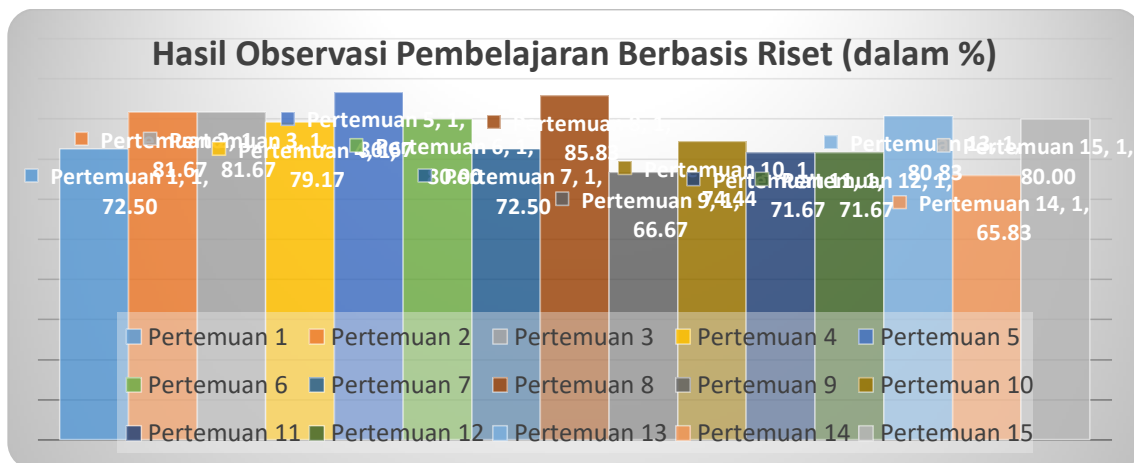
Setiap kelompok diberikan tugas untuk mencari artikel ilmiah yang menggunakan metode penelitian yang sama dengan yang mereka kerjakan dan telah dipublikasikan dalam jurnal. Artikel tersebut dijadikan panduan bagi masing-masing kelompok untuk menulis artikel ilmiah mereka. Cara ini sangat efektif dilakukan berdasarkan pengalaman peneliti dalam menulis artikel ilmiah.

Setelah artikel ilmiah selesai dikerjakan, peneliti menyebut artikel ilmiah tersebut sebagai *prototype 1*, kemudian setiap kelompok saling bertukar artikel ilmiah untuk ditelaah dan dikomentari atau diberikan masukan perbaikan. Selanjutnya, setiap kelompok merevisi artikel ilmiah mereka berdasarkan masukan dari kelompok lain. Peneliti menyebut artikel ilmiah hasil revision tersebut sebagai *prototype 2*. *Prototype 2* ini dikumpulkan ke dosen untuk ditelaah dan diberikan masukan perbaikan. Setiap kelompok melakukan revisi untuk kedua kalinya terhadap artikel ilmiah berdasarkan masukan dari dosen. Terakhir, setiap kelompok mengumpulkan hasil revisian kedua yang disebut sebagai *final paper* oleh peneliti untuk dinilai menggunakan rubrik penilaian yang dibuat berdasarkan indikator keterampilan menulis karya ilmiah.

Seluruh aktivitas tersebut sangat penting untuk menjembatani tumbuhnya

keterampilan mahasiswa dalam menulis karya ilmiah dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal. Salah satu sintaks model pembelajaran berbasis riset, mengkomunikasikan hasil penelitian, menjadi faktor penting dalam membuat lintasan belajar ini.

Secara keseluruhan, lintasan belajar mahasiswa menggunakan pembelajaran berbasis riset untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah dapat dilihat dari hasil observasi kelas terhadap pembelajaran tersebut, seperti tampak pada Gambar 9. Lembar observasi tersebut dibuat berdasarkan tahapan-tahapan (sintaks) pembelajaran berbasis riset. Hasilnya menunjukkan persentase tertinggi berlangsung pada pertemuan 5 dengan 86.67% yaitu aktivitas presentasi proposal penelitian dan persentase terendah berlangsung pada pertemuan 14 dengan 65.83% yaitu presentase hasil dan rancangan penelitian.



Gambar 9. Hasil observasi pembelajaran berbasis riset

Rata-rata persentase dari seluruh aktivitas pembelajaran selama 15 pertemuan sebesar 76.74%, yang artinya aktivitas pembelajaran sudah mencerminkan implementasi pembelajaran berbasis riset dengan kategori baik. Hal ini membuktikan bahwa lintasan belajar yang mampu menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah telah mengimplementasikan tahapan-tahapan pembelajaran berbasis riset selama proses pembelajarannya.

Prinsip Desain dan Karakteristik Penelitian Pendidikan Matematika

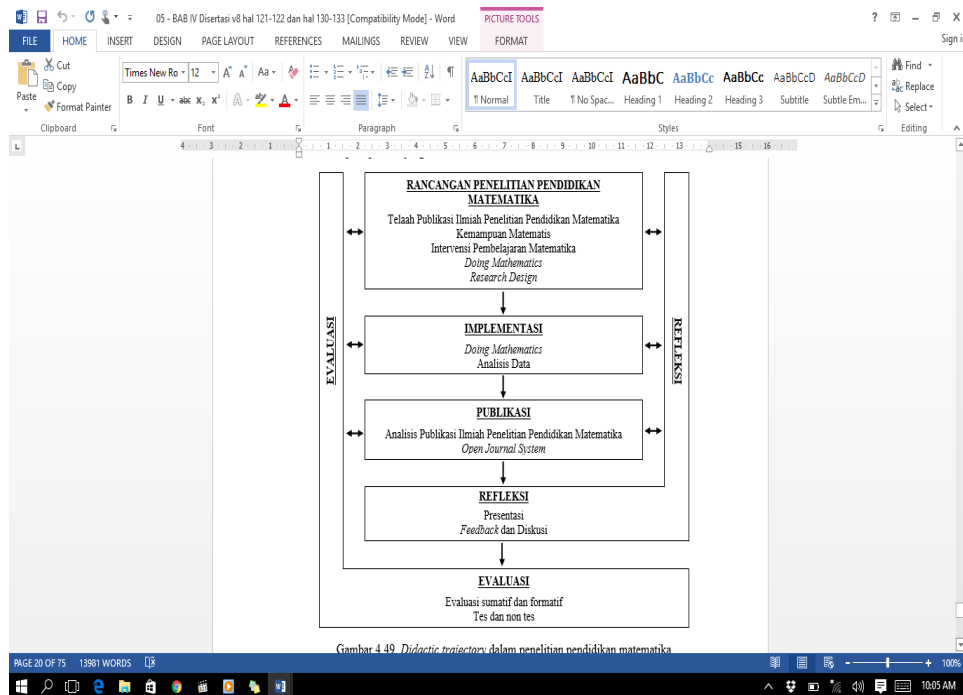
Prinsip-prinsip desain adalah pernyataan-pernyataan heuristik (*heuristic statements*) berdasarkan masukan atau saran yang didasarkan pada penelitian untuk menyelesaikan suatu masalah

(Akker, dkk. 2006; Plomp, 2013). Pernyataan tersebut harus selalu dikembangkan dalam situasi
 Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

tertentu, sehingga tidak memberikan jaminan keberhasilan dalam situasi yang lainnya. Namun, pernyataan tersebut semakin baik, ketika divalidasi dalam berbagai situasi. Oleh karena itu, seluruh aktivitas yang di desain dan diimplementasikan dalam penelitian ini didokumentasikan dan dianalisis secara retrospektif untuk menghasilkan prinsip-prinsip desain pada LIT Penelitian Pendidikan Matematika (satu set prosedur dan kondisi yang menyebabkan ketercapaian target pembelajaran) seperti tampak pada Gambar 10. Selanjutnya, karakteristik LIT penelitian pendidikan matematika memberikan kekhasan dalam prinsip desain yang telah dihasilkan.

Prinsip-prinsip desain pada lintasan belajar penelitian pendidikan matematika (*didactic trajectory* dalam penelitian pendidikan matematika) merupakan aktivitas pembelajaran berbasis riset yang dilaksanakan dalam 16 pertemuan pada mata kuliah Metodologi Penelitian. Aktivitas ini dibagi kedalam 2 bagian besar yaitu aktivitas pembelajaran di kelas (Rancangan Penelitian Pendidikan Matematika, Publikasi, Refleksi, dan Evaluasi) dan pengumpulan data di sekolah (Implementasi).

Selama aktivitas pembelajaran di kelas, mahasiswa diberikan kesempatan untuk belajar tentang bagaimana menelaah artikel ilmiah penelitian pendidikan matematika, merumuskan masalah penelitian pendidikan matematika yang terdiri fakta, prosedur, prinsip, dan konsep matematika. Mahasiswa menelaah beberapa kemampuan matematis beserta indikatornya, seperti kemampuan pemahaman matematis, pemecahan masalah matematis, dan representasi matematis. Selanjutnya, mahasiswa membuat rancangan penelitian untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan dan mengimplementasikannya pada suatu sampel penelitian, seperti menggunakan pendekatan *Student-Teams-Achivement Division* (STAD), model *Talking Stick*, pembelajaran Matematika GASING, model *Discovery Learning*, model *Numbered-Head Together* (THT), model *Problem-Based Learning* (PBL), dan beberapa media pembelajaran. Terakhir, mahasiswa melakukan pengolahan data hasil penelitian, membuat kesimpulan, menulis artikel ilmiah berdasarkan data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, dan men-*submit* artikel ilmiah tersebut pada jurnal nasional terindeks *google scholar* menggunakan *Open Journal System*. Aktivitas refleksi dilaksanakan pada setiap aktivitas pembelajaran di kelas untuk memberikan masukan dan pemahaman atas suatu materi yang sedang dipelajari dalam bentuk diskusi dan presentasi, sedangkan aktivitas evaluasi dilaksanakan pada seluruh aktivitas untuk melihat ketercapaian pada setiap aktivitas pembelajaran.



Gambar 10. *Didactic trajectory* dalam penelitian pendidikan matematika (Prahmana, 2016)

Didactic trajectory dalam penelitian pendidikan matematika dikembangkan berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis riset untuk menumbuhkan keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah. Prinsip-prinsip tersebut adalah (1) bahan ajar diperkaya dengan hasil penelitian dosen yang dapat dijadikan acuan dalam melakukan penelitian bagi mahasiswa; (2) sejumlah hasil temuan penelitian terbaru tentang tren penelitian pendidikan matematika, digunakan dan dicari sejarah hasil penemuannya; (3) kegiatan pembelajaran diperkaya dengan isu-isu penelitian kontemporer dalam dunia pendidikan matematika; (4) materi metode penelitian pendidikan matematika diajarkan di awal proses pembelajaran; (5) kegiatan belajar-mengajar diperkaya dengan kegiatan penelitian pendidikan matematika dalam skala kecil yang dilakukan secara berkelompok; (6) kegiatan pembelajaran diperkaya dengan keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan penelitian pendidikan matematika yang membawa nama institusi (Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian); (7) kegiatan pembelajaran diperkaya dengan mendorong mahasiswa agar menjadi bagian dari budaya meneliti di program studi Pendidikan Matematika; dan (8) kegiatan pembelajaran diperkaya dengan nilai-nilai yang harus dimiliki oleh seorang peneliti (see e.g. Widayati, dkk. 2010; GIHE, 2008; Baldwin, 2005; Waris, 2009;

Appel, 1995; Cryer, 2006; Farkhan, 2008; Healey, 2005; Prahmana & Kusumah, 2016, Willison & O'Regan, 2007; Umar, dkk. 2011; Prahmana, Kusumah, & Darhim, 2016).

Selain prinsip-prinsip di atas, terdapat beberapa karakteristik dari *didactic trajectory* yang telah dikembangkan untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah. Karakteristik-karakteristik tersebut adalah (1) mahasiswa sebagai pusat kegiatan pembelajaran; (2) peran fasilitator pembelajaran dipegang penuh oleh dosen; (3) mahasiswa memiliki suatu proyek penelitian pendidikan matematika; (4) hasil penelitian diintegrasikan dengan materi pembelajaran; (5) mahasiswa dituntut untuk berperan aktif selama pelaksanaan penelitian pendidikan matematika; (6) instrumen penelitian digunakan saat proses pembelajaran; (7) konteks riset dikembangkan secara inklusif (mahasiswa mempelajari prosedur dan hasil riset untuk memahami seluk-beluk sintesis); dan (8) hasil penelitian didiseminasikan dalam forum ilmiah atau jurnal ilmiah pendidikan matematika oleh mahasiswa dengan difasilitasi oleh dosen (Prahmana, 2015a).

Seluruh subjek penelitian berhasil melakukan penelitian pendidikan matematika dan mempublikasikan hasil penelitian mereka dalam bentuk artikel ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa *didactic trajectory* dalam penelitian pendidikan matematika yang terdiri dari 7 aktivitas tersebut (lihat Gambar 2) telah memberikan pengetahuan tentang berbagai permasalahan yang dihadapi siswa terkait kemampuan matematis dan tindakan untuk menyelesaikannya yang diformulasikan dalam bentuk penelitian pendidikan matematika. Mahasiswa juga mendapatkan pengalaman melakukan kegiatan mengajar (memberikan perlakuan) di kelas untuk menyelesaikan permasalahan yang dihipotesiskan. Terakhir, mahasiswa mendapatkan pengalaman dalam mengolah data penelitian sampai mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian dan kemudian menuliskannya dalam bentuk artikel ilmiah. Mahasiswa merasa keterampilan mereka dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah tumbuh dan berkembang setelah menyelesaikan seluruh aktivitas dalam lintasan belajar penelitian pendidikan matematika yang telah di desain.

III. SIMPULAN

Penggunaan model pembelajaran berbasis riset dalam pembuatan desain lintasan belajar penelitian pendidikan matematika memiliki peranan yang sangat penting sebagai *trigger* tumbuhnya keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah pada mahasiswa calon guru

matematika. Hal ini ditunjukkan dengan salah satu produk akhir penelitian berupa 10 hasil penelitian mahasiswa dan 10 karya mahasiswa berupa artikel ilmiah yang telah di-*submit* pada jurnal nasional ber-ISSN dan terindeks *Google Scholar* menggunakan *Open Journal System* (OJS). Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis riset memberikan peranan yang sangat besar dalam menumbuhkan keterampilan mahasiswa calon guru matematika dalam melakukan penelitian dan menulis artikel ilmiah di Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Surya, Tangerang.

Lintasan belajar yang dihasilkan adalah lintasan belajar yang dilalui mahasiswa dalam rangka menumbuhkan keterampilan mereka dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah, mulai dari analisis jurnal sampai mengkomunikasikan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional ber-ISSN dan terindeks *Google Scholar*. Lintasan belajar ini terdiri dari 7 aktivitas yang telah disusun oleh peneliti agar dilalui mahasiswa untuk menumbuhkan keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah.

Hasil pengembangan akhir dari lintasan belajar dalam penelitian ini memberikan kontribusi berupa *local instruction theory* penelitian pendidikan matematika untuk menumbuhkan keterampilan mahasiswa calon guru matematika dalam melakukan penelitian dan menulis karya ilmiah yang belum pernah ada pengembangannya di Indonesia. Teori ini menjelaskan tentang langkah-langkah yang harus dilalui mahasiswa menggunakan pembelajaran berbasis riset agar keterampilan meneliti dan menulis karya ilmiah dapat tumbuh pada setiap mahasiswa calon guru matematika. Langkah-langkah yang harus dilalui mahasiswa dibagi kedalam 7 aktivitas pembelajaran yaitu (1) aktivitas membuat *mind map* tentang berbagai hal terkait metodologi penelitian dan kemudian mendiskusikannya; (2) aktivitas menganalisis hasil penelitian dosen atau peneliti lain yang menggunakan berbagai metode penelitian; (3) aktivitas mencari masalah penelitian, membuat dan memvalidasi instrumen penelitian, dan menentukan sumber data serta pengumpulan data penelitian; (4) aktivitas mengolah dan menganalisis data penelitian; (5) aktivitas menuliskan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah; (6) aktivitas menilai artikel ilmiah; dan (7) aktivitas melakukan *submission online* artikel ilmiah pada jurnal nasional menggunakan OJS. Terakhir, keterampilan meneliti yang ditumbuhkan fokus pada tren penelitian pendidikan matematika dan keterampilan menulis karya ilmiahnya fokus pada artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal nasional terindeks *Google Scholar*. *Local instruction theory* yang dihasilkan memiliki prinsip-prinsip desain dan karakteristik yang memberikan kekhasan dalam

teori belajar yang dihasilkan, sehingga kata *local* dalam teori ini fokus kepada penelitian pendidikan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akker, Jvd, Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen. 2006. *Educational Design Research*. London: Routledge Taylor and Francis Group.
- [2] Appel, J. 1995. *Roles of Teachers: A Case Study Based on Diary of a Language Teacher*. Autora: Universitas Jaume-I.
- [3] Baldwin, G. 2005. *The Teaching-Research Nexus: How Research Informs and Enhances Learning and Teaching in the University of Melbourne*. Melbourne: Centre for the Study of Higher Education, the University of Melbourne.
- [4] Bangun, P.B.J., Irmeilyana, & Andarini, I. (2011). *Analisis Korespondensi untuk Mengetahui Hubungan Lama Studi dengan IPK dan Lama Skripsi Alumni Matematika FMIPA UNSRI Angkatan 2001-2002*. Jurnal Penelitian Sains, 14 (1(A)), hlm. 13-18.
- [5] Cryer, P. 2006. *The Research Student's Guide to Success, Third Edition*. London: McGraw-Hill Open University Press.
- [6] Farkhan, M. 2008. *Research-Based Learning*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- [7] Fathonah, S., Wahyuningsih, S.E., & Wahyuningsih, U. 2011. *Determinan Masa Penulisan Skripsi Mahasiswa Prodi PKK*. Jurnal Kompetensi Teknik, 2 (2), hal. 127-136.
- [8] Firmansyah, R. 2014. *Kecemasan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Tugas Akhir Studi dan Solusinya Perspektif Bimbingan dan Konseling Islami*. (Skripsi). Institut Agama Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- [9] Gravemeijer, K. 2004. *Local Instructional Theories as Means of Support for Teacher in Reform Mathematics Education*. *Mathematical Thinking and Learning*, 6 (2), hal. 105-128. Lawrence Erlbaum Association, Inc.
- [10] Griffith Institute for Higher Education (GIHE). 2008. *Research-Based Learning: Strategies for Successfully Linking Teaching and Research*. Queensland: University of Griffith.
- [11] Healey, M. 2005. *Linking Research and Teaching: Disciplinary Spaces*. Dalam R. Barnett (Penyunting), *Reshaping the University: New Relationships between*

Research, Scholarship, and Teaching (hlm. 30-42). Maidenhead: McGraw-Hill/Open University Press.

- [12] Majelis Profesor Riset Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2007. *Kode Etika Peneliti*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [13] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi.
- [14] Peraturan Rektor Universitas Pendidikan Indonesia Nomor 4518/UN40/HK/2014 Tentang Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UPI Tahun Akademik 2014/2015.
- [15] Plomp, T. 2013. *Educational Design Research: An Introduction*. Dalam T. Plomp & N. Nieveen (Penyunting), *Educational Design Research* (hlm. 10-51). Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- [16] Prahmana, R.C.I. 2012. *Pendesainan Pembelajaran Operasi Bilangan Menggunakan Permainan Tradisional Tepuk Bergambar untuk Siswa Kelas III Sekolah Dasar (SD)*. (Tesis). Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [17] Prahmana, R.C.I. 2014. *Faktor Penyebab Kesulitan Mahasiswa dalam Penulisan Proposal Skripsi*. Makalah STKIP Surya. Tidak dipublikasikan. Tangerang: STKIP Surya.
- [18] Prahmana, R.C.I. 2015a. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu (Matematika).
- [19] Prahmana, R.C.I. 2015b. *Hubungan antara Keterampilan Meneliti dan Pembuatan Skripsi Mahasiswa Pendidikan Matematika*. *Jurnal Numeracy*, 2(2), hlm. 70-78. Aceh: STKIP Getsempena.
- [20] Prahmana, R.C.I. 2016. *Local Instruction Theory Penelitian Pendidikan Matematika untuk Menumbuhkan Keterampilan Mahasiswa Calon Guru dalam Melakukan Penelitian dan Menulis Karya Ilmiah*. (Disertasi). Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- [21] Prahmana, R.C.I., & Kusumah, Y.S. 2016. *The Hypothetical Learning Trajectory on Research in Mathematics Education using Research-Based Learning*. *Pedagogika*, 123(3). Vilnius: Lithuanian University of Educational Sciences.
- [22] Prahmana, R.C.I., Kusumah, Y.S., & Darhim. 2015. *Lintasan Belajar Mahasiswa melalui Pembelajaran Berbasis Riset untuk Menumbuhkan Keterampilan Meneliti pada Mahasiswa Pendidikan Matematika*. Makalah yang disampaikan dalam Konferensi Nasional Pendidikan Matematika 6. Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.

- [23] Prahmana, R.C.I., Kusumah, Y.S., & Darhim. 2016. *Keterampilan Mahasiswa dalam Melakukan Penelitian Pendidikan Matematika Melalui Pembelajaran Berbasis Riset. Beta*, 9(1), hlm. 1-13.
- [24] Purnami, W.I.D. 2008. *Masihkah TA Mendominasi Masa Studi Mahasiswa? Syarat Tamat Jurusan Matematika Universitas Negeri Sebelas Maret*.
- [25] Puspitasari, R.T. 2013. *Adversity Quotient dengan Kecemasan Mengerjakan Skripsi Pada Mahasiswa*. *Jurnal Online Psikologi*, 1 (2), hlm. 299-310.
- [26] Rahmiati. 2014. *Problematika Mahasiswa dalam Menulis Karya Ilmiah*. *Jurnal Al Hikmah*, 14 (1), hlm. 90-106.
- [27] Sabandar, J. 2009. *Tren Penelitian Pendidikan Matematika*. (Makalah UPI). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- [28] Santosa, A.B., Wiyanarti, M., & Darmawan, W. 2009. *Peran Team Pertimbangan Penulisan Skripsi: Benarkah Sudah Optimal?* *Jurnal Penelitian*, 10 (2), hlm. 1-7.
- [29] Siswono, T.Y.E. 2010. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Surabaya: Unesa University Press.
- [30] Supriyadi. 2013. *Menulis Karya Ilmiah dengan Pendekatan Konstruktivisme: Pembelajaran Menulis Karya Ilmiah yang Inovatif dan Konstruktif*. Gorontalo: UNG Press.
- [31] im Penyusun KKNi Dikti. 2013. *Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia dan Implikasinya Pada Dunia Kerja dan Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Dikti.
- [32] Umar, M.K., Yusuf, M. Supartin, Uloli, R. Abjul, T., & Ntobuo, N.E. 2011. *Laporan Hasil Penelitian Pengembangan Pembelajaran Berbasis Riset di Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Gorontalo*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- [33] University of Adelaide. 2009. *A Handbook for Research Skill Development and Assessment in the Curriculum*. Adelaide: the Australian Learning and Teaching Council Ltd.
- [34] Waris, A. 2009. *Model Pembelajaran Berbasis Riset (PBR) di Program Studi Fisika ITB*. *Berita Pembelajaran*, 6 (2), hlm. 1-3. Bandung: Kantor Wakil Rektor Senior Bidang Akademik (WRSA) ITB.
- [35] Webb, F., Smith, C., & Worsfold, K. 2011. *Research Skills Toolkit*. Queensland: Griffith Institute for Higher Education.

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

- [36] Widayati, D.T., Luknanto, D., Rahayuningsih, E., Sutapa, G., Harsono, Sancayaningsing, R.P., & Sajarwa. 2010. *Pedoman Umum Pembelajaran Berbasis Riset*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [37] Willison, J. & O'Regan, K. 2007. *Commonly Known, Commonly Not Known, Totally Unknown: A Framework for Students Becoming Researchers*. *The Higher Education Research and Development*, 26 (4), hlm. 393-409.

PENATAAN NALAR SISWA SMP DALAM MENGANALISIS KONSEP BANGUN-BANGUN SEGIEMPAT

Oleh

Juliana Selvina Molle

Dosen Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Universitas Pattimura

ABSTRAK

Matematika adalah suatu disiplin ilmu yang mempunyai peranan yang cukup besar dalam menunjang ilmu pengetahuan dan teknologi, karena penguasaan matematika menuntun siswa dalam berpikir rasional, kritis, sistematis, produktif serta lugas. Menyadari peranannya yang semakin penting tersebut, maka peningkatan matematika perlu mengantisipasi tantangan masa depan yang semakin rumit dan kompleks sehingga dapat mengembangkan kemampuan intelektual siswa. Siswa SMP dalam mempelajari bangun-bangun segiempat ternyata belum mampu membuat definisi secara lisan/tulisan dengan bahasa sendiri, belum mampu melihat ada tidaknya hubungan antara dua segiempat berdasarkan definisi yang dibuatnya, untuk itulah pada kesempatan ini dikemukakan beberapa contoh kemungkinan pelaksanaan dalam proses pembelajaran matematika khususnya bangun-bangun segiempat.

Kata Kunci: *Penataan Nalar, Bangun-Bangun Segiempat*

I. PENDAHULUAN

Geometri merupakan suatu topik matematika sekolah yang diajarkan di setiap jenjang pendidikan. Seiring dengan itu Soedjadi (1994:2) menyatakan bahwa pengajaran matematika di setiap jenjang persekolahan yang berorientasi masa depan mempunyai tujuan yang bersifat formal, yaitu yang berkaitan dengan penataan nalar dan pembentukan sikap siswa dan tujuan yang bersifat material yaitu yang berkaitan dengan penggunaan atau penerapan matematika.

Selanjutnya untuk melaksanakan pendidikan matematika yang diarahkan kepada menumbuhkan kemampuan-kemampuan yang transferabel tidak hanya dapat ditumbuhkan melalui kemampuan atau ketrampilan menerapkan matematika atau menyelesaikan soal, tetapi lebih dari itu diantaranya adalah memberikan kesempatan

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

yang cukup kepada siswa untuk dapat melakukan analisis situasi dan mengajukan alasan-alasan yang logis. Untuk mewujudkan tujuan yang telah diungkapkan, peranan guru sebagai pembimbing proses pembelajaran hendaknya dapat menumbuhkan upayanya pada (1) optimalisasi interaksi antar elemen proses pembelajaran, yaitu guru-siswa – sarana dan (2) optimalisasi keikutsertaan seluruh peserta didik. (Soedjadi 1992 : 90).

Ratna Yudhawati (2011 : 21) mengatakan bahwa siswa hendaknya diberi kesempatan melakukan eksperimen dengan objek fisik yang ditunjang interaksi dengan teman sebayanya dan dibantu pertanyaan dari guru. Guru hendaknya banyak memberikan rangsangan kepada siswa agar mudah berinteraksi dengan lingkungannya dan seara aktif menari dan menemukan berbagai hal dari lingkungannya.

Dengan demikian guru matematika harus mempunyai daya kreatif yang tinggi dalam mengolah bahan ajar agar dapat meningkatkan penalaran dan mempertajam pemikiran siswa. Pada penulisan ini akan ditinjau tentang konsep bangun-bangun datar khususnya dalam menentukan hubungan antara bangun-bangun segiempat.

Bangun bangun datar adalah salah satu materi geometri yang diajarkan pada siswa SMP yang berisikan jenis-jenis bangun segiempat seperti persegi panjang, persegi, jajargenjang, trapezium dan layang-layang. Bangun segiempat yang pertama kali dikenalkan kepada siswa adalah persegi panjang. Siswa diberi contoh dan bukan contoh dari persegi panjang dan diiringi dengan pengenalan nama dari bangun tersebut, Begitu seterusnya secara bertahap sehingga pada semua jenis segiempat dikenalkan pada siswa dan siswa dituntut untuk mampu membedakan antara bangun-bangun segiempat tersebut.

II. PEMBAHASAN

A. Penataan nalar dalam mempelajari matematika

Penataan nalar menyangkut pada pembudayaan penalaran siswa Suriasumantri (2003:43) menyatakan bahwa penalaran merupakan suatu proses berpikir dalam menarik suatu kesimpulan yang berupa pengetahuan dengan menggunakan langkah tertentu.

Penalaran sebagai suatu kegiatan berpikir mempunyai ciri-ciri yaitu:

1. Adanya suatu pola berpikir secara luas disebut logika. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa tiap bentuk penalaran mempunyai logika tersendiri, sehingga dapat dikatakan bahwa penalaran merupakan suatu proses berpikir logis.
2. Bersifat analitis, artinya penalaran merupakan suatu kegiatan berpikir yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada yang menyadarkan kepada suatu analisis. Hal yang sama dikemukakan Suharnan (2005 :157) mengatakan bahwa titik berat penalaran adalah bagaimana seseorang menarik suatu kesimpulan, dan mengevaluasi apakah kesimpulan yang dihasilkan itu sah (valid) atau tidak sah selanjutnya dikatakan bahwa penalaran terlibat dalam proses pemecahan masalah, karena memang beberapa bentuk penalaran biasanya merupakan bagian dari pemecahan masalah itu sendiri.

Soedjadi(1994:27) menyatakan bahwa agar pembudayaan penalaran dapat tercapai, perlu diupayakan agar penyajian matematika sekolah, baik didalam kelas maupun dalam buku ajar benar-benar diarahkan kepada penataan nalar. Untuk itu guru matematika juga harus ingat bahwa upaya penataan nalar siswa tidak hanya bisa ditumbuhkan melalui kemampuan atau ketrampilan menetapkan matematika atau menyelesaikan soal, tetapi juga dapat ditumbuhkan dengan melakukan analisis tentang konsep.

Suharman (2005 : 115) mengatakan bahwa konsep didefinisikan sebagai sekumpulan atau seperangkat sifat yang dihubungkan oleh aturan-aturan tertentu. Dengan demikian konsep menunjuk pada sifat-sifat umum yang menonjol dari suatu objek atau ide. Jadi konsep dapat dibentuk melalui gambar visual.

B. TAHAP- TAHAP BELAJAR GEOMETRI

Untuk mempelajari geometri, van Hiell (dalam Clement, 1992:426) menyatakan bahwa terdapat lima tahap yang harus dilewati. Tahap-tahap tersebut berurutan secara hirarki, karena itu tahap yang lebih rendah harus dikuasai sebelum menginjak ketahap berikutnya. Adapun tahap-tahap tersebut adalah:

Tahap 0 Visual

Pada tahap ini siswa mengenal bangun-bangun geometri seperti persegi panjang, persegi, kubus, bola dan sebagainya. Siswa mengenal bangun geometri dengan melihat model dari bangun geometri dan dihubungkan dengan benda-benda disekitarnya. Misalnya seorang siswa ditunjukkan gambar persegi panjang maka siswa menghubungkannya dengan daun pintu, karena persegi panjang mirip dengan pintu. Siswa belum mengenal sifat-sifat dari persegi panjang. Menurut McKim (Campbell 2002 :110) pemikiran visual terdiri dari apa yang kita lihat, bayangan, atau gambar.

Tahap 1. Descriptive/ Analytic

Pada tahap ini siswa tidak hanya mengenal bangun-bangun geometri tetapi sudah dapat mengetahui sifat-sifat yang diperoleh melalui observasi, mengukur dan menggambar, sehingga dapat ditemukan bahwa sisi-sisi yang berhadapan dengan sebuah persegi panjang adalah sama panjang. Siswa belum dapat memahami hubungan antar bangun-bangun geometri, misalnya antara persegi panjang dengan jajargenjang.

Tahap 2. Abstract / Relational

Pada tahap ini siswa sudah dapat menentukan hubungan antara bangun-bangun segiempat misalnya persegi panjang juga merupakan jajargenjang yaitu jajargenjang yang sudutnya siku-siku. Siswa sudah dapat mengklasifikasikan macam-macam segiempat berdasarkan sifat-sifatnya.

Tahap 3. Formal Deduction

Pada tahap ini siswa sudah dapat membedakan antara unsure-unsur yang tidak didefinisikan, unsure-unsur yang didefinisikan, aksioma dan teorema

Tahap 4. Rigor / Mathematical

Pada tahap terakhir ini siswa sudah dapat mempelajari geometri dengan mengurangi bantuan model-model geometri dan siswa sudah dapat menggunakan aksioma, definisi dan teorema.

C. Konsep dan definisi dalam matematika

Memberikan pengertian tentang suatu konsep bukanlah masalah yang mudah. Hal ini terlihat dari banyaknya pengertian tentang konsep yang dikemukakan oleh para ilmuwan. Borne (dalam Amin1990 :56) menyatakan bahwa konsep dapat dianggap sebagai suatu unit pikiran atau gagasan, sedangkan Woodruff menyatakan bahwa suatu

konsep adalah : (a) suatu ide/gagasan yang relative sempurna dan bermakna. (b) suatu pengertian tentang objek. (c) produk subjektif yang berasal dari cara seseorang membuat pengertian terhadap objek-objek atau benda-benda melalui pengamatan. Selanjutnya gagne yang dikutip oleh Bell (1981 : 108) menyatakan bahwa salah satu objek langsung dalam matematika adalah konsep. Konsep adalah ide abstrak yang memungkinkan seseorang untuk mengelompokkan objek-objek atau kejadian kedalam contoh dan bukan contoh. Dari beberapa pengertian ini dapat disimpulkan bahwa konsep adalah ide abstrak yang digunakan oleh seseorang untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan cirri-ciri tertentu.

Soedjadi (1985) menyatakan bahwa untuk menunjukan suatu konsep tertentu, digunakan suatu batasan atau definisi, dengan kata lain definisi adalah ungkapan yang membatasi suatu konsep. Misalnya untuk menyatakan segiempat diberikan batasan yaitu segi banyak yang mempunyai empat sisi. Sedangkan segi banyak adalah bangun datar dengan tiga sisi atau lebih yang tertutup sederhana.

D. Langkah-langkah untuk mengarahkan siswa SMP dalam menganalisis hubungan antara bangun-bangun segiempat.

Pada pendahuluan telah dikatakan bahwa analisis hubungan antara bangun-bangun segiempat perlu diperhatikan, karena kegiatan tersebut dapat meningkatkan penalaran siswa. Untuk itu setelah materi segiempat selesai disajikan kepada siswa sesuai dengan urutan yang terdapat pada GBPP, maka diakhir pertemuan guru nebfarahkan siswa untuk meninjau kembali sifat-sifat dari masing-masing bangun segiempat tetapi sebelumnya diasumsikan bahwa siswa-siswa telah memahami konsep persegi panjang, persegi, belah ketupat, layang-layang dan trapezium.

Mula-mula ditentukan nama himpunan untuk masing-masing bangun segiempat seperti berikut.

P adalah himpunan semua persegi panjang, ditulis $P = \{ p/p \text{ persegi panjang} \}$

S adalah himpunan semua persegi, ditulis $S = \{ s/s \text{ persegi} \}$

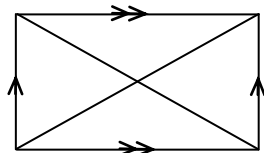
J adalah himpunan semua jajargenjang, ditulis $j = \{ j/j \text{ jajargenjang} \}$

B adalah himpunan semua belah ketupat, ditulis $B = \{ b/b \text{ belah ketupat} \}$

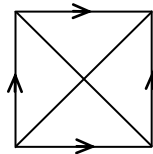
L adalah himpunan semua layang-layang, ditulis $L = \{ l/l \text{ layang-layang} \}$

T adalah himpunan semua trapezium, diyulis $T = \{ t/t \text{ trapezium} \}$

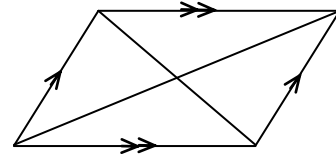
Untuk menganalisis hubungan antara bangun-bangun segiempat, terlebih dulu guru membuat gambar dari masing-masing bangun segiempat yang dilengkapi dengan pemberian tanda untuk menyatakan sifat dari masing-masing bangun segiempat seperti berikut.



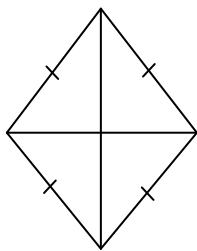
Persegi panjang



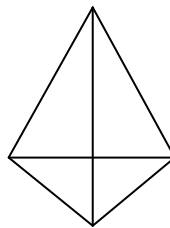
Persegi



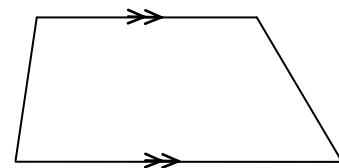
Jajargenjang



Belah Ketupat



Layang-layang

Trapezium
trapezium

Belah ketupat
Kemudian siswa dapat mengisi tabel seperti berikut.

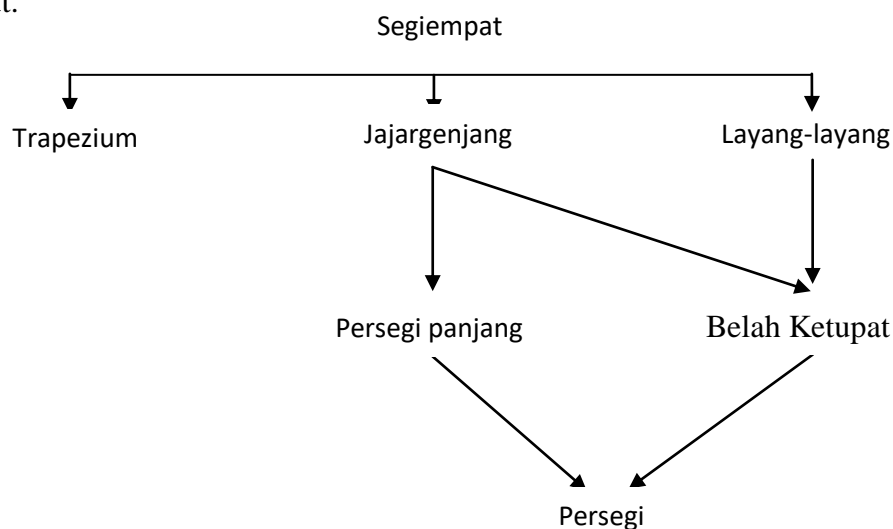
Sifat Bangun	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>J</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>T</i>
Sisi-sisi yang berhadapan sejajar dan sama panjang	✓	✓	✓	✓		
Tepat sepasang sisi sejajar						✓
Semua sudut siku-siku	✓	✓				
Sisi-sisi sama panjang		✓		✓		
Diagonalnya saling membagi	✓	✓	✓	✓		
Salah satu diagonalnya membagi dua sama dan tegak lurus		✓		✓	✓	
Salah satu diagonal merupakan sumbu simetri		✓		✓	✓	
Kedua diagonal membagi dua sama dan tegak lurus		✓		✓	✓	

Berdasarkan tabel ini perhatikan sifat-sifat dari bangun jajargenjang persegi panjang dan persegi. Terlihat bahwa sifat dari jajargenjang juga merupakan sifat dari persegi panjang maupun persegi, dan sifat dari persegi panjang juga sifat persegi.

Setelah itu guru dapat mengajukan pertanyaan sebagai berikut.

- apakah jajargenjang itu juga trapesium ?
- apakah layang-layang itu juga jajargenjang ?
- apakah persegi panjang itu juga jajargenjang?
- apakah belah ketupat itu juga jajargenjang?
- apakah persegi juga persegi panjang?
- apakah persegi juga adalah belah ketupat ?
- apakah belah ketupat adalah juga layang-layang?

Jika siswa dapat menjawab dengan benar pertanyaan-pertanyaan yang dikemukakan oleh guru seperti diatas, maka guru bersama-sama siswa dapat membuat diagram seperti berikut.



Dari sifat-sifat yang telah dikemukakan, siswa juga diharapkan dapat membuat pengertian-pengertian tentang bangun-bangun segiempat seperti:

1. Persegi adalah persegi panjang yang sisi-sisinya sama panjang.
2. Persegi panjang adalah jajargenjang dalam bentuk khusus, yaitu jajargenjang yang sudutnya siku-siku
3. Persegi adalah belah ketupat yang semua sudutnya siku-siku
4. Belah ketupat adalah jajargenjang yang sisi-sisinya sama panjang

5. Belah ketupat adalah layang-layang yang kedua diagonalnya merupakan sumbu simetri.

III PENUTUP

Berdasarkan uraian yang telah diberikan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Guru dapat memberikan kesempatan yang cukup kepada siswa untuk menganalisa hubungan antara bangun-bangun segiempat, berarti guru sudah berusaha untuk meningkatkan penalaran siswa
2. Untuk menentukan hubungan dari bangun-bangun segiempat dapat dimulai dengan mengarahkan siswa untuk meninjau kembali sifat dari masing-masing bangun segiempat dan menentukan sifat-sifat yang sama diantara bangun-bangun tersebut.
3. Guru dapat memanfaatkan bahan ajar sedemikian hingga bahan ajar benar-benar dapat meningkatkan penalaran siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bell, Frederich, (1981). *Teahing and Learning Mathematic* : USA
- [2] Campbell. et.al, (2002). *Melesatkan Kecerdasan*. Depok : Inisiasi Press.
- [3] Clements, Douglas. H, (1992). *Geometry and Spesial Reasoning*. Toronto.
- [4] Ratna Yudhawati, (2011). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta : PT Prestasi Pustakaraya.
- [5] Soedjadi, (1985). *Menari Strategi Pengelolaan Pendidikan Matematika Menyongsong Tinggal Landas Pembangunan Indonesia*. Surabaya : Usaha Nasional.
- _____, (1992). *Orientasi Masa Depan Matematika Sekolah di Indonesia*. Media Pendidikan Matematika. PPS IKIP Surabaya.
- _____, (1994). *Memantapkan Matematika Sekolah Sebagai Wahana Pendidikan dan Pembudayaan Penalaran*. PFMIPA PPS IKIP Surabaya.
- [6] Suharnan, (2005). *Psikologi Kognitif*. Surabaya : Srikandi.
- [7] Suriasumantri, (2003). *Filsafat Ilmu*. Jakarta : Sinar Harapan.

KEMAMPUAN BERPIKIR ABSTRAKSI DAN DISPOSISI MATEMATIS DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

**Makalah Sampakan dalam Seminar Nasional Pendidikan Matematika Pada Prodi
Pendidikan Matematika FKIP UNPATTI Ambon, 20 Agustus 2016**

Oleh

La Moma

Prodi Pendidikan Matematika FKIP Unpatti Ambon

Email: lamoma96@yahoo.com

ABSTRAK

Berpikir abstraksi adalah suatu kemampuan menemukan cara-cara dalam menyelesaikan masalah tanpa hadirnya objek permasalahan secara nyata. Siswa dalam melakukan kegiatan berpikir abstraksi ditentukan berpikir secara simbolik dan imajinatif untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada, terutama dalam matematika. Dalam Pembelajaran matematika tidak hanya dimaksudkan untuk mengembangkan kemampuan kognitif matematis, melainkan juga aspek afektif, seperti disposisi matematis. Disposisi matematis adalah keinginan, kesadaran, dan dedikasi yang kuat pada diri siswa untuk belajar matematika dan melaksanakan berbagai kegiatan matematika.

Kata Kunci: *Kemampuan Berpikir Abstraksi, Disposisi Matematis, Pembelajaran Matematika.*

I. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi era informasi dan suasana bersaing yang semakin ketat, pengembangan kemampuan berpikir matematis dan nilai-nilai pendidikan budaya dan karakter bangsa menjadi suatu keniscayaan dalam pembelajaran setiap bidang studi, antara lain dalam pembelajaran matematika. Nilai-nilai budaya dan karakter bangsa di atas sesuai dengan visi matematika yaitu: agar siswa memiliki kemampuan matematis memadai, berfikir dan bersikap kritis, kreatif dan cermat, obyektif dan terbuka, menghargai keindahan matematika, serta rasa ingin tahu dan senang belajar matematika (Sumarmo, 2012: 1).

Dewanto (dalam Mukhtar, 2013) mengemukakan bahwa matematika suatu kegiatan sosial yang alamiah dalam suatu komunitas matematikawan, yang terlibat dalam

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

pola-pola yang sistematis berdasarkan observasi mempelajari dan mencoba, dan kemudian menentukan prinsip-prinsip keteraturan dari suatu sistem, mendefinisikan secara aksiomatik, teoritik, atau mengabstraksi dunia nyata ke dalam model sebuah sistem. Alat-alat matematika adalah abstraksi, representasi simbolik, dan manipulasi secara simbolik. Hal ini juga ditegaskan dalam KTSP (2006:2) bahwa melatih kemampuan abstraksi dan generalisasi merupakan bagian dari lima tujuan umum mempelajari matematika, yaitu:

- 1) Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau logaritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah;
- 2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat “generalisasi” menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika;
- 3) Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh;
- 4) Mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah;
- 5) Memilih sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. Karena kemampuan abstraksi dan generalisasi, yaitu secara implisit sudah termuat pada butir 1) dan 2), kemampuan abstraksi merupakan kemampuan matematika yang harus diperhatikan. Hudoyo (2005: 64-65) mengemukakan bahwa abstraksi merupakan aspek intensif dari berpikir matematika.

Berpikir abstraksi adalah suatu kemampuan menemukan cara-cara dalam menyelesaikan masalah tanpa hadirnya obyek permasalahan secara nyata. Siswa dalam melakukan kegiatan berpikir abstraksi ditentukan berpikir secara simbolik dan imajinatif untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada, terutama dalam matematika. Dengan demikian, seorang siswa perlu mengembangkan kemampuannya dalam berpikir abstraksi agar dengan mudah dan mampu menyelesaikan masalah-masalah yang bersifat abstrak dalam matematika.

Pembelajaran matematika tidak hanya dimaksudkan untuk mengembangkan kemampuan kognitif matematis, melainkan juga aspek afektif, seperti disposisi matematis. Menurut Katz (dalam Ali Mahmudin, 2010: 1), disposisi adalah kecenderungan untuk secara sadar, teratur, dan sukarela untuk berperilaku tertentu yang mengarah pada pencapaian tujuan tertentu. Dalam konteks matematika, disposisi matematis (*mathematical disposition*) berkaitan dengan bagaimana siswa memandang dan menyelesaikan masalah; apakah percaya diri, tekun berminat, dan berpikir fleksibel untuk mengeksplorasi berbagai alternatif strategi penyelesaian masalah. Disposisi juga berkaitan dengan kecenderungan siswa untuk merefleksi pemikiran mereka sendiri (NCTM, 1991).

Demikian pula nilai-nilai tersebut sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika, yaitu: 1) memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah; 2) menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika; 3) memecahkan masalah; 4) mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah; dan 5) memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, sikap rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah (KTSP, 2006).

Butir-butir 1) sampai dengan 4) dalam rumusan tujuan pembelajaran matematika di atas menggambarkan kompetensi atau kemampuan berpikir matematik, sedang butir 5) melukiskan ranah afektif yang harus dimiliki siswa yang belajar matematika. Dalam pembelajaran matematika pembinaan komponen ranah afektif, seperti di atas memerlukan kemandirian belajar yang kemudian akan membentuk kecenderungan yang kuat yang dinamakan pula disposisi matematik (*mathematical disposition*) yaitu keinginan, kesadaran, dedikasi dan kecenderungan yang kuat pada diri siswa untuk berpikir dan berbuat secara matematik dengan carayang positif dan didasari dengan iman, taqwa, dan ahlak mulia. Pengertian disposisi matematik seperti di atas pada dasarnya sejalan dengan makna yang

terkandung dalam pendidikan budaya dan karakter bangsa. Dengan demikian pengembangan budaya dan karakter, kemampuan berpikir dan disposisi matematis pada dasarnya dapat ditumbuhkan pada siswa secara bersama-sama dalam pembelajaran matematika.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk menyajikan kemampuan Abstraksi dan disposisi matematis dalam pembelajaran matematika.

II. PEMBAHASAN

A. Abstraksi Matematis

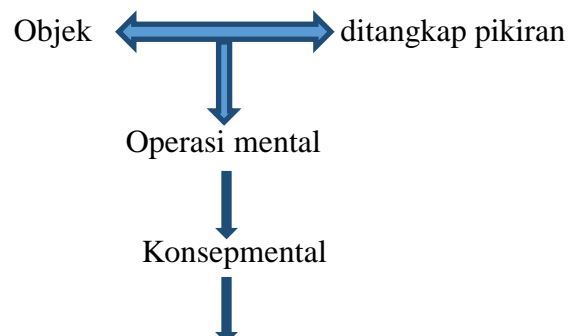
Istilah “abstrak” sering muncul dalam bahasan matematika dan pendidikan matematika. Kemampuan abstraksi dalam pendidikan matematikamerupakan abstraksi sebagai hasil akhir atau dengan kata lain, sebagai kemampuandalam memahami konsep matematis.Hal ini sejalan dengan pendapat Skemp seperti yang disarikan oleh Mitchelmore & White(2004: 332) mengemukakan bahwa *Abstracting is an activity by which we become aware of similarities... among our experiences. Classifying means collecting together our experiences on the basis of these similarities. An abstraction is some kind of lasting change, the result of abstracting, which enables us to recognise new experiences as having the similarities of an already formed class....To distinguish between abstracting as an activity and abstraction as its end-product, we shall ... call the latter a concept.* Lebih lanjut Mitchelmore dan White(2004); dan Wiryanto(2014: 570), abstraksi merupakan suatu aktivitas reorganisasi vertikal konsep matematika yang telah konstruksi sebelumnya melalui sebuah struketur matematika baru. Objek-objek matematika baru dikonstruksi melalui pembentukan hubungan sedemikian hingga menemukan generalisasi, bukti, atau strategi baru pada pemecahan masalah.

Nurhasanah (2010: 15) menyimpulkan bahwa “**abstraksi**” dalam konteks Bahasa Indonesia berdasarkan pernyataan Skemp tersebut adalah hasil dari proses abstraksi. Proses abstraksi adalah suatu aktivitas ketika seseorang menjadi peka terhadap karakteristik yang sama dalam pengalaman-pengalaman yangdiperolehnya, kemudian kesamaan karakteristik tersebut dijadikan dasar untukmelakukan sebuah klasifikasi sehingga seseorang dapat mengenali suatupengalaman baru dengan cara membandingkannya terhadap kelas yang sudahterbentuk dalam pikirannya lebih

dulu. Untuk membedakan abstraksi sebagai suatu aktivitas dan abstraksi sebagai hasil akhir, hasil abstraksi dari proses abstraksi selanjutnya disebut sebagai konsep.

Kemampuan abstraksi dalam matematika sangat penting karena merupakan suatu kemampuan untuk menggambarkan konsep matematis dalam sebuah permasalahan matematis atau dengan kata lain abstraksi dapat membangun model situasi masalah. Operasi-operasi dalam matematikapun merupakan suatu abstraksi. Hal ini sejalan dengan pendapat Kilpatrick, Swafford, dan Findell (Ati Yuliati, 2013: 4), yaitu: *... abstractions apply to a broad range of real and imagined situations. Operations on numbers, such as addition and multiplication, are also abstractions.* Sedangkan Soedjadi (2000), abstraksi terjadi bila dari beberapa objek kemudian “**digugurkan**” ciri atau sifat objek itu yang dianggap tidak penting, dan akhirnya hanya diperhatikan atau diambil sifat penting yang dimiliki bersama. Abstraksi berawal dari sebuah himpunan objek, selanjutnya dikelompokkan berdasarkan sifat dan hubungan penting, kemudian digugurkan sifat dan hubungan yang tidak penting. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Widodo (2012: 3), bahwa dalam matematika abstraksi adalah suatu proses ekstraksi (mencari sari patih) dari suatu konsep matematika menghilangkan bentuk ketergantungan kepada objek real (nyata) yang sebelumnya mungkin terkait. Biasanya hasil abstraksi mempunyai aplikasi yang lebih luas. Banyak bidang dalam matematika mulai mempelajari konsep pada masalah real, sebelum aturan-aturan dan konsep inti diidentifikasi dan didefinisikan pada struktur abstrak.

Piaget (Tall, 1990) yang disarikan oleh Wiriyanto (2014: 571) mengemukakan bahwa abstraksi terjadi karena aksi mental yang dipengaruhi oleh konsep mental. Konsep mental ini digerakan oleh konsep mental. Konsep mental ini digerakan oleh operasi mental dari objek yang ditangkap pikiran seperti disajikan diagram berikut.





Dari beberapa pendapat di atas, dapat dikatakan bahwa abstraksi matematis merupakan suatu kemampuan menemukan cara-cara dalam menyelesaikan masalah tanpa hadirnya obyek permasalahan secara nyata. Siswa dalam melakukan kegiatan berpikir abstraksi ditentukan berpikir secara simbolik dan imajinatif untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada, terutama dalam matematika. Maka dari itu, seorang siswa perlu mengembangkan kemampuannya dalam berpikir abstraksi agar dengan mudah dan mampu menyelesaikan masalah-masalah yang bersifat abstrak dalam matematika.

Piaget (Elah Nurlaelah, 2010: 1) membedakan tiga macam abstraksi yaitu: abstraksi empiris, abstraksi empiris-palsu, abstraksi reflektif.

- 1) Abstraksi empiris individu memperoleh pengetahuan dari sifat-sifat objek (Tall, D: 97). Ini dapat diartikan bahwa pengetahuan dapat diperoleh dari pengalaman-pengalaman yang muncul. Pengetahuan yang diperoleh pada sifat ini bersifat internal dan hasil konstruksi dibangun secara internal oleh subjek. Berdasarkan Piaget, abstraksi jenis ini menghasilkan penurunan sifat-sifat umum suatu objek dan perluasan suatu generalisasi, ini berarti objek-objek itu dijelaskan dari hal khusus ke yang umum.
- 2) Abstraksi empiris-palsu adalah pertengahan antara abstraksi empiris dan abstraksi reflektif dan memisahkan kedua sifat ini sehingga aksi dari subjek dikenalkan menjadi subjek. Sebagai contoh penelahan tentang korespondensi 1-1 antara dua himpunan objek dimana objek-objeknya sudah ditempatkan secara berjajar.
- 3) Abstraksi reflektif digambarkan oleh Piaget yang disebut koordinasi umum (*general coordinations*) dari aksi sedemikian hingga sumbernya adalah subjek yang dilengkapi dengan sifat internal lengkap. Sebagai contoh anak-anak yang membentuk aksi-aksi individual untuk membentuk pasangan dua, tiga, dst.

Contoh abstraksi dalam matematika untuk level mahasiswa, misalnya diberikan suatu situasi yaitu: Pak Anton seorang petani mempunyai pagar sepanjang 24 m dan bermaksud memagari lapangan berbentuk persegi panjang yang membatasisungai

lurus. Pak Anton tersebut tidak memerlukan pagar sepanjang sungai. Berapa dimensi (ukuran) lapangan yang mempunyai luas maksimum?

Pembahasan:

- Mengembangkan strategi baru untuk suatu masalah, dimana sebelumnya belum digunakan.
- Mereorganisasikan struktur negatif, dan dimungkinkan adanya dua ukuran berbeda ($p=6m$, $l=12m$) dan hasil kalinya sama $72 m^2$.

Abstraksi Struktural (*Structural Abstraction*)

Masalah matematika berupa menyusun, mengorganisasikan dan mengembangkan.

Menyatakan rumus untuk keliling/panjang lapangan tanpa satu sisi. Menyatakan persyaratan ukuran panjang dan lebar bahwa x dan y tidak pernah negatif yaitu:

Syarat: $x > 0$, $y > 0$, $L(y) = (24 - 2y)y = 24y - 2y^2$, syarat luas maksimum adalah $L'(y) = 0$ (stasioner) maka diperoleh $24 - 4y = 0$ or $x=6, y=12$. (diadaptasi dari Wiryanto, 2014).

Lebih lanjut (Widodo, 2012: 3), bahwa terkait dengan contoh abstraksi matematika, misalnya konsep integral Lebesgue, semula didefinisikan pada garis real \mathbf{R} , kemudian diabstraksikan menjadi konsep integral Lebesgue pada ruang terukur (X, A, μ) .

B. Disposisi Matematis

Disposisi matematis adalah keinginan, kesadaran, dan dedikasi yang kuat pada diri siswa untuk belajar matematika dan melaksanakan berbagai kegiatan matematika (Sumarmo, 2005). Disposisi matematis merupakan salah satu factor yang ikut menentukan keberhasilan belajar siswa. Siswa memerlukan disposisi yang akan menjadikan mereka gigih menghadapi masalah yang lebih menantang, untuk bertanggungjawab terhadap belajar mereka sendiri, dan untuk kebiasaan baik di matematika. Sayangnya, guru cenderung mengurangi beban belajar matematika dengan maksud untuk membantu siswa padahal itu merupakan sesuatu yang penting untuk siswa.

NCTM (1989) mendefinisikan disposisi matematis sebagai ketertarikan dan apresiasi seseorang terhadap matematika. Dalam arti yang lebih luas, disposisi matematis bukan hanya sebagai sikap saja tetapi juga sebagai kecenderungan untuk berpikir dan bertindak positif. Silver (1997) mengemukakan bahwa disposisi matematis ke dalam beberapa komponen, yaitu: rasa percaya diri (*self-confident*), rasa diri mampu

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

(*self-efficacy*), rasa ingin tahu (*curiosity*), senang mengerjakan tugas matematika, rajin dan tekun (*deligence*), fleksibel, dan reflektif. Lebih lanjut, Kilpatrick, Swafford, dan Findell (2001) (dalam Mumun, 2009: 1300), menamakan disposisi matematis sebagai *productive disposition* (disposisi produktif), yaitu pandangan terhadap matematika sebagai sesuatu yang logis dengan menghasilkan sesuatu yang berguna. Serupa juga dengan pendapat Palking, mereka merinci indikator disposisi matematis sebagai berikut: (1) Menunjukkan gairah dalam belajar matematika; (2) menunjukkan perhatian yang serius dalam belajar; (3) menunjukkan kegigihan dalam menghadapi masalah; (4) menunjukkan rasa percaya diri; (5) menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi, serta (6) menunjukkan kemampuan untuk berbagi dengan orang lain.

Rasa percaya diri (*self confident*) dan rasa diri mampu (*self-efficacy*) adalah sikap positif yang merupakan bagian penting dalam pembelajaran. Rasa percaya diri merefleksikan bagaimana seseorang berpikir tentang sesuatu. Sedangkan sikap positif ditunjukkan dengan semangat belajar, penuh perhatian, saling sumbang sara, dan saling menghormati terhadap sesama.

Sumarmo (2010) mengemukakan bahwa indikator disposisi matematis dapat dirinci sebagai berikut: (a) menunjukkan antusias dalam pembelajaran matematika; (b) menunjukkan perhatian yang serius dalam belajar matematika; (c) menunjukkan kegigihan dalam menghadapi permasalahan; d) menunjukkan konsep diri dalam belajar matematika; (e) menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi; (f) menunjukkan kemampuan untuk berbagi pendapat dengan orang lain.

Dari beberapa pendapat di atas, untuk mengukur disposisi matematis dalam tulisan ini, hanya dibatasi pada aspek (1) kepercayaan diri; (2) kegigihan; (3) berpikir fleksibel; (4) rasa keingintahuan; (5) memonitor dan mengevaluasi. Selanjutnya untuk mengukur disposisi matematis dapat dilakukan dengan menggunakan skala Likert, dengan pilihan jawaban; sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, sangat tidak setuju. Pada bagian berikut akan diberikan contoh skala pernyataan disposisi matematis.

No.	Pernyataan	Respons		
		Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju
a. Kepercayaan Diri				

1. Saya yakin mampu mengerjakan tugas matematika

No.	Pernyataan	Respons			
		Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak
	2. Saya yakin memperoleh nilai matematika rendah				
b.	<i>Kegigihan</i>				
	1. Saya belajar matematika ketika menghadapi tes				
	2. Saya bertanya kepada guru jika mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal matematika				
c.	<i>Berpikir fleksibel</i>				
	1. Saya yakin banyak cara lain untuk menyelesaikan masalah matematika selain yang diajarkan guru.				
	2. Belajar matematika mendorong saya berpikir bebas				
d.	<i>Rasa Keingintahuan</i>				
	1. Saya belajar matematika tanpa ada dorongan orang lain				
	2. Saya lebih senang mengerjakan soal matematika yang lebih sukar				
e.	<i>Memonitor dan mengevaluasi</i>				
	1. Saya memeriksa kembali kebenaran penyelesaian matematika saya				
	2. Saya memperhatikan komentar guru tentang penyelesaian matematika saya				

III. PENUTUP

Berpikir abstraksi matematis sangat diperlukan dalam pembelajaran matematika. Abstraksi matematis merupakan suatu kemampuan menemukan cara-cara dalam menyelesaikan masalah tanpa hadirnya obyek permasalahan secara nyata. Alat-alat dalam matematika adalah abstraksi, representasi simbolik, dan manipulasi secara simbolik. Disposisi matematis adalah keinginan, kesadaran, dan dedikasi yang kuat pada diri siswa untuk belajar matematika dan melaksanakan berbagai kegiatan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali Mahmudi. (2010). *Tinjauan Asosiasi Antara Kemampuan Pemecahan Masalah dan Disposisi Matematis*. Makalah Disajikan Pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika Diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY Yogyakarta, 17 April 2010.

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

- [2] Elah Nulaelah. (2010). *Abstraksi Refleksitif Dalam Berpikir Matematik Tingkat Tinggi*. Makalah. SPS UPI. [online]: <file.upi.edu>FMIPA,MK-Elah.22.pdf>. Diakses 12 April 2016.
- [3] Hudoyo. H. (2005). *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang Press.
- [4] Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Matematika SMP. Jakarta.
- [5] Mitchelmore, M, C., &White.P. (2004). *Abstraction in Mahematics and Mathematics Learning*. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2004.Vol. 3 pp329-336.[Online]:
- [6] Mukhtar. (2013). *Peningkatan Kemampuan Abstraksi Dan Generalisasi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama Melalui Pembelajaran Dengan Pendekatan Metaphorical Thinking*. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia. [online] : <http://repository.upi.edu>.Diakses 24 Juni 2016.
- [7] Mumun, S. (2009). *Menumbuhkan Daya dan Disposisi Matematis Siswa Sekolah Menengah Atas melalui Pembelajaran Investigasi*. Educationist. Vol. III. No. 2 Juli 2009. [Online] <tersediafile.upi.edu>08-Mumun-syaban>. Diakses 10 Juli 2016.
- [8] NCTM. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM. INC.
- (1991). *Principles and Standars for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- [9] Nurhasanah. F. (2010). *Abstraksi Siswa SMP Dalam Belajar Geometri Melalui Penerapan Model Van Hiele dan Geometri 'sketchpad'*.
- [10] Silver,E. A. (1997). *Fostering Creativity Through Instruction Rich in Mathematical Problem Posing*. [Online]. Tersedia <http://www.fz.karlsruhe.de/fiz/publication/zdm973.a3.pdf>. Diakses 7 Maret 2015.
- [11] Soejadi, R.(2001). *Kiat Pendidikan Matematika diIndonesia. Konstatasi Keadaan Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Jakarta. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- [12] Sumarmo.U. (2005). *Pengembangan Berpikir MatematisTingkat Tinggi Siswa SLTP dan SMU serta Mahasiswa Strata satu melalui berbagai pendekatan Pembelajaran*. Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana. Dikti. Tidak Dipublikasikan.
- (2010). *Pendidikan Karakter, Berpikir dan Disposisi Logis, Kritis, dan Kreatif Dalam Pembelajaran Matematika*. Makalah Disajikan dalam Perkuliahan Evaluasi Matematika 2011. Pascasarjana UPI. Tidak Dipublikasikan.

- (2012). *Pendidikan Karakter Serta Pengembangan Berpikir Dan Disposisi Matematik Dalam Pembelajaran Matematika*. Makalah Disajikan Dalam Seminar Pendidikan Matematika di NTT, Tanggal 25 Pebruari 2012.
- [13] Yuliati, Ati. (2013). *Penerapan Pendekatan Concrete Representationalabstract (CRA) Untuk Meningkatkan Kemampuan Abstraksi Matematis Siswa SMP Dalam Pembelajaran Geometri*. Bandung: UPI. [online] tersedia <http://repository.upi.edu/3...> Diakses 3 Agustus 2016.
- [14] Widodo. Ner.nat. (2012). *Keindahan Matematika*. PPPPTK Matematika. Editorial Maret 2012. [Online]: [p4tkmatematika.org 2012/04 keindahan...](http://p4tkmatematika.org/2012/04/keindahan...) Diakses 20 Juli 2016.
- [15] Wiriyanto, 2014. *Level-Level Abstraksi Dalam Pemecahan Masalah Matematika*. [online] [tersediaejournal.unesa.ac.id, article>article](http://tersediaejournal.unesa.ac.id/article>article). Diakses 2 Juli 2016.

PENERAPAN METODE *DISCOVERY LEARNING* DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA PADA MATERI TABUNG DAN KERUCUT

Oleh

Hanisa Tamalene

Dosen Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Universitas Pattimura

ABSTRAK

Kemampuan siswa dalam menguasai dasar ilmu pengetahuan dan teknologi yang disesuaikan dengan kebutuhan pembangunan dan lingkungan serta dapat mengkomunikasikan ide-ide merupakan salah satu kompetensi yang diharapkan dalam pembelajaran matematika. Penguasaan tersebut akan memudahkan siswa mengembangkan berbagai kemampuan yang dimilikinya. Namun kenyataannya kemampuan ini kurang dimiliki oleh siswa, karena proses pembelajaran selalu terpusat pada guru yang mengakibatkan lemahnya pemahaman mereka terhadap konsep-konsep atau prinsip-prinsip dalam matematika.

Penulisan ini bertujuan untuk memaparkan secara teoritis tentang Metode *Discovery Learning*. Metode *Discovery Learning* merupakan salah satu metode yang menitikberatkan pada cara belajar siswa aktif, menemukan sendiri, menyelidiki sendiri, berpikir analisis dan mencoba memecahkan masalah sedangkan guru hanya sebagai fasilitator. Sehingga metode *Discovery Learning* akan mempunyai kontribusi yang baik pada kemampuan yang diharapkan.

Kata Kunci: *Metode Discovery Learning, Pembelajaran Matematika*

I. Pendahuluan

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran di sekolah yang memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini karena dengan belajar matematika siswa akan terbiasa untuk berpikir kritis, sistematis, logis, dan kreatif, serta memiliki kemampuan bekerja sama. Kompetensi tersebut diperlukan agar siswa dapat memanfaatkan informasi untuk bertahan hidup pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti, dan kompetitif (Depdiknas, 2006: 9).

Suwarsono (Jaeng, 2004: 3) mengatakan bahwa matematika masih saja dianggap sebagai suatu bidang studi yang cukup sulit oleh siswa, dan masih banyak siswa yang memperoleh hasil belajar yang kurang memuaskan. Hal ini disebabkan lemahnya pemahaman mereka terhadap konsep-konsep atau prinsip-prinsip dalam matematika. Oleh karena itu, implementasi tujuan Sistem Pendidikan Nasional menekankan pada kurikulum Pendidikan Dasar yang berkenaan dengan Sekolah Menengah Pertama (SMP) adalah pada kemampuan siswa dalam menguasai dasar ilmu pengetahuan dan teknologi yang disesuaikan dengan kebutuhan pembangunan dan lingkungan. Penguasaan tersebut akan memudahkan siswa mengembangkan berbagai kemampuan yang dimilikinya. Untuk mewujudkan hal tersebut, dalam implementasi kurikulum, guru dituntut untuk secara profesional merancang pembelajaran yang efektif dan bermakna (menyenangkan), mengorganisasikan pembelajaran, memilih pendekatan pembelajaran yang tepat, menentukan prosedur pembelajaran dan pembentukan kompetensi secara efektif serta menetapkan kriteria keberhasilan (Mulyasa, 2014: 99).

Kegiatan belajar mengajar efektif apabila tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan baik. Oleh karena itu, dalam pembelajaran guru harus bisa memilih metode mengajar yang cocok untuk diterapkan dan dapat menciptakan suasana yang mendukung proses pembelajaran di kelas. Pemilihan metode pembelajaran yang efektif akan memicu siswa untuk mengeksplorasi ide-ide kreatif mereka. Metode pembelajaran yang menarik dan menyenangkan, dapat membuat siswa tertarik dan bersemangat dalam mengikuti proses pembelajaran, salah satunya melalui metode *Discovery learning*. Metode *discovery learning* selain dapat mengembangkan kemampuan kognitif siswa, juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam hal mengkomunikasikan matematika dan keterampilan sosial.

II. Metode *Discovery Learning*

Metode *Discovery Learning* adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran. Menurut Ruseffendi (2006: 329) metode *discovery learning* adalah metode mengajar yang diatur sedemikian rupa sehingga siswa memperoleh pengetahuan yang belum diketahui sebelumnya tidak melalui pemberitahuan, sebagian atau seluruhnya ditemukan sendiri dengan bantuan guru. Sejalan dengan hal tersebut Roestiyah (2001: 20) mengemukakan bahwa metode *discovery Learning* adalah metode

mengajar yang menggunakan teknik penemuan dan merupakan proses mental (misalnya mengamati, menggolong-golongkan, membuat dugaan, menjelaskan, mengukur, membuat kesimpulan, dan sebagainya) dimana siswa menyesuaikan suatu konsep atau prinsip. Dalam metode ini siswa dibiarkan menemukan sendiri atau mengalami proses mental itu sendiri, guru hanya membimbing dan memberikan instruksi.

Sementara Suryosubroto (2002: 191) mengemukakan bahwa salah satu metode mengajar yang akhir-akhir ini banyak digunakan di sekolah adalah metode *Discovery Learning*. Hal ini disebabkan karena metode ini:

1. Merupakan suatu cara untuk mengembangkan cara belajar siswa aktif;
2. Dengan menemukan sendiri, menyelidiki sendiri, maka hasil yang diperoleh akan bertahan lama dalam ingatan, tak mudah dilupakan anak;
3. Pengertian yang ditemukan sendiri merupakan pengertian yang betul-betul dikuasai dan mudah digunakan atau ditransfer dalam situasi lain;
4. Dengan menggunakan metode *Discovery Learning* siswa belajar menguasai salah satu metode ilmiah yang akan dapat dikembangkan sendiri;
5. Dengan metode ini juga, anak belajar berpikir analisis dan mencoba memecahkan problema yang dihadapi sendiri, kebiasaan ini akan ditransfer dalam kehidupan bermasyarakat.

Menurut Syah (2004: 244) langkah-langkah metode *discovery learning* adalah:

- a. Langkah persiapan, yaitu: menentukan tujuan pembelajaran, melakukan identifikasi karakteristik siswa.
- b. Pelaksanaan, meliputi:
 - 1) Stimulus (pemberian rangsangan).
 - 2) *Problem statement* (mengidentifikasi masalah).
 - 3) *Data collection* (pengumpulan data).
 - 4) *Data processing* (pengolahan data).
 - 5) Verifikasi, dan
 - 6) Generalisasi.

Kelebihan dan Kekurangan Metode *Discovery Learning*

1. Kelebihan metode *discovery learning*

Menurut Suherman, dkk (2001: 179) kelebihan metode *Discovery Learning* adalah:

- Siswa aktif dalam kegiatan belajar, sebab ia berpikir dan menggunakan kemampuannya untuk menemukan hasil akhir.
- Siswa memahami benar bahan pelajaran, sebab mengalami sendiri proses menemukannya, sesuatu yang diperoleh dengan cara ini lebih lama diingat.
- Menemukan sendiri menimbulkan rasa puas. Kepuasan batin ini mendorong ingin melakukan penemuan lagi sehingga minat belajarnya meningkat.
- Siswa yang memperoleh pengetahuan dengan metode *Discovery Learning* akan lebih mampu mentranfer pengetahuannya ke berbagai konteks.
- Metode ini melatih siswa untuk lebih banyak belajar sendiri.

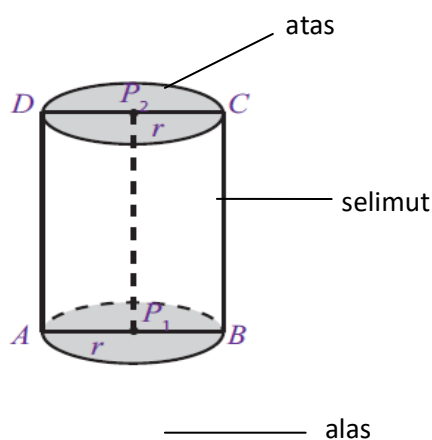
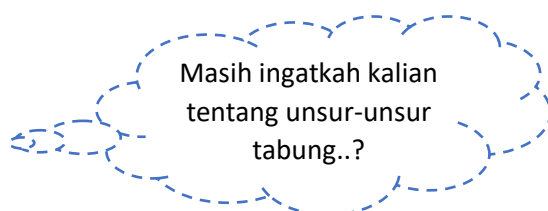
2. Kekurangan metode *discovery learning*

Selain memiliki kelebihan menurut Suherman (2001: 179) metode *discovery Learning*, juga memiliki kelemahan diantaranya:

- Membutuhkan waktu belajar yang lebih lama
- Kurang cocok untuk kelas dengan jumlah siswa yang banyak.

III. Penerapan Metode *Discovery Learning* Pada Materi Tabung dan Kerucut

1. Menemukan Luas Permukaan Tabung

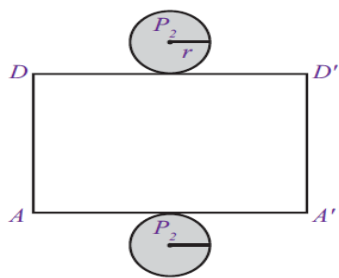


Gambar 1. Tabung

Tabung memiliki unsur-unsur sebagai berikut:

- Sisi alas dan sisi atas berbentuk lingkaran yang kongruen dan sejajar dengan pusat P_1 dan P_2
- Selimut tabung, yaitu sisi lengkung tabung.
- Tabung mempunyai dua rusuk
- Diameter tabung (d), yaitu ruas garis AB dan CD .
- Jari-jari lingkaran (r), yaitu ruas garis P_1A , P_1B , P_2C , dan P_2D .

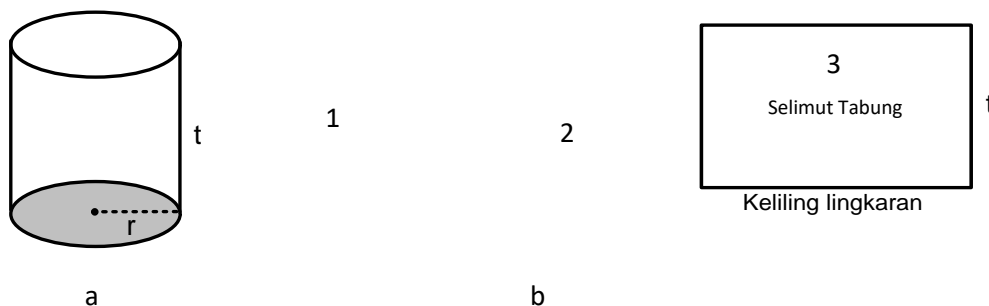
- Tinggi tabung, yaitu panjang ruas garis P_2P_1 , DA, dan CB.



Gambar 2. Jaring-Jaring Tabung

Pada gambar 2. Dapat dilihat jaring-jaring tabung yang terbentuk. Jaring-jaring tabung terdiri dari lingkaran dan persegi panjang. Bentuk jaring-jaring tersebut dapat dihitung luasnya dengan menjumlahkan luas masing-masing bangun. Dengan demikian Untuk menentukan luas permukaan tabung dapat dihitung dengan memperhatikan bangun tersebut.

Perhatikan gambar tabung dan jaring-jaring tabung di bawah ini. Temukan rumus luas dari permukaan tabung tersebut!



Gambar 3. Tabung dan Jaring-jaring

- Luas lingkaran alas tabung =
- Luas lingkaran tutup tabung =
- Keliling lingkaran =
- Luas seluruh permukaan tabung
 = luas bangun 1 + luas bangun 2 + luas bangun 3
 = luas alas + luas + luas
 = + +

=

Jadi, rumus luas permukaan tabung adalah.....

Kerjakanlah latihan berikut !

Sebuah tabung berjari-jari 7 cm dan tinggi 10 cm. Hitunglah luas permukaan tabung!

Jawab:

Diketahui: $r = \dots$ cm , $\pi = \dots$

$t = \dots$ cm

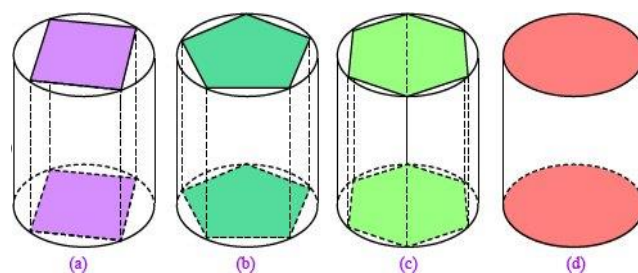
Ditanya: Luas permukaan tabung?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas permukaan tabung} &= 2\pi r(r + t) \\
 &= 2 \times \dots \times \dots (\dots + \dots) \\
 &= 2 \times \dots (\dots) \\
 &= 2 \times \dots \\
 &= \dots
 \end{aligned}$$

Jadi, luas permukaan tabung adalah cm²

2. Menemukan volume tabung



Gambar 4. Jenis-Jenis Prisma

Gambar 4(a) adalah prisma segiempat beraturan (alasnya persegi), prisma ini disebut juga balok. Gambar 4(b) adalah prisma segilima beraturan. Adapun gambar

4(c) adalah prisma segienam beraturan. Jika pada alas prisma, dibentuk segi beraturan secara terus menerus, misalnya segidelapan, segienambelas, segitigadua puluh, dan seterusnya maka alasnya akan menyerupai lingkaran seperti gambar 4(d) dan bangun ini dinamakan tabung. Dengan demikian, volume tabung dapat dipandang sebagai volume prisma.

$$\text{Volume Tabung} = \text{Volume Prisma}$$

Perhatikan kembali gambar-gambar di atas, temukan volume tabung tersebut!

1. Luas lingkaran alas tabung =
2. Volume tabung = volume prisma
 - = x
 - = x
 - =

Jadi, rumus volume tabung =

Kerjakan latihan berikut ini !

Sebuah tangki berbentuk tabung dengan jari-jari alas 0,5 m dan tinggi 2 m. Bila tangki tersebut diisi air sampai penuh, maka banyak air di dalam tangki tersebut adalah.... liter

Jawab:

Diketahui: $r = \dots$ m , $\pi = \dots$

$t = \dots$ m

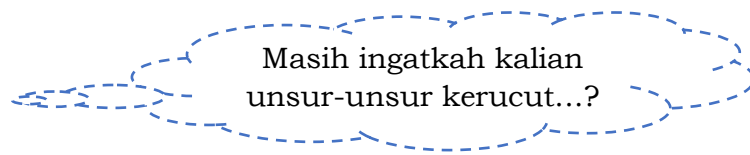
Ditanya: Banyak air dalam tangki?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Banyak air dalam tangki} &= \text{volume tabung} \\ &= \pi r^2 t \\ &= 3,14 \times \dots \times \dots \\ &= \dots \end{aligned}$$

Jadi, banyak air dalam tangki adalah x 1000 = liter

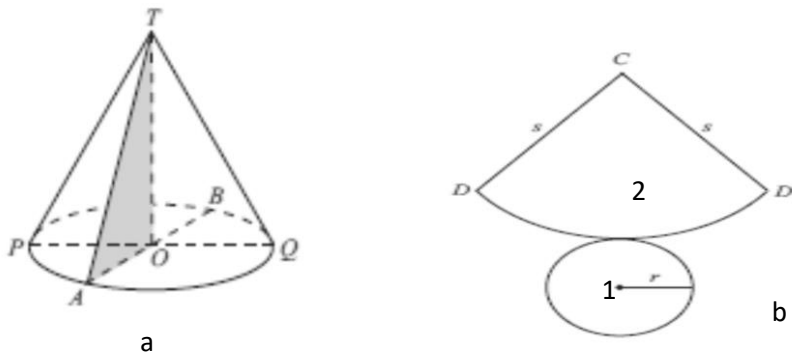
3. Menemukan Luas Permukaan Kerucut



Perhatikan gambar kerucut!

Kerucut memiliki unsur-unsur sebagai berikut:

1. Sisi alas yaitu sisi yang berbentuk lingkaran.
2. Diameter bidang alas (d), yaitu ruas garis AB .
3. Jari-jari bidang alas (r), yaitu garis OA dan ruas garis OB .
4. Tinggi kerucut (t), yaitu jarak dari titik puncak kerucut ke pusat bidang alas (ruas garis CO).
5. Selimut kerucut, yaitu sisi kerucut yang tidak diraster.
6. Garis pelukis (s), yaitu garis-garis pada selimut kerucut yang ditarik dari titik puncak C ke titik pada lingkaran.



Gambar 5. Kerucut Dan Jaring-jaring Kerucut

Gambar 5(a) merupakan gambar kerucut dan pada saat gambar 5(a) dipotong sepanjang garis AT , dan keliling alas maka hasilnya dapat kita lihat pada gambar 5(b). Pada gambar 5(b) maka kalian dapat melihat jaring-jaring kerucut yang terbentuk. Dari bentuk jaring-jaring kerucut disusun oleh sebuah lingkaran yang merupakan alas kerucut dan sebuah juring lingkaran yang merupakan selimut kerucut. Bentuk jaring-jaring tersebut dapat dihitung luasnya dengan

Seminar
Pengem
Pembela

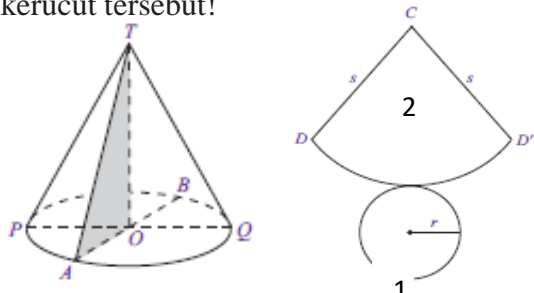


atika 2016
ikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas

menjumlahkan luas masing-masing bangun. Dengan demikian menentukan luas permukaan kerucut dapat dihitung dengan memperhatikan bangun di atas.

$$\text{Luas Bangun 1} + \text{Luas Bangun 2}$$

Perhatikan gambar kerucut dan jaring-jaring kerucut di bawah ini, kemudian temukan luas permukaan kerucut tersebut!



1. Luas alas kerucut =
2. Panjang jari-jari juring lingkaran =
3. Panjang busur DD^1 = keliling lingkaran
=
4. Luas selimut kerucut

$$\frac{\text{Luas selimut kerucut}}{\text{Luas lingkaran}} = \frac{\text{Panjang busur } DD^1}{\text{Keliling lingkaran}}$$

$$\frac{\text{Luas selimut kerucut}}{\dots \dots} = \frac{\dots \dots}{\dots \dots}$$

$$\text{Luas selimut kerucut} = \frac{\dots \dots}{\dots \dots} \times \dots \dots \dots$$

$$\text{Luas selimut kerucut} = \dots \dots \dots$$

5. Luas seluruh permukaan kerucut
= luas bangun 1 + luas bangun 2
= luas alas + luas

Jadi, luas permukaan kerucut =

Kerjakan latihan berikut ini!

Diketahui jari-jari alas kerucut 8 cm, tinggi kerucut 15 cm dan $\pi = 3,14$. Hitunglah luas permukaan kerucut!

Jawab:

Diketahui: $r = \dots$ cm, $t = \dots$ cm

Ditanya: Luas permukaan kerucut?

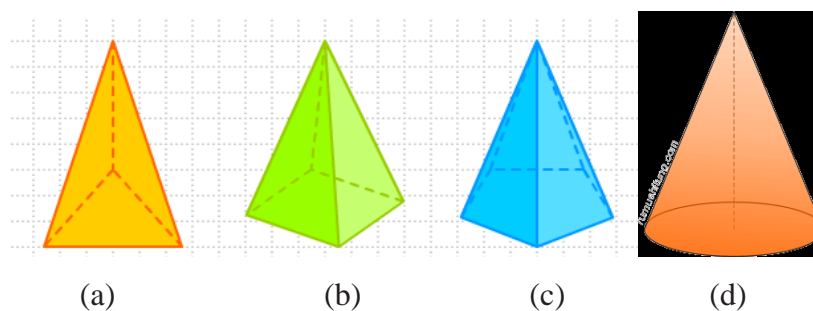
Penyelesaian:

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{r^2 + t^2} \\ &= \sqrt{8^2 + \dots\dots^2} \\ &= \sqrt{\dots\dots + \dots\dots} \\ &= \sqrt{\dots\dots} \\ &= \dots\dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan kerucut} &= \pi r(r + s) \\ &= \dots\dots \times 8(8 + \dots\dots) \\ &= \dots\dots \times \dots \times \dots\dots \\ &= \dots\dots \end{aligned}$$

Jadi, luas permukaan kerucut adalah cm².

4. Menemukan Volume Kerucut

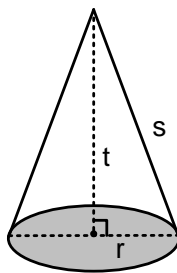


Gambar 6. Jenis-jenis Limas

Perhatikan gambar-gambar di atas, gambar 6(a) adalah limas segitiga beraturan (alasnya segitiga), gambar 6(b) adalah limas segiempat beraturan dan gambar 6(c) adalah limas segilima beraturan. Jika pada alas limas, dibentuk segi beraturan secara terus menerus, misalnya segidelapan, segienambelas, segitigadua puluh, dan seterusnya maka alasnya akan menyerupai lingkaran seperti gambar 6(d) dan bangun ini dinamakan kerucut. Dengan demikian, volume kerucut dapat dipandang sebagai volume limas.

Volume kerucut = Volume limas

Perhatikan gambar kerucut dibawah ini. Tentukan volumenya!



1. Luas lingkaran alas kerucut =

2. Volume kerucut = volume limas

$$= \dots \times \dots$$

$$= \dots \times \dots$$

$$= \dots$$

Jadi, rumus volume kerucut adalah

Kerjakanlah latihan berikut!

Jika jari-jari alas kerucut adalah 7 cm, panjang garis pelukisnya 25 cm dengan

$\pi = \frac{22}{7}$. Tentukan volume kerucut tersebut!

Jawab:

Diketahui: $r = \dots$ cm , $\pi = \dots$

$s = \dots$ cm

Ditanya: volume kerucut?

Penyelesaian:

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

$$\begin{aligned}
 \frac{p}{r} &= \sqrt{s^2 - r^2} \\
 &= \sqrt{25^2 - \dots\dots^2} \\
 &= \sqrt{\dots\dots - \dots\dots} \\
 &= \sqrt{\dots\dots} \\
 &= \dots\dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kerucut} &= \frac{1}{3}\pi r^2 t \\
 &= \frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times \dots \times \dots \\
 &= \frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times \dots \times \dots \times \dots \\
 &= \dots \times \dots \times \dots \times \dots \\
 &= \dots\dots
 \end{aligned}$$

Jadi, volume kerucut adalah cm³

IV. KESIMPULAN

Metode *Discovery Learning* adalah metode mengajar yang menggunakan teknik penemuan dan merupakan proses mental (misalnya mengamati, menggolong-golongkan, membuat dugaan, menjelaskan, mengukur, membuat kesimpulan, dan sebagainya) dimana siswa menyesuaikan suatu konsep atau prinsip. Dalam metode ini siswa dibiarkan menemukan sendiri atau mengalami proses mental itu sendiri, guru hanya membimbing dan memberikan instruksi. Metode ini juga dapat mengembangkan kemampuan kognitif siswa, dan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam hal mengkomunikasikan matematika dan keterampilan sosial.

DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) 2006 Mata Pelajaran Matematika*. Jakarta: Departemen pendidikan Nasional.
- Jaeng, M. (2004). *Penerapan Metode Penemuan Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Luas Permukaan Dan Volume Balok*. (online). Tersedia: <http://jurnal.untad.ac.id/penerapan-metode-penemuan-terbimbing-untuk-meningkatkan-hasil-belajar-siswa-pada-materi-luas-permukaan-dan-volume-balok>. (diakses, 18 maret 2015).
- Mulyasa. (2014). *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: PT Rosdakarya.
- Roestiyah. N.K. (2001). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ruseffendi, E.T. (2006). *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dan Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Suherman, E. dkk. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika*. Bandung: JICA.
- Suryosubroto. (2002). *Proses Belajar Mengajar Disekolah*. (online). Tersedia: <http://sulipan.wordpress.com/2011/05/16/proses-belajar-mengajar-disekolah>. (diakses, 18 maret 2015).
- Syah, M. (2004). *Psikologi Pendidikan Suatu Pendekatan Baru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KOOPERATIF
TIPE *TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION* (TAI) PADA
MATERI KESEBANGUNAN SEGITIGA
DI KELAS IX SMP KRISTEN YPKPM AMBON**

Oleh:

¹T. Litay, ²W. Mataheru, ³H. Tamalene

¹Mahasiswa, ^{2,3}Dosen Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Universitas Pattimura

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) yang baik (valid) pada materi kesebangunan segitiga di kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon. Tipe penelitian, yaitu penelitian pengembangan. Sedangkan model pengembangan perangkat pembelajaran (RPP, BA, LKS) yang digunakan adalah dengan memodifikasi model 4-D (*Four-D Model*) hanya sampai pada tahap pengembangan. Penelitian dilakukan pada siswa kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu (1) validator memberikan rata-rata penilaian 3 (baik) dan dapat digunakan dengan sedikit revisi pada RPP, BA, dan LKS; (2) aktivitas guru dan siswa dalam proses pembelajaran efektif. Persentase rata-rata aktivitas guru mencapai 97,1% dan persentase rata-rata keseluruhan aktivitas siswa mencapai 78,5%; (3) Guru dan siswa memberikan respons positif. Persentase respons positif yang diberikan oleh guru mencapai 100% dan persentase respon positif yang diberikan oleh siswa mencapai 92,5%; dan (4) persentase siswa yang mencapai KKM yaitu 77,3% dari jumlah siswa di kelas. Dengan demikian, hasil pengembangan perangkat pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) pada materi kesebangunan segitiga di kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon, telah memenuhi kriteria baik (valid).

Kata Kunci: *Team Assisted Individualization, Kesebangunan Segitiga*

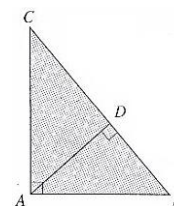
I. PENDAHULUAN

Umumnya matematika masih menjadi pelajaran yang dianggap sulit bagi siswa, sehingga siswa malas belajar matematika. Sewaktu melakukan observasi dan

wawancara yang tidak terstruktur pada beberapa siswa di SMP Kristen YPKPM Ambon, sebagian mengakui bahwa mereka sering merasa bosan dan malas mengikuti pelajaran matematika karena materi yang diajarkan begitu sulit, selain itu guru cenderung mengajar dengan suasana yang tampak tegang, menggunakan metode ceramah, sehingga siswa takut untuk menjawab ataupun memberikan pertanyaan. Trianto (2009: 5) menyatakan bahwa proses pembelajaran hingga dewasa ini masih memberikan dominasi guru dan tidak memberikan akses bagi siswa. Artinya, guru masih belum melibatkan siswa untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara peneliti dengan salah satu guru mata pelajaran matematika SMP Kristen YPKPM Ambon pada tanggal 11 Januari 2014, dapat disimpulkan bahwa ternyata hasil belajar siswa pada materi kesebangunan segitiga masih tergolong rendah. Siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal pada materi kesebangunan segitiga. Contohnya:

Pada gambar di samping ini, diketahui panjang $BD = 6$ cm dan $BC = 14$ cm. Hitunglah panjang AD dan luas $\triangle ABC$! Dari soal tersebut, ternyata siswa tidak dapat mengerjakannya, ada pula siswa yang menjawab: Luas $\triangle ABC = \frac{1}{2} \times 6 \times 14 = 42$ tanpa mencari panjang AD .



Hal ini dikarenakan kurangnya daya serap dan kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal mengenai kesebangunan segitiga, kurangnya motivasi dalam pembelajaran matematika dan siswa masih cenderung menerima pengajaran dari guru saja ketimbang belajar bersama dalam kelompok-kelompok kecil, sehingga materi tidak dapat dimengerti dengan baik jika siswa tidak memperhatikan penjelasan guru dan tidak berinteraksi dengan guru.

Dari beberapa hal di atas, guru perlu memperbaiki cara mengajar dengan merancang dan melaksanakan model pembelajaran yang dapat mewujudkan suasana kelas yang baik, sehingga siswa dapat berperan aktif, memiliki motivasi untuk belajar, sehingga hasil belajar siswa pada materi yang diajarkan dapat meningkat. Baharuddin (2010: 115) menyatakan bahwa guru tidak begitu saja memberikan pengetahuan kepada siswa, tetapi siswalah yang harus aktif membangun pengetahuannya. Dengan demikian,

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

peranan guru dalam meningkatkan aktivitas siswa melalui penggunaan model pembelajaran yang baik dan penguasaan materi oleh guru sangat diperlukan agar bukan hanya guru yang aktif, tetapi siswa juga ikut berperan aktif dalam proses pembelajaran.

Salah satu alternatifnya, yaitu guru dapat menerapkan model pembelajaran kooperatif. Majid (2013: 173) berpendapat bahwa dalam pembelajaran kooperatif, guru berperan sebagai fasilitator yang berfungsi sebagai jembatan penghubung ke arah pemahaman yang lebih tinggi, dengan catatan siswa sendiri. Ia menambahkan bahwa guru tidak hanya memberikan pengetahuan pada siswa, tetapi harus membangun dalam pikirannya juga. Jadi, siswa mempunyai kesempatan untuk mendapatkan pengetahuan langsung dalam menerapkan ide-ide mereka. Dengan demikian, melalui pembelajaran kooperatif, siswa dapat termotivasi untuk belajar, menyampaikan pendapat dan berinteraksi dengan teman, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator. Salah satu pilihan model pembelajaran kooperatif yang dapat guru terapkan dalam pembelajaran di kelas adalah dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI).

Dalam proses pembelajaran di SMP Kristen YPKPM Ambon, siswa cenderung belajar secara individual. Siswa jarang berinteraksi dengan temannya, siswa jarang belajar bersama baik berdiskusi maupun belajar bersama teman sebangku, siswa juga sering diam saja ketika tidak mengerti materi yang dipelajari. Untuk itu, peneliti mencoba untuk menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) di sekolah tersebut.

Selain menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe TAI di SMP Kristen YPKPM Ambon, diperlukan juga perangkat pembelajaran (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Bahan Ajar (BA), dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang baik dan disusun sesuai dengan langkah-langkah model pembelajaran kooperatif tipe TAI, karena perangkat pembelajaran mempunyai peranan penting dalam proses pembelajaran. Tetapi tak bisa dipungkiri bahwa masih banyak guru yang menggunakan perangkat pembelajaran hanya sebagai formalitas. Guru hanya menyiapkan RPP, sedangkan BA dan LKS tidak disiapkan guru.

Untuk mengembangkan perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI, peneliti menggunakan model pengembangan perangkat pembelajaran *Four-D* (4-D). Peneliti

memilih model pengembangan perangkat pembelajaran 4-D, karena lebih tepat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan perangkat pembelajaran, uraiannya lebih lengkap dan sistematis, dalam pengembangannya juga melibatkan penilaian ahli sehingga sebelum dilakukan uji coba di tempat penelitian, perangkat pembelajaran telah direvisi berdasarkan penilaian, saran, dan masukan para ahli (Badarudin, 2011).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) pada Materi Kesebangunan segitiga di Kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon.”

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Salah satu bentuk variasi model pembelajaran kooperatif ialah model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI). Model pembelajaran kooperatif tipe TAI adalah model pembelajaran yang dikembangkan oleh Slavin (Warsono, 2012: 198). Tipe TAI menggunakan kelompok heterogen dan menggunakan kombinasi pembelajaran kooperatif dan pengajaran individual. Pengajaran individual merupakan pengajaran yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap siswa dapat belajar sendiri tanpa atau dengan sedikit bantuan dari guru (Lie, 2002: 25). Dalam pengajaran individual siswa cenderung belajar sendiri dengan kecepatan dan kemampuannya masing-masing. Hal ini menyebabkan kurangnya interaksi antar siswa di kelas.

Untuk mengurangi sikap individual maka dalam pembelajaran kooperatif tipe TAI, kegiatan belajar dilakukan dengan menggabungkan pembelajaran individual dengan pembelajaran kooperatif. Model pembelajaran kooperatif tipe TAI ini membuat para siswa bekerja dalam tim-tim pembelajaran kooperatif dan mengemban tanggung jawab mengelola dan memeriksa secara rutin, saling membantu satu sama lain dalam menghadapi masalah, dan saling memberikan dorongan untuk maju (Slavin, 2008: 189).

Dengan demikian, dalam pembelajaran kooperatif tipe TAI, siswa saling bantu satu sama lain dalam menyelesaikan soal dan memberikan dorongan pada anggota kelompoknya untuk terus berusaha hingga berhasil. Kegiatan pembelajaran seperti ini

dapat meningkatkan interaksi antar siswa yang pada akhirnya dapat menumbuhkan rasa kebersamaan dan aktivitas siswa yang baik.

Jadi, model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) adalah model pembelajaran yang menggunakan kombinasi pembelajaran kooperatif dan pengajaran individual yang sebagian besar aktivitas pembelajaran berpusat pada siswa dan dalam model ini siswa bekerja sama dalam tim-tim pembelajaran kooperatif dan mengemban tanggung jawab dalam kelompok, saling membantu satu sama lain dan saling memberikan dorongan untuk maju.

a. Komponen Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Menurut Slavin (Ratumanan, 2004: 141), TAI terdiri dari delapan komponen, yaitu:

1. Kelompok

Siswa dalam TAI ditempatkan dalam kelompok-kelompok heterogen terdiri atas 4 sampai 5 orang.

2. Tes penempatan (*placement test*)

Pada awal program matematika diberikan pretes. Hal ini dimaksudkan untuk menempatkan siswa pada program individual yang didasarkan pada hasil tes mereka.

3. Materi kurikulum (*student creative*)

Siswa menyelesaikan (mempelajari) materi kurikulum secara individual.

4. Belajar kelompok (*study teams*)

Setelah ujian penempatan, guru mengajarkan materi pertama. Kemudian siswa mulai mempelajari unit matematika secara individual. Unit-unit materi tersebut tercetak pada buku siswa. Siswa mengerjakan unit-unit materi tersebut dalam kelompok masing-masing.

5. Skor kelompok dan penghargaan kelompok

Di akhir minggu, guru menghitung skor kelompok. Skor ini didasarkan pada jumlah rata-rata unit yang tercakup oleh anggota kelompok dan akurasi dari tes-tes unit. Kriteria ditetapkan untuk penampilan (hasil) kelompok.

6. Mengajar kelompok (*teaching group*)

Pada saat memulai materi baru, guru mengajar materi pokok selama 10 atau 15 menit secara klasikal kepada siswa. Tujuannya adalah untuk memperkenalkan konsep utama kepada siswa. Guru menggunakan manipulasi, diagram dan demonstrasi. Pelajaran dirancang untuk membantu siswa memahami hubungan diantara matematika dengan masalah kehidupan nyata.

7. Tes fakta

Dua kali seminggu, siswa-siswa diberikan tes-tes tiga menit tentang fakta.

8. Unit kelas keseluruhan

Setiap tiga minggu, guru menghentikan program individual dan menggunakan waktu seminggu untuk mengajar keterampilan geometri, pengukuran, himpunan, dan strategi pemecahan masalah.

b. Langkah-Langkah Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Langkah-langkah model pembelajaran kooperatif tipe TAI menurut Lestari (2013), sebagai berikut.

1. Guru menyiapkan materi bahan ajar yang akan diselesaikan oleh kelompok siswa.
2. Guru memberikan *pre-test* kepada siswa atau melihat rata-rata nilai harian siswa agar guru mengetahui kelemahan siswa pada bidang tertentu (mengadopsi komponen tes penempatan).
3. Guru memberikan materi secara singkat (mengadopsi komponen mengajar kelompok).
4. Guru membentuk kelompok kecil yang heterogen tetapi harmonis berdasarkan nilai ulangan harian siswa, setiap kelompok 4-5 siswa (mengadopsi komponen kelompok).
5. Setiap kelompok mengerjakan tugas dari guru berupa LKS yang telah dirancang sendiri sebelumnya, dan guru memberikan bantuan secara individual bagi yang memerlukannya (mengadopsi komponen belajar kelompok)
6. Ketua kelompok melaporkan keberhasilan kelompoknya dengan mempresentasikan hasil kerjanya dan siap untuk diberi ulangan oleh guru.
7. Guru memberikan *post-test* untuk dikerjakan secara individu (mengadopsi komponen tes fakta).

8. Guru menetapkan kelompok terbaik sampai kelompok yang kurang berhasil (jika ada) berdasarkan hasil koreksi (mengadopsi komponen skor kelompok dan penghargaan kelompok).
9. Guru memberikan tes formatif sesuai dengan kompetensi yang ditentukan.

Mengacu langkah-langkah model pembelajaran kooperatif tipe TAI yang telah dibahas sebelumnya, maka langkah-langkah model pembelajaran kooperatif tipe TAI dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a) Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan menyiapkan bahan ajar yang akan dipelajari oleh siswa secara individual.
- b) Guru memberikan *pre-test* kepada siswa.
- c) Guru menjelaskan materi secara singkat.
- d) Guru membentuk siswa menjadi kelompok kecil yang heterogen berdasarkan kemampuannya. Setiap kelompok terdiri dari 4-6 siswa.
- e) Setiap kelompok mendiskusikan hasil belajar individual mereka dan mengerjakan tugas dari guru berupa LKS. Pada langkah ini siswa yang kesulitan memahami materi dapat bertanya pada anggota kelompoknya. Dalam kelompok, guru memberikan bimbingan seperlunya dan mengawasi jalannya diskusi.
- f) Siswa mempresentasikan hasil kerja mereka.
- g) Siswa mengerjakan tes untuk dikerjakan secara individu.
- h) Guru memberi penghargaan pada kelompok yang nilainya tinggi.
- i) Guru mengarahkan siswa untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

2. Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Four-D*

Pengembangan perangkat pembelajaran adalah proses yang dilakukan untuk menghasilkan suatu perangkat pembelajaran yang baik dengan menggunakan model pembelajaran yang sudah ada. Untuk mengembangkan sebuah perangkat pembelajaran, diperlukan model pengembangan perangkat yang sesuai. Terdapat beberapa model pengembangan perangkat pembelajaran, diantaranya model Dick-Carrey, model 4-D, model Kemp, model ASSURE, model ADDIE, model Hannafin dan Peck, model Banathy, dan model PPSI (prosedur pengembangan sistem instruksional) (Badarudin, 2011).

Dari beberapa model pengembangan perangkat pembelajaran, model pengembangan perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4-D (*Four-D*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (Trianto, 2009: 189). Peneliti menggunakan model ini karena dibandingkan dengan model lainnya, model 4-D lebih tepat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan perangkat pembelajaran, uraiannya lebih lengkap dan sistematis, dalam pengembangannya juga melibatkan penilaian ahli sehingga sebelum dilakukan uji coba di tempat penelitian, perangkat pembelajaran telah direvisi berdasarkan penilaian, saran, dan masukan para ahli (Badarudin, 2011).

Model *Four-D* secara umum dapat dipandang sebagai model untuk pengembangan instruksional (*a model for instructional development*) (Rochmad, 2012). Model ini terdiri dari empat tahap pengembangan, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* atau diadaptasikan menjadi model 4-P, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran (Trianto, 2009: 189-190).

Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tujuan tahap ini adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Dalam menentukan dan menetapkan syarat-syarat pembelajaran diawali dengan analisis tujuan dari batasan materi yang dikembangkan perangkatnya (Trianto, 2009: 190). Tahap ini meliputi lima fase, yaitu (Buhari, 2011):

1) Analisis awal-akhir (*front-end analysis*)

Analisis awal-akhir (*front-end analysis*) bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran, sehingga diperlukan suatu pengembangan bahan ajar. Dengan analisis ini akan didapatkan gambaran fakta, harapan dan alternatif penyelesaian masalah dasar, yang memudahkan dalam penentuan atau pemilihan bahan ajar yang dikembangkan.

2) Analisis siswa (*learner analysis*)

Analisis siswa (*learner analysis*) merupakan telaah tentang karakteristik siswa yang sesuai dengan desain pengembangan perangkat pembelajaran. Karakteristik itu meliputi latar belakang kemampuan akademik (pengetahuan), perkembangan kognitif, serta keterampilan-keterampilan individu atau sosial yang berkaitan dengan topik pembelajaran, media, format dan bahasa yang dipilih.

Analisis siswa dilakukan untuk mendapatkan gambaran karakteristik siswa, antara lain: (1) tingkat kemampuan atau perkembangan intelektualnya, (2) keterampilan-keterampilan individu atau sosial yang sudah dimiliki dan dapat dikembangkan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan.

3) Analisis konsep (*concept analysis*)

Analisis konsep (*concept analysis*) dilakukan untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis konsep-konsep yang relevan yang akan diajarkan.

4) Analisis tugas (*task analysis*)

Analisis tugas (*task analysis*) bertujuan untuk mengidentifikasi keterampilan-keterampilan utama yang dilakukan siswa dalam proses pembelajaran.

5) Perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*)

Perumusan tujuan pembelajaran bertujuan untuk merangkum hasil dari analisis tugas dan analisis konsep untuk menentukan perilaku objek penelitian. Hasil tersebut menjadi dasar untuk menyusun tes dan merancang perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan.

Tahap Perancangan (*Design*)

Tujuan tahap ini adalah untuk merancang perangkat pembelajaran. Empat langkah yang harus dilakukan pada tahap ini, yaitu: (1) penyusunan standar tes (*criterion-test construction*), (2) pemilihan media (*media selection*) yang sesuai dengan karakteristik materi dan tujuan pembelajaran, (3) pemilihan format (*format selection*), yaitu mengkaji format-format bahan ajar yang ada dan menetapkan format bahan ajar yang akan dikembangkan, (4) membuat rancangan awal (*initial design*) sesuai format yang dipilih. Langkah-langkahnya dijelaskan sebagai berikut (Buhari, 2011).

1) Penyusunan tes acuan patokan (*constructing criterion-referenced test*)

Penyusunan tes acuan patokan merupakan langkah yang menghubungkan antara tahap pendefinisian (*define*) dengan tahap perancangan (*design*). Tes acuan patokan disusun berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran dan analisis siswa, kemudian selanjutnya disusun kisi-kisi tes hasil belajar. Tes yang dikembangkan disesuaikan dengan jenjang kemampuan kognitif. Penskoran hasil tes menggunakan panduan evaluasi yang memuat kunci dan pedoman penskoran setiap butir soal.

2) Pemilihan media (*media selection*)

Pemilihan media dilakukan untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang relevan dengan karakteristik materi. Lebih dari itu, media dipilih untuk menyesuaikan dengan analisis konsep, analisis tugas, dan analisis siswa. Hal ini berguna untuk membantu siswa dalam pencapaian kompetensi dasar. Artinya, pemilihan media dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan ajar dalam proses pengembangan bahan ajar pada pembelajaran di kelas.

3) Pemilihan format (*format selection*)

Pemilihan format dalam pengembangan perangkat pembelajaran ini dimaksudkan untuk mendesain atau merancang isi pembelajaran, pemilihan strategi, pendekatan, metode pembelajaran, dan sumber belajar.

4) Rancangan awal (*initial design*)

Rancangan awal yang dimaksud adalah rancangan seluruh perangkat pembelajaran yang harus dikerjakan sebelum uji coba dilaksanakan.

Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari para pakar (Trianto, 2009: 192). Tahap ini meliputi:

1) Validasi para ahli/praktisi (*expert appraisal*)

Penilaian para ahli/praktisi terhadap perangkat pembelajaran mencakup: format, bahasa, ilustrasi dan isi. Berdasarkan masukan dari para ahli, materi pembelajaran direvisi untuk membuatnya lebih tepat, efektif, mudah digunakan, dan memiliki kualitas yang baik.

2) Uji coba pengembangan (*developmental testing*)

Uji coba pengembangan dilakukan untuk memperoleh masukan langsung berupa respons, reaksi, komentar siswa, dan para pengamat terhadap perangkat pembelajaran yang telah disusun.

Dalam konteks pengembangan bahan ajar, tahap pengembangan dilakukan dengan cara menguji keterbacaan bahan ajar yang dilakukan guru yang terlibat pada saat validasi rancangan dan siswa yang akan menggunakan bahan ajar tersebut. Hasil

pengujian kemudian digunakan untuk revisi, sehingga bahan ajar tersebut benar-benar telah memenuhi kebutuhan pengguna (Mulyatiningsih, 2012).

Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas, misalnya di kelas lain, di sekolah lain, oleh guru yang lain. Tujuan lain adalah untuk menguji efektivitas penggunaan perangkat di dalam kegiatan belajar mengajar (Trianto, 2009: 192).

3. Pengertian Perangkat Pembelajaran

Dalam proses pembelajaran, perangkat pembelajaran merupakan hal yang sangat penting. Oleh karena itu, setiap guru pada satuan pendidikan berkewajiban untuk menyusun perangkat pembelajaran yang baik. Suhadi (Dani, 2013) mengemukakan bahwa perangkat pembelajaran adalah sejumlah bahan, alat, media, petunjuk dan pedoman yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Jadi, perangkat pembelajaran adalah serangkaian media atau sarana yang digunakan dan dipersiapkan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran di kelas, sebagai penunjang proses pembelajaran agar dapat berjalan dengan lancar.

Khabibah (Trianto, 2009: 25) mengemukakan bahwa, untuk melihat tingkat kelayakan suatu model pembelajaran untuk aspek validitas dibutuhkan ahli dan praktisi untuk memvalidasi model pembelajaran yang dikembangkan. Sedangkan untuk aspek kepraktisan dan efektivitas diperlukan suatu perangkat pembelajaran untuk melaksanakan model pembelajaran yang dikembangkan, sehingga untuk melihat kedua aspek ini, perlu dikembangkan suatu perangkat pembelajaran untuk suatu topik tertentu yang sesuai dengan model pembelajaran yang dikembangkan.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa: (a) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP); (b) Bahan Ajar (BA); (c) Lembar Kerja Siswa (LKS), pada pokok bahasan kesebangunan pada segitiga yang berpandu pada model pembelajaran kooperatif tipe TAI dan diperuntukkan bagi siswa kelas IX SMP semester ganjil berdasarkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP).

III. METODE PENELITIAN

A. Tipe Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran matematika pada materi kesebangunan pada segitiga di kelas IX SMP dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI). Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Bahan Ajar (BA), dan Lembar Kerja Siswa (LKS).

Model pengembangan perangkat pembelajaran yang digunakan adalah dengan memodifikasi model 4-D (*Four-D Model*) dari Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (Trianto, 2009: 189). Pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini dimodifikasi hanya sampai pada tahap pengembangan karena keterbatasan peneliti dari aspek waktu dan biaya.

B. Prosedur Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Prosedur pengembangan perangkat pembelajaran pada penelitian ini, terdiri dari tiga tahap, yaitu: 1) tahap pendefinisian (*define*), 2) tahap perancangan (*design*), dan 3) tahap pengembangan (*develop*). Pada tahap pendefinisian, terdapat 5 langkah pokok, yaitu (a) analisis awal-akhir; (b) analisis siswa; (c) analisis konsep; (d) analisis tugas; dan (e) perumusan tujuan pembelajaran. Pada tahap perancangan, dilakukan kegiatan (a) pemilihan media; (b) pemilihan format; dan (c) perancangan awal. Pada tahap pengembangan, terdapat tiga kegiatan, yaitu: (a) validasi (penilaian) ahli; (b) uji keterbacaan; dan (c) uji coba perangkat pembelajaran.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas (1) lembar validasi, yang digunakan untuk memperoleh data tentang kualitas perangkat pembelajaran, yaitu RPP, BA, LKS, penilaian umum dan Tes Hasil Belajar (THB). Pada lembar validasi, validator diminta memberi penilaian terhadap perangkat pembelajaran dengan kategori: tidak baik (nilainya 1), kurang baik (nilainya 2), baik (nilainya 3), dan sangat baik (nilainya 4).

D. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Hasil Validasi diperoleh dengan cara memberikan lembar validasi kepada validator untuk melakukan validasi terhadap perangkat pembelajaran (RPP, BA, dan LKS), tes hasil belajar (*draft I*), serta validator mengisi lembar penilaian umum.
2. Hasil Uji Keterbacaan digunakan lembar uji keterbacaan untuk guru mitra dan siswa kelas IX₂. Guru diminta membaca RPP, BA dan LKS, setelah itu memberi komentar, masukan atau saran, kemudian dituliskan pada lembar uji keterbacaan. Sedangkan, siswa diminta untuk membaca BA dan LKS, selanjutnya siswa menulis komentar, masukan atau hal-hal yang kurang jelas pada lembar uji keterbacaan.
3. Hasil Uji Coba digunakan lembar pengamatan aktivitas guru yang diberikan kepada salah satu guru mata pelajaran matematika SMP Kristen YPKPM Ambon sebagai observer untuk menilai aktivitas guru selama proses pembelajaran.

5. Teknik Analisis Data

Analisis data ini dilakukan setelah diperoleh data hasil penilaian, koreksi, masukan, dan saran dari validator terhadap perangkat pembelajaran *draft I*. Data hasil penilaian validator untuk masing-masing perangkat dianalisis berdasarkan rerata skor (Pattimukay, 2009) dengan rumus sebagai berikut.

$$x = \frac{\text{Jumlah penilaian dari semua validator}}{\text{Banyaknya validator}}$$

Perangkat pembelajaran dikatakan valid, jika masing-masing perangkat berada pada rerata skor (x) minimal “baik”. Hasil analisis ini menjadi acuan untuk merevisi *draft I*, sehingga diperoleh *draft II*.

Analisis Data Hasil Uji Keterbacaan setelah dilakukan uji keterbacaan dari perangkat pembelajaran *draft II*. Data hasil penilaian, koreksi, masukan, dan saran dari guru mitra dan siswa terhadap perangkat pembelajaran *draft II* dipertimbangkan dan dilakukan revisi menjadi *draft III*.

Analisis data hasil uji coba dilakukan setelah uji coba perangkat pembelajaran (*draft III*) di kelas uji coba dengan cara: menganalisis data aktivitas guru dalam proses pembelajaran dengan menggunakan rumus yang dikemukakan Djava Djong (Pattimukay, 2009), yaitu:

$$Ag = \frac{\text{Jumlah item pengamatan yang terlaksana}}{\text{Jumlah keseluruhan item pengamatan}} \times 100\%$$

Aktivitas guru dalam proses pembelajaran dikatakan efektif jika persentase keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas guru $\geq 70\%$. Selanjutnya, jika aktivitas guru dalam proses pembelajaran $< 70\%$ maka akan dipertimbangkan untuk dilakukan revisi.

Analisis data aktivitas siswa dilakukan dengan cara mengamati aktivitas masing-masing siswa dalam kelompok terlebih dahulu. Rumus yang digunakan untuk menganalisis data aktivitas masing-masing siswa, seperti yang telah dikemukakan Djawa Djong (Pattimukay, 2009), yaitu:

$$A_{ms} = \frac{\text{Jumlah item aktivitas siswa yang terlaksana}}{\text{Jumlah keseluruhan item aktivitas siswa}} \times 100\%$$

Setelah hasil analisis keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas masing-masing siswa dalam kelompok diperoleh, maka selanjutnya menganalisis keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas masing-masing kelompok yang dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$A_k = \frac{\text{Jumlah } A_{ms}}{\text{Jumlah siswa dalam kelompok}} \times 100\%$$

Dari hasil analisis keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas masing-masing kelompok, selanjutnya akan dianalisis keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas siswa di kelas. Rumus yang digunakan yaitu:

$$A_s = \frac{\text{Jumlah } A_k}{\text{Banyak kelompok}} \times 100\%$$

Aktivitas siswa dalam proses pembelajaran dikatakan efektif jika persentase keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas siswa $\geq 70\%$. Selanjutnya, jika aktivitas siswa dalam proses pembelajaran $< 70\%$ maka akan dipertimbangkan untuk dilakukan revisi.

Analisis data respons guru terhadap perangkat pembelajaran digunakan rumus yang dikemukakan oleh Djawa Djong (Pattimukay, 2009), yaitu:

$$R_g = \frac{\text{Jumlah semua respons positif guru}}{\text{Jumlah aspek}} \times 100\%$$

Respons positif dari guru mitra dilihat dari kriteria penilaian Sangat Setuju (SS) dan Setuju (S). Item yang direspons positif dinilai 1 dan item yang direspons negatif (ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju) dinilai 0. Respons guru

mitra dikatakan positif jika persentase respons positif untuk setiap aspek yang direspons $\geq 70\%$.

Analisis data respons siswa digunakan rumus:

$$Rs = \frac{\text{Jumlah semua respons positif siswa}}{\text{Jumlah aspek}} \times 100\%$$

Siswa memberikan respons positif terhadap perangkat pembelajaran dilihat dari kriteria penilaian yang terdiri dari Sangat Setuju (SS) dan Setuju (S), sedangkan siswa memberikan respons negatif terhadap perangkat pembelajaran dilihat dari kriteria penilaian yang terdiri dari Ragu-Ragu (RR), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Item yang direspons positif dinilai 1 dan item yang direspons negatif dinilai 0. Respons siswa dikatakan positif jika persentase respons positif yang diberikan siswa $\geq 70\%$.

Analisis hasil belajar siswa dianalisis dengan menggunakan rumus (Sudijono, 2001: 318):

$$\text{Hasil Belajar} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh siswa}}{\text{Skor total}} \times 100$$

Siswa dianggap telah tuntas jika mencapai skor minimal 65 dan suatu kelas dikatakan tuntas belajar jika dalam kelas tersebut terdapat 65% dari jumlah seluruh siswa yang telah mencapai daya serap ≥ 65 (Suryasubroto, 2002: 77). Berdasarkan pendapat tersebut, Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan oleh SMP Kristen YPKPM Ambon sebagai berikut ini. Jika $KKM \geq 70$ maka dikatakan tuntas, sedangkan jika $KKM < 70$ maka belum tuntas.

Untuk menghitung persentase siswa yang mencapai KKM, digunakan rumus:

$$\text{Ketuntasan (\%)} = \frac{\text{Jumlah siswa yang tuntas}}{\text{Jumlah keseluruhan siswa}} \times 100\%$$

Berdasarkan uraian pada teknik analisis data di atas, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran dikatakan baik (valid) jika (Sabandar, 2013: 49):

- a. Semua validator memberikan penilaian minimal baik yaitu rata-rata penilaian semua validator $(x) \geq 2,50$;
- b. Aktivitas guru dan siswa dalam proses pembelajaran efektif, yaitu keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas guru dan siswa $\geq 70\%$;
- c. Guru dan siswa memberikan respons positif yaitu $\geq 70\%$; dan

- d. Siswa yang mencapai $KKM \geq 65\%$ dari jumlah siswa di kelas, berdasarkan hasil tes belajar siswa.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

Pengembangan perangkat pembelajaran tersebut menggunakan model pengembangan perangkat pembelajaran 4-D yang telah dimodifikasi menjadi: (1) Tahap Pendefinisian; (2) Tahap Perancangan; dan (3) Tahap Pengembangan. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran tersebut sebagai berikut.

1. Tahap Pendefinisian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pendefinisian sebagai berikut.

a. Hasil Analisis Awal-Akhir

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses pembelajarannya di kelas IX₁, maka diperoleh informasi bahwa kemampuan siswa dalam mempelajari dan mengerti materi matematika masih belum dapat dikatakan baik. Hal ini dikarenakan model dan metode pembelajaran yang monoton digunakan guru sehingga siswa kurang termotivasi dalam proses pembelajaran. Selain itu, siswa kurang mahir dalam berhitung mengakibatkan mereka malas jika harus belajar matematika. Akibatnya, banyak siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari matematika. Pada materi kesebangunan pada segitiga, siswa merasa materi ini sangat sulit, guru juga kurang melibatkan aktivitas siswa seluruhnya dan hanya memperhatikan siswa yang pandai pada materi ini, sehingga siswa-siswi yang tidak mengerti materi kesebangunan pada segitiga hanya diam dan tidak bertanya.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan adanya pembelajaran yang melibatkan siswa secara menyeluruh, memotivasi siswa untuk aktif dalam pembelajaran dan membuat siswa tidak malu bertanya jika ada hal-hal yang belum dimengerti dan ingin ditanyakan, serta mengajak siswa untuk berinteraksi dengan guru maupun sesamanya. Salah satu alternatif yang dapat digunakan guru yaitu guru menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe TAI. Model pembelajaran kooperatif tipe TAI ini

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

merupakan salah satu model pembelajaran kooperatif yang dapat memotivasi siswa untuk lebih aktif, saling berinteraksi dan saling membantu dalam belajar.

Untuk menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dengan baik di kelas, maka diperlukan perangkat pembelajaran yang sesuai dengan model tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan analisis awal-akhir, peneliti tertarik untuk mengembangkan perangkat pembelajaran matematika dengan model pembelajaran kooperatif tipe TAI.

b. Hasil Analisis Siswa

Analisis siswa merupakan telaah tentang karakteristik siswa sebagai gambaran untuk rancangan dan pengembangan perangkat pembelajaran. Karakteristik siswa dalam hal ini meliputi kemampuan akademik siswa. Hasil analisis siswa berdasarkan karakteristik siswa kelas IX₁ SMP Kristen YPKPM Ambon yang ditelaah melalui kemampuan akademik siswa sesuai hasil tes awal materi kesebangunan pada segitiga, dapat disimpulkan bahwa siswa-siswi kelas IX₁ SMP Kristen YPKPM Ambon memiliki kemampuan yang berbeda. Kebanyakan dari siswa kelas IX₁ memiliki kemampuan yang rendah. Dari hasil tersebut, peneliti mulai merancang untuk mengembangkan perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI yang disesuaikan dengan kemampuan akademik siswa. Melalui pengembangan perangkat pembelajaran, khususnya BA dan LKS inilah, diharapkan dapat membantu guru maupun siswa sehingga pembelajaran di kelas menjadi lebih aktif, siswa juga dapat mengerti dan menyelesaikan soal-soal yang berhubungan dengan materi kesebangunan pada segitiga.

c. Hasil Analisis Konsep

Tujuan dilakukannya analisis konsep, yaitu untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi yang relevan yang akan diajarkan berdasarkan analisis awal-akhir. Dari hasil diskusi peneliti dengan guru matematika SMP Kristen YPKPM Ambon, materi yang sulit dimengerti oleh siswa kelas IX, yaitu materi kesebangunan pada segitiga yang dikembangkan berdasarkan KTSP yang masih berlaku pada kelas IX.

d. Hasil Analisis Tugas

Setelah peneliti mendapatkan hasil analisis konsep, peneliti menjabarkan tugas-tugas yang dapat dikerjakan oleh siswa, yaitu mempelajari cara menentukan

perbandingan sisi dua segitiga siku-siku dan menghitung panjangnya, serta mempelajari cara menentukan perbandingan sisi dua segitiga dengan garis sejajar dan menghitung panjangnya.

Secara spesifik, tugas-tugas yang dapat dikerjakan siswa tersebut dapat dikategorikan ke dalam tugas umum dan tugas khusus. Tugas umum mengacu pada kompetensi dasar dan tugas khusus mengacu pada indikator pencapaian hasil belajar materi kesebangunan pada segitiga. Hasil analisis tugas dapat diuraikan sebagai berikut.

e. Hasil Spesifikasi Tujuan Pembelajaran

Hasil dari spesifikasi tujuan pembelajaran pada materi kesebangunan pada segitiga sebagai berikut.

- a. Siswa dapat menentukan perbandingan sisi dua segitiga siku-siku dan menghitung panjangnya.
- b. Siswa dapat menentukan perbandingan sisi dua segitiga dengan garis sejajar dan menghitung panjangnya.

2. Tahap Perancangan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap perancangan (*design*), yaitu pemilihan media, pemilihan format, dan perancangan awal.

a. Hasil Pemilihan Media

Dalam tahap pendefinisian, telah ditetapkan akan dikembangkan perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi kesebangunan segitiga yang diharapkan dapat membuat siswa aktif belajar, aktif berdiskusi dan berinteraksi dengan sesamanya. Media yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran di kelas IX₁ SMP Kristen YPKPM Ambon, yaitu papan tulis (*whiteboard*), spidol, penghapus, dan penggaris.

b. Hasil Pemilihan Format

Pada tahap ini dilakukan pemilihan format perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Dengan memperhatikan bahwa model pembelajaran yang akan digunakan adalah model pembelajaran kooperatif tipe TAI, maka perangkat yang akan dikembangkan meliputi RPP, BA, dan LKS yang disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran kooperatif tipe TAI.

c. Hasil Perancangan Awal

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan, yaitu pembuatan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian. Instrumen yang dibuat dalam penelitian ini terdiri dari lembar validasi, lembar uji keterbacaan, format observasi keterlaksanaan perangkat pembelajaran, lembar angket, dan lembar instrumen tes. Perangkat pembelajaran yang dihasilkan pada tahap ini dinamakan *draft I*.

3. Tahap Pengembangan

Kegiatan pada tahap ini terdiri atas tiga kegiatan yang dilakukan secara berturut-turut, yaitu: (1) penilaian ahli melalui lembar validasi yang digunakan untuk merevisi *draft I* menjadi *draft II*, (2) uji keterbacaan yang digunakan untuk merevisi *draft II* menjadi *draft III*, dan (3) uji coba perangkat pembelajaran yang digunakan untuk merevisi *draft III* menjadi *draft IV* yang akhirnya akan menjadi *draft final*. Berikut ini akan dijelaskan hasil dari kegiatan yang dilakukan pada tahap pengembangan.

a. Hasil Validasi (Penilaian) Ahli

Validasi (penilaian) ahli mencakup semua perangkat pembelajaran yang telah disusun pada tahap perancangan. Validasi (penilaian) ahli dilakukan terhadap *draft I* dengan berpedoman pada lembar penilaian validator yang dibuat oleh peneliti.

Berdasarkan validasi ahli terhadap perangkat pembelajaran, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Hasil penilaian umum terhadap perangkat pembelajaran

Setelah validator memberikan penilaian terhadap masing-masing perangkat pembelajaran (*draft I*), validator memberikan kesimpulan dengan mengisi lembar penilaian umum terhadap perangkat pembelajaran (*draft I*). Hasil penilaian umum dari ketiga validator berada pada kategori nilai 3, sehingga RPP, BA, dan LKS dikategorikan baik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi berdasarkan saran dan masukan dari validator.

2. Hasil validasi dan revisi RPP

a. Hasil validasi RPP

Validasi ahli terhadap RPP ditinjau dari beberapa aspek, yaitu format RPP, materi pelajaran, kegiatan pembelajaran, serta bahasa dan tulisan. Rata-rata penilaian

yang diberikan oleh ketiga validator adalah 3,3, sehingga RPP dikategorikan baik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa RPP tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi berdasarkan saran dan masukan dari validator.

b. Revisi RPP berdasarkan hasil validasi

Dari penilaian validator diperoleh koreksi, kritik dan saran yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan revisi RPP

3. Hasil validasi dan revisi BA

a. Hasil validasi BA

Validasi ahli terhadap BA ditinjau dari beberapa aspek, yaitu format, isi bahan, bahasa dan tulisan, serta manfaat/kegunaan. Rata-rata penilaian yang diberikan oleh ketiga validator adalah 3,4, sehingga dikategorikan baik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa BA tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi berdasarkan saran dan masukan dari validator.

b. Revisi BA berdasarkan hasil validasi

Dari penilaian validator diperoleh koreksi, kritik dan saran yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan revisi BA.

4. Hasil validasi dan revisi LKS

a. Hasil validasi LKS

Validasi ahli terhadap LKS ditinjau dari beberapa aspek, yaitu format, isi bahan, bahasa dan tulisan, serta manfaat/kegunaan. Rata-rata penilaian yang diberikan oleh ketiga validator adalah 3,2, sehingga LKS dikategorikan baik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa LKS tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi berdasarkan saran dan masukan dari validator.

b. Revisi LKS berdasarkan hasil validasi

Dari penilaian validator diperoleh koreksi, kritik dan saran yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan revisi LKS.

Hasil validasi dari *draft I* yang meliputi RPP, BA, dan LKS oleh para validator direvisi menjadi *draft II*, yang kemudian dilakukan uji keterbacaan.

a. Hasil Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan dilakukan untuk memperoleh masukan dan koreksi dalam rangka memperbaiki perangkat pembelajaran yang akan digunakan di kelas uji coba. Berdasarkan masukan dan koreksi pada hasil uji keterbacaan *draft II*, maka dilakukan revisi terhadap *draft II*.

b. Hasil Uji Coba Perangkat

Pada hasil uji coba perangkat sebagai berikut.

(1) Hasil Keterlaksanaan Perangkat Pembelajaran Berdasarkan Aktivitas Guru

Persentase keterlaksanaan perangkat pembelajaran yang dilakukan oleh guru mitra pada pertemuan pertama adalah 94,1% dan pada pertemuan kedua adalah 100%. Selanjutnya, untuk rata-rata keseluruhan keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas guru terlaksana sebesar 97,1%, sehingga aktivitas guru mitra dalam keterlaksanaan uji coba perangkat pembelajaran pada kelas uji coba dapat dikatakan sangat baik dan efektif, karena persentase keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas guru lebih dari 70%, yaitu mencapai 97,1%.

(2) Hasil Keterlaksanaan Perangkat Pembelajaran berdasarkan Aktivitas Siswa

Aktivitas siswa dalam proses pembelajaran diamati oleh 5 orang observer, dengan 1 orang observer mengamati 1 kelompok. Keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas siswa di kelas pada pertemuan pertama, terlaksana sebesar 76%, sedangkan pada pertemuan kedua terlaksana sebesar 81%. Persentase rata-rata keseluruhan aktivitas siswa untuk kedua pertemuan adalah sebesar 78,5%. Hal ini berarti aktivitas siswa termasuk dalam kategori baik. Dengan demikian, aktivitas siswa dalam proses pembelajaran dikatakan efektif, karena persentase keterlaksanaan perangkat pembelajaran berdasarkan aktivitas siswa di kelas $\geq 70\%$.

(3) Respons Guru terhadap Perangkat Pembelajaran

Guru memberikan respon positif yang terdiri dari SS (Sangat Setuju) dan S (Setuju) untuk setiap perangkat pembelajaran (RPP, BA, dan LKS). Untuk masing-masing perangkat pembelajaran tersebut, persentasenya mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa guru memberikan respons positif terhadap perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi kesebangunan segitiga.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran direspons positif oleh guru karena persentase respons positif untuk setiap aspek yang direspons $\geq 70\%$, sehingga perangkat pembelajaran dapat dikatakan baik (valid).

(4) Respons Siswa terhadap Perangkat Pembelajaran

Untuk mengetahui hasil respons siswa terhadap perangkat pembelajaran, maka diberikan angket kepada siswa. Respons positif siswa yang terdiri dari Sangat Setuju (SS) dan Setuju (S) untuk Bahan Ajar (BA) mencapai 94,4%, sedangkan untuk Lembar Kerja Siswa (LKS) mencapai 90,6%. Dengan menghitung rata-rata respons positif untuk seluruh perangkat pembelajaran, maka diperoleh rata-ratanya mencapai 92,5%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran yang telah berlangsung.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran direspons positif oleh siswa karena persentase respons positif untuk setiap aspek yang direspons $\geq 70\%$, sehingga perangkat pembelajaran dapat dikatakan baik (valid).

(5) Hasil Tes Belajar Siswa

Tes hasil belajar bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan siswa terhadap materi yang telah dipelajari. Saat tes hasil belajar dilaksanakan, siswa yang mengikuti tes tidak berjumlah 25 siswa karena 3 siswa tidak hadir saat tes hasil belajar dilaksanakan. Sehingga, tes hasil belajar hanya diikuti oleh 22 orang siswa. Dengan demikian, jumlah siswa yang dianalisis hanya 22 orang siswa.

Dari hasil tes belajar siswa yang diikuti oleh 22 siswa, diperoleh 17 siswa mencapai KKM dan 5 siswa tidak mencapai KKM. Dengan demikian, persentase siswa yang mencapai KKM, yaitu 77,3%, sehingga perangkat pembelajaran dapat dikatakan baik (valid).

B. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan, maka pembahasan dari hasil penelitian tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Tahap Pendefinisian

Pada tahap pendefinisian, dilakukan analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis awal-akhir materi kesebangunan yang salah satu sub materinya yaitu tentang *Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

kesebangunan pada segitiga (segitiga sebangun pada segitiga siku-siku dan segitiga dengan garis sejajar), dapat diambil kesimpulan bahwa materi ini merupakan salah satu materi yang dianggap sulit bagi siswa kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon. Hal tersebut ditunjukkan dengan rendahnya kualitas pembelajaran matematika di sekolah. Selain itu, model pembelajaran yang kurang tepat juga menjadi salah satu penyebab dari rendahnya kualitas pembelajaran matematika. Pembelajaran yang masih bersifat konvensional mengakibatkan siswa menjadi tidak bersemangat dan sulit mempelajari matematika. Siswa juga tidak dapat belajar dengan baik karena tidak ada proses diskusi bersama dengan siswa lain (Arifin, 2009: 72).

Berdasarkan penyebab-penyebab tersebut, maka dibutuhkan model pembelajaran yang dapat membuat siswa menjadi aktif berinteraksi mengenai materi yang dipelajari, sehingga siswa bersemangat dan senang mempelajari matematika. Menurut David dan Roger Johnson (Arends, 2008: 8), lingkungan kelas yang kooperatif dapat melahirkan pembelajaran yang lebih baik, untuk itu peneliti mencoba menerapkan salah satu model pembelajaran kooperatif dalam mengembangkan perangkat pembelajaran, sehingga dari pembelajaran kooperatif inilah, diharapkan dapat mengubah suasana belajar di dalam kelas menjadi lebih baik.

Model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) merupakan salah satu model pembelajaran kooperatif yang mengkombinasikan model pembelajaran kooperatif dan pengajaran individual, yaitu siswa-siswi yang terdiri dari 4 sampai 5 orang dalam setiap kelompok memiliki kemampuan heterogen, saling bekerja sama dengan pemberian bantuan secara individu bagi individu lain yang memerlukannya untuk mencapai tujuan bersama.

Dalam model pembelajaran kooperatif tipe TAI ini, setiap siswa secara individual mempelajari materi yang sudah dipersiapkan guru. Hasil belajar individual dibawa ke kelompok untuk didiskusikan dan saling dibahas oleh anggota kelompok dan semua anggota kelompok bertanggung jawab atas keseluruhan jawaban sebagai tanggung jawab bersama. Saat siswa mengajar sesuatu kepada siswa lain, mereka cenderung belajar lebih mendalam (Santrock, 2010: 398). Dari pembelajaran yang seperti inilah, diharapkan dapat membantu siswa mempelajari materi dengan baik dan mandiri, serta aktif dalam belajar, siswa akan melihat kelemahannya, kemudian

berusaha memperbaikinya dan akhirnya dapat mempertinggi hasil belajarnya (Arifin, 2009: 72).

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti merasa perlu melakukan penelitian pada materi kesebangunan (segitiga sebangun pada segitiga siku-siku dan segitiga dengan garis sejajar), dengan analisis tugas yang terdiri dari tugas umum dan tugas khusus. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses identifikasi pada keterampilan siswa. Selanjutnya, dilakukan spesifikasi tujuan pembelajaran dengan menjabarkan tugas khusus siswa.

2. Tahap Perancangan

Pada tahap perancangan, dilakukan pemilihan media, pemilihan format, dan perancangan awal. Pemilihan media pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan perangkat pembelajaran (RPP, BA, dan LKS). Selanjutnya, dilakukan pemilihan format pembelajaran yang disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran kooperatif tipe TAI.

Berdasarkan hasil pemilihan media pembelajaran dan pemilihan format pembelajaran, maka dilakukan perancangan awal untuk perangkat pembelajaran, untuk dua kali pertemuan yang disusun dalam bentuk *draft I*.

3. Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan, dilakukan validasi (penilaian) ahli, uji keterbacaan, dan uji coba perangkat pembelajaran. Setelah tahap perancangan selesai dibuat, dilanjutkan untuk tahap pengembangan yang dimulai dari penilaian ahli. Validasi (penilaian) ahli dilakukan untuk memvalidasi perangkat pembelajaran yang telah dihasilkan pada tahap perancangan awal (*draft I*). Penilaian (validasi) ahli ini dilakukan oleh tiga orang yang terdiri dari satu orang Dosen Pendidikan Matematika dan dua orang guru matematika.

Berdasarkan hasil penilaian umum validator maka diperoleh rata-rata penilaian umum yang diberikan oleh validator, yaitu 3 yang baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi. Berdasarkan penilaian serta koreksi, masukan atau saran dari validator, maka peneliti merevisi *draft I* menjadi *draft II*. Dari hasil inilah, kriteria pertama yang menyatakan perangkat pembelajaran valid/baik terpenuhi.

Perangkat pembelajaran yang telah direvisi dalam bentuk *draft II*, dilakukan uji keterbacaan untuk guru mitra dan siswa. Guru mitra melakukan uji keterbacaan

terhadap RPP, BA, dan LKS, sedangkan siswa melakukan uji keterbacaan terhadap BA dan LKS. Guru mitra menyimpulkan bahwa perangkat pembelajaran secara umum baik, sehingga guru mitra tidak memberikan saran atau komentar mengenai hal-hal yang tidak jelas atau tidak dimengerti pada lembar uji keterbacaan.

Selanjutnya, dari hasil uji keterbacaan terhadap siswa kelas IX₂, terlihat bahwa pada umumnya siswa memahami kata-kata pada BA dan LKS, namun terdapat sedikit kelemahan pada hasil *print out*, yaitu ada bayangan pada beberapa kalimat, angka, dan gambar, sehingga kurang jelas terbaca oleh siswa. Hasil dari uji keterbacaan oleh guru mitra dan siswa kelas IX₂ yang telah direvisi dinamakan dengan *draft III*.

Perangkat pembelajaran yang telah direvisi menjadi *draft III*, kemudian dilakukan uji coba pada kelas uji coba. Sebelum dilakukan uji coba perangkat pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan pembagian kelompok. Pembagian kelompok didasarkan pada hasil tes awal (*placement test*) materi prasyarat kesebangunan. Penempatan siswa ke dalam kelompok dilakukan berdasarkan tingkat kemampuan siswa. Dari hasil tes awal, maka siswa dibagi menjadi 5 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 5 orang.

Berdasarkan hasil keterlaksanaan uji coba perangkat pembelajaran pada kedua pertemuan, terlihat bahwa guru dapat menguasai langkah-langkah model pembelajaran kooperatif tipe TAI dengan baik, hanya saja pada pertemuan pertama, kemampuan guru dalam mengelola waktu masih kurang maksimal. Untuk pertemuan kedua, guru dapat mengelola waktu dengan baik sehingga proses pembelajaran berjalan dengan lancar sesuai dengan langkah-langkah pada RPP. Dari hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe TAI (*Team Assisted Individualization*) yang digunakan tidak terlalu sulit untuk dilaksanakan dalam proses pembelajaran.

Keberhasilan guru dalam mengelola pembelajaran kooperatif tipe TAI di kelas dikarenakan langkah-langkah dalam pembelajaran dapat dilakukan secara terorganisir oleh guru. Hal ini didukung oleh hasil analisis aktivitas guru (Ag) dalam mengelola pembelajaran yang mencapai 97,1%. Selain itu, keberhasilan guru dalam mengelola pembelajaran kooperatif tipe TAI disebabkan juga karena adanya diskusi sebelum uji coba perangkat pembelajaran mengenai langkah-langkah pembelajaran dengan model TAI.

Selanjutnya, keberhasilan pembelajaran di kelas juga ditunjang oleh aktivitas siswa. Dari hasil analisis aktivitas siswa di kelas (As), maka aktivitas siswa mencapai 78,5%. Hal ini berarti, pembelajaran dengan model kooperatif tipe TAI dapat mengaktifkan siswa dan guru kurang mendominasi dalam proses pembelajaran.

Dalam proses pembelajaran, siswa aktif mempelajari materi kesebangunan segitiga. Siswa mempelajari bahan ajar secara mandiri, membangun pengetahuannya sendiri, dan secara berkelompok berdiskusi untuk menyelesaikan soal-soal yang terdapat dalam LKS. Adanya interaksi antar siswa membuat siswa semakin bersemangat untuk mempelajari materi yang terdapat pada BA. Jika ada siswa di dalam kelompok yang belum mengerti, maka ada siswa yang membantu menjelaskan materi kepada teman sekelompoknya. Jadi, siswa yang memiliki tingkat kemampuan yang tinggi, bertindak sebagai tutor dan mengajari teman-temannya yang berkemampuan rendah (Arends, 2008: 6), sehingga mereka dapat mempelajari dan mengerti materi-materi yang ada pada BA dan saling membantu mengerjakan soal yang ada pada LKS. Hal ini membuat siswa memiliki rasa ingin belajar dan bertanggung jawab untuk mempelajari dan mengerjakan LKS.

Aktivitas yang dilakukan siswa di dalam kelompok, menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif tipe TAI berpusat pada siswa, adanya interaksi yang baik antar siswa, dan siswa terlibat aktif dalam pembelajaran. Dengan membiasakan siswa bekerja sama dalam kelompok, akan menciptakan persaingan positif untuk mencapai prestasi belajar yang optimal (Djamarah, 2005: 7). Jadi, pembelajaran kooperatif tipe TAI memberi kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif, mengembangkan rasa percaya diri, serta adanya saling interaksi antar siswa dan saling membantu dalam belajar sehingga menambah semangat untuk siswa.

Pada akhir pelaksanaan uji coba untuk pertemuan kedua, guru mitra dan siswa diberikan lembar angket respons. Pemberian lembar angket respons ini dimaksudkan untuk mengetahui respons guru dan siswa terhadap kegiatan pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI yang telah dilaksanakan dalam proses pembelajaran. Guru yang memberikan respons terdiri dari 1 orang, sedangkan siswa yang memberikan respons terdiri dari 24 orang. Jumlah siswa di kelas

penelitian berjumlah 25 orang, tetapi karena pada pertemuan kedua, ada 1 orang siswa yang tidak hadir, jadi angket respons hanya diisi oleh 24 orang siswa.

Hasil respons guru menunjukkan bahwa rata-rata persentase respons positif yang diberikan oleh guru terhadap perangkat pembelajaran mencapai 100%. Sedangkan, rata-rata persentase respons positif yang diberikan oleh siswa terhadap perangkat pembelajaran mencapai 92,5%. Hal ini menunjukkan bahwa, guru dan siswa memberikan respons positif terhadap perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi kesebangunan segitiga. Berdasarkan hasil respons positif dari guru dan siswa inilah, maka tidak dilakukan revisi untuk perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi kesebangunan segitiga.

Pada Bab III, telah dijelaskan bahwa, suatu perangkat pembelajaran dapat dikatakan baik (valid), jika memenuhi kriteria yang ditetapkan. Salah satu kriteria tersebut adalah siswa yang mencapai $KKM \geq 65\%$ dari jumlah siswa di kelas. Jadi, minimal 65% siswa mencapai KKM yang telah ditetapkan. Untuk mengetahui persentase siswa yang mencapai KKM, maka dilakukan tes hasil belajar. Tes hasil belajar juga bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan materi serta untuk mengetahui apakah pembelajaran yang dilakukan berhasil atau tidak. Hal ini sesuai dengan pendapat Trianto (2009: 241), yang menyatakan bahwa tes hasil belajar digunakan untuk mengukur tingkat ketuntasan belajar siswa dan untuk mengetahui tingkat penguasaan siswa.

Berdasarkan hasil tes yang dilakukan kepada 22 siswa, diperoleh 17 siswa mencapai KKM dan 5 siswa tidak mencapai KKM, sehingga persentase siswa yang mencapai KKM yaitu 77,3%. Menurut Suryosubroto (2002: 77), siswa dianggap telah tuntas jika mencapai skor minimal 65 dan suatu kelas dikatakan tuntas belajar jika dalam kelas tersebut terdapat 65% dari jumlah seluruh siswa yang telah mencapai daya serap ≥ 65 . Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa, hasil belajar siswa sudah mencapai KKM dan memenuhi kriteria perangkat yang dikatakan baik (valid).

Jadi, berdasarkan pembahasan di atas, diketahui bahwa kriteria suatu perangkat pembelajaran dikatakan baik (valid) telah terpenuhi. Artinya, perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi kesebangunan segitiga di kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon, yang dikembangkan peneliti telah valid. Namun, dari hasil penelitian

dan pembahasan di atas, terdapat beberapa kelemahan, diantaranya pada kegiatan tes awal (*placement test*) materi prasyarat kesebangunan, siswa-siswi yang memiliki kemampuan baik mendapat nilai yang tidak memuaskan. Hal ini mempengaruhi proses pembagian kelompok. Selain itu, ketidakhadiran siswa juga turut mempengaruhi persentase siswa yang mencapai KKM dan persentase aktivitas siswa, serta pengamatan aktivitas siswa yang dilakukan secara individu pada masing-masing kelompok berpengaruh terhadap hasil analisis aktivitas siswa terhadap pelaksanaan uji coba perangkat pembelajaran.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengembangan perangkat pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) pada materi kesebangunan segitiga di kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon, telah memenuhi kriteria baik (valid). Hal ini dapat dilihat pada kriteria yang telah dipenuhi, yaitu: (1) ketiga validator memberikan rata-rata penilaian 3 (baik) dan dapat digunakan dengan sedikit revisi pada RPP, BA, dan LKS; (2) aktivitas guru dan siswa dalam proses pembelajaran efektif. Persentase rata-rata aktivitas guru mencapai 97,1% dan persentase rata-rata keseluruhan aktivitas siswa mencapai 78,5%; (3) Guru dan siswa memberikan respons positif. Persentase respons positif yang diberikan oleh guru mencapai 100% dan persentase respon positif yang diberikan oleh siswa mencapai 92,5%; dan (4) persentase siswa yang mencapai KKM yaitu 77,3% dari jumlah siswa di kelas.

B. Saran

Dari penelitian ini, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pembelajaran, diantaranya:

1. Perlu dikembangkan perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi yang lain.
2. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran kooperatif tipe TAI pada materi kesebangunan segitiga ini, diharapkan dapat diujicobakan di sekolah lain, agar penggunaannya dapat efektif dan dapat diperoleh perangkat pembelajaran yang berkualitas.

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arends, Richard I. (2008). *Learning to Teach: Belajar untuk Mengajar, Edisi Ketujuh*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [2] Arifin, Zaenal. (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [3] Badarudin. (2011). *Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran*. (online), (<http://ayahalby.wordpress.com/2011/02/23/model-pengembangan-perangkat-pembelajaran/>, diakses pada 09 Maret 2014).
- [4] Baharuddin, H dan Wahyuni, E N. (2010). *Teori Belajar Dan Pembelajaran*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- [5] Buhari, B. (2011). *Four-D Model (Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dari Thiagarajan, dkk)*. (online), (<http://bustangbuhari.wordpress.com/2011/08/25/four-d-model-model-pengembangan-perangkat-pembelajaran-dari-thiagarajan-dkk/>, diakses pada 30 Januari 2014).
- [6] Dani, I. (2013). *Pengertian Perangkat Pembelajaran*. (online), (<http://pustaka.pandani.web.id/2013/03/pengertian-perangkat-pembelajaran.html>, diakses pada 31 Januari 2014).
- [7] Djamarah, Syaiful Bahri. (2005). *Guru dan Anak Didik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [8] Lestari, P. (2013). *Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI*. (online), (<http://tarynugrohotappuy.blogspot.com/2013/04/model-pembelajaran-kooperatif-tipe-tai.html>, diakses pada 02 Maret 2014).
- [9] Lie, A. (2002). *Cooperative Learning: Mempraktikkan Cooperative Learning Di Ruang-Ruang Kelas*. Jakarta: Grasindo.
- [10] Majid, A. (2013). *Strategi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [11] Mulyatiningsih, E. (2012). *Pengembangan Model Pembelajaran*. (online), ([http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dra-endang-mulyatiningsih-mpd/7cpengembangan-model-pembe lajaran.pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dra-endang-mulyatiningsih-mpd/7cpengembangan-model-pembe%20lajaran.pdf), diakses pada 30 Januari 2014).
- [12] Pattimukay, N. (2009). *Model Pembelajaran Kuantum Untuk Sub Materi Segitiga Di Kelas VII SMP Kristen Petra 2*. Tesis. Surabaya: Unesa.
- [13] Rochmad. (2012). *Desain Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika*. Jurnal Kreano Volume 3, Nomor 1, Juni 2012. Semarang: Jurusan Matematika FMIPA UNNES. (online),

<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreano/article/download/2613/2672>, diakses pada 30 Januari 2014).

- [14] Santrock, John W. (2010). *Psikologi Pendidikan, Edisi Kedua*. Jakarta: Kencana.
- [15] Slavin, R E. (2008). *Cooperative Learning: Teori, Riset, Dan Praktik*. Bandung: Nusa Media.
- [16] Suryosubroto. (2002). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [17] Trianto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif: Konsep, Landasan, Dan Implementasinya Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana.
- [18] Warsono dan Hariyanto. (2012). *Pembelajaran Aktif Teori Dan Asesmen*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

**PERBEDAAN HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI FAKTORISASI
BENTUK ALJABAR DENGAN MENGGUNAKAN MODEL
PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *TEAM ASSISTED
INDIVIDUALIZATION* (TAI) DAN MODEL PEMBELAJARAN
KONVENSIONAL DI KELAS VIII SMP NEGERI 4 AMBON**

Oleh

¹Nevi Telehala, ²Carolina Ayal

¹Mahasiswa, ²Dosen Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Universitas Pattimura

Email : ayal.olly@yahoo.co.id

ABSTRAK

Beberapa persoalan yang timbul dalam proses pembelajaran diantaranya, siswa malas untuk belajar, pasif, dan hanya sebagian siswa yang memperhatikan penjelasan guru. Selain itu dalam proses pembelajaran guru hanya menjelaskan materi pelajaran kemudian dilanjutkan dengan pemberian soal-soal latihan kepada siswa, sehingga proses pembelajaran masih didominasi oleh guru dan siswa hanya menerima saja. Ini berarti pembelajaran yang dilakukan oleh guru di kelas masih bersifat satu arah, artinya guru sebagai pentransfer materi dan siswa sebagai penerima materi. Siswa masih belajar secara individual, lebih cenderung menerima pengajaran guru dari pada belajar secara kelompok-kelompok kecil. Kondisi semacam ini sangat tidak menguntungkan bagi siswa, sebab materi yang diterima siswa cenderung tidak optimal.

Sehubungan dengan masalah tersebut, maka diperlukan model pembelajaran yang dapat digunakan, sehingga siswa tidak lagi pasif tetapi siswa lebih aktif agar proses pembelajaran yang dilaksanakan dapat memberikan hasil yang optimal dan mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI). Model pembelajaran kooperatif tipe TAI mengkombinasikan pembelajaran individual dan pembelajaran kelompok, dan model ini dirancang untuk mengatasi kesulitan belajar siswa secara individual. TAI juga menuntut siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Aktivitas yang dilakukan dapat mendorong siswa untuk berpikir baik secara individual maupun dalam suatu

kelompok dan kompetitif terhadap kelompok yang lain. Metode penelitian adalah penelitian eksperimen dengan design *Posttest Only Control Group*. Sampel pada penelitian ini berjumlah 70 siswa kelas VIII₃ dan VIII₄ SMP Negeri 4 Ambon. Hipotesis diuji pada taraf signifikan 5%. Analisis data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*(KS), uji *Levene*, dan uji-t. Dari hasil analisis data ditemukan bahwa: (1) kualifikasi sangat baik 1 siswa pada kelas eksperimen sedangkan pada kelas kontrol tidak ada, kualifikasi baik terdapat 9 siswa pada kelas eksperimen sedangkan pada kelas kontrol 1 siswa, untuk kualifikasi cukup pada kedua kelas sama terdapat 10 siswa, untuk kualifikasi kurang terdapat 13 siswa pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol 16 siswa dan kualifikasi sangat kurang terdapat 2 siswa pada kelas dengan eksperimen sedangkan pada kelas kontrol 8 siswa, (2) Ada perbedaan hasil belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dan model pembelajaran konvensional.

Kata Kunci: Hasil belajar, Model Pembelajaran Kooperatif tipe TAI

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan suatu proses yang dapat mengembangkan kemampuan, daya nalar dan moralitas kehidupan pada potensi yang dimiliki manusia agar dapat dimanfaatkan bagi kehidupannya. Pendidikan matematika memiliki peran yang sangat penting karena matematika adalah ilmu dasar yang digunakan secara luas dalam berbagai bidang kehidupan.

Ratumanan (2015: 20) mengemukakan bahwa pengajaran matematika saat ini kurang memberikan perhatian pada aktivitas siswa. Guru terlalu mendominasi kegiatan belajar mengajar (KBM), guru bahkan ditempatkan sebagai sumber utama pengetahuan dan berfungsi sebagai pentransfer pengetahuan sebaliknya siswa ditempatkan sebagai objek belajar yang mengakibatkan siswa hanya menunggu proses transfer pengetahuan dari guru. Hal inilah yang membuat siswa menjadi individu yang tidak kreatif dan seolah-olah harap gampang. Masalah serupa di temukan oleh peneliti ketika melakukan observasi awal.

Menurut guru, salah satu materi yang dianggap sulit untuk dipahami oleh siswa adalah materi faktorisasi bentuk aljabar. Materi faktorisasi bentuk aljabar merupakan

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

materi yang baru bagi siswa sehingga siswa masih melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal dan juga lemahnya penguasaan materi faktorisasi bentuk aljabar oleh siswa. Hal ini terlihat dari jawaban siswa terhadap soal tes yang diberikan guru. Dari 34 siswa yang mengikuti tes terdapat 22 siswa yang masih melakukan kesalahan dalam menjawab soal tersebut. Dalam pekerjaan siswa pada pemfaktoran bentuk $4x^2 - 25 = (2 + 5)(2 - 5)$ bentuk ini tidak sesuai dengan bentuk faktorisasi selisih dua kuadrat. Proses pengerjaan yang dilakukan siswa masih keliru, siswa hanya menuliskan perkalian antara faktor-faktor tanpa menggunakan variabel x . Selain itu terlihat bahwa siswa tidak memfaktorkan bentuk selisih dua kuadrat tetapi siswa menuliskan pengurangan dua suku yang masing-masing merupakan bentuk kuadrat, kemudian melakukan operasi pengurangan, kemudian kesalahan yang dilakukan siswa yaitu tidak memfaktorkan selisih dua kuadrat tetapi melakukan operasi perkalian kemudian operasi pengurangan.

Pada tahap kedua, ada beberapa persoalan yang timbul dalam proses pembelajaran diantaranya, siswa malas untuk belajar, pasif, hanya sebagian siswa yang memperhatikan guru dalam pembelajaran sedangkan siswa yang lainnya bercerita dengan teman sebangkunya. Dari informasi di atas peneliti menyimpulkan bahwa kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa disebabkan oleh siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran guru masih menggunakan pembelajaran konvensional. Sehubungan dengan masalah tersebut, maka diperlukan model pembelajaran yang dapat digunakan, sehingga siswa tidak lagi pasif tetapi siswa lebih aktif agar proses pembelajaran yang dilaksanakan dapat memberikan hasil yang optimal dan mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Salah satu model pembelajaran yang digunakan adalah model pembelajaran kooperatif.

Model pembelajaran kooperatif yang digunakan adalah tipe *Team Assisted Individualization* (TAI). TAI juga menuntut siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Aktivitas yang dilakukan dapat mendorong siswa untuk berpikir baik secara individual maupun dalam suatu kelompok dan kompetitif terhadap kelompok yang lain. Berdasarkan pemikiran di atas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul: "Perbedaan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Faktorisasi Bentuk Aljabar Dengan

Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan Model Pembelajaran Konvensional di Kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon yang diajarkan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar?
2. Apakah ada perbedaan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon yang diajarkan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui,

1. Hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon yang diajarkan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar.
2. Ada atau tidaknya perbedaan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon yang diajarkan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar.

II. KAJIAN PUSTAKA

1. Model Pembelajaran Kooperatif

Suyatno (2009: 51) mengemukakan bahwa model pembelajaran kooperatif adalah kegiatan pembelajaran dengan cara berkelompok untuk bekerja sama, saling membantu mengkonstruksi konsep, menyelesaikan persoalan. Hal yang sama dikemukakan oleh Slavin (Isjoni, 2009: 15), pembelajaran kooperatif adalah suatu

model pembelajaran dimana siswa belajar dan bekerja dalam kelompok-kelompok kecil secara kolaboratif yang beranggotakan 4-6 orang dengan struktur kelompok heterogen. Pola hubungan kerja seperti ini memungkinkan timbulnya persepsi yang positif tentang apa yang dapat siswa lakukan untuk berhasil berdasarkan kemampuan dirinya secara individual dan sumbangsih dari anggota lainnya selama siswa belajar secara bersama-sama dalam kelompok.

Selain itu Isjoni (2009: 23) mengemukakan bahwa pembelajaran kooperatif adalah suatu model pembelajaran yang saat ini banyak digunakan untuk mewujudkan kegiatan belajar mengajar yang berpusat pada siswa (*student oriented*), terutama untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan guru dalam mengaktifkan siswa yang tidak dapat bekerja sama dengan orang lain, siswa yang agresif dan tidak peduli pada yang lain. Menurut Artzt dan Newman (Trianto, 2009:56), dalam belajar kooperatif siswa belajar bersama sebagai suatu tim dalam menyelesaikan tugas-tugas kelompok untuk mencapai tujuan bersama.

Bertolak dari pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran kooperatif adalah pembelajaran dimana siswa belajar, bekerja sama, saling membantu mengkonstruksi konsep, berinteraksi secara aktif dan positif dalam kelompok-kelompok kecil secara kolaboratif yang anggotanya terdiri dari 4 sampai 6 orang dengan struktur kelompoknya bersifat heterogen.

1. Ciri-ciri Pembelajaran Kooperatif

Suyanto dan Jihad (2013: 142) mengemukakan, ciri-ciri pembelajaran kooperatif sebagai berikut.

- a. Bertujuan menuntaskan materi yang dipelajari, dengan cara siswa belajar dalam kelompok secara kooperatif.
- b. Kelompok dibentuk terdiri dari siswa-siswa yang memiliki kemampuan tinggi, sedang, dan rendah.
- c. Jika dalam kelas terdapat siswa-siswa yang terdiri dari beberapa ras, budaya, jenis kelamin yang berbeda maka diupayakan agar dalam tiap kelompok terdiri dari ras, suku, budaya, jenis kelamin yang berbeda pula.
- d. Penghargaan atas keberhasilan belajar lebih diutamakan pada kerja kelompok daripada perorangan.

2. Tujuan Pembelajaran Kooperatif

Menurut Arends (Ratumanan, 2004: 132), model pembelajaran kooperatif dikembangkan untuk mencapai tiga tujuan yaitu:

a. Prestasi Akademik

Belajar kooperatif sangat menguntungkan baik bagi siswa yang memiliki kemampuan tinggi maupun kemampuan rendah. Siswa berkemampuan lebih tinggi dapat menjadi tutor bagi siswa yang berkemampuan rendah. Dalam proses ini siswa berkemampuan lebih tinggi, secara akademis mendapat keuntungan, karena pengetahuannya dapat lebih mendalam.

b. Penerimaan Akan Keanekaragaman

Belajar kooperatif menyajikan peluang bagi siswa dari berbagai latar belakang dan kondisi sosial, untuk bekerja dan saling bergantung pada tugas-tugas rutin, dan melalui penggunaan struktur penghargaan kooperatif dapat belajar menghargai satu sama lain.

c. Pengembangan Keterampilan Sosial

Belajar kooperatif bertujuan mengarahkan pada siswa ketrampilan-ketrampilan kerja sama dan kolaborasi. Ini adalah keterampilan-keterampilan yang penting dalam suatu masyarakat.

3. Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Model pembelajaran kooperatif tipe TAI adalah model pembelajaran yang dikembangkan oleh Slavin (Warsono dan Hariyanto, 2012: 198). Tipe TAI menggunakan kelompok heterogen dan menggunakan kombinasi pembelajaran kooperatif dan pengajaran individual. Menurut Lie (Litaay, 2015: 21) menyatakan bahwa pengajaran individual merupakan pengajaran yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap siswa dapat belajar sendiri tanpa atau dengan sedikit bantuan dari guru. Dalam pengajaran individual siswa cenderung belajar sendiri dengan kecepatan dan kemampuannya masing-masing. Hal ini menyebutkan kurangnya interaksi antar siswa di kelas, untuk mengurangi sikap individual maka dalam pembelajaran kooperatif tipe TAI, kegiatan belajar dilakukan dengan menggabungkan pembelajaran individual dengan pembelajaran kooperatif.

Suyitno (2002: 9), model pembelajaran TAI merupakan model pembelajaran yang membentuk kelompok kecil secara heterogen dengan latar belakang cara berfikir yang berbeda-beda untuk saling membantu terhadap siswa lain yang membutuhkan bantuan. Model pembelajaran TAI menuntut siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Aktivitas yang dilakukan dapat mendorong siswa untuk berpikir, baik secara individual maupun dalam suatu kelompok. Setiap anggota kelompok diharapkan dapat saling bekerja sama secara sportif satu sama lain dan bertanggung jawab baik kepada anggota dalam satu kelompok.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe TAI adalah model pembelajaran yang menggunakan kombinasi pembelajaran kooperatif dan pengajaran individual sehingga hasil belajar individual akan dibawa ke dalam kelompok masing-masing untuk dibahas dan didiskusikan oleh anggota kelompok.

4. Komponen Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Menurut Retna (Wenno, 2013: 30), model pembelajaran kooperatif tipe TAI memiliki 8 komponen, kedelapan komponen tersebut adalah sebagai berikut.

- a. *Placement Test* yaitu pemberian *pre-test* kepada siswa atau melihat rata-rata nilai harian siswa agar guru mengetahui kelemahan siswa pada bidang tertentu.
- b. *Teaching Group* yaitu pemberian materi secara singkat dari guru menjelang pemberian tugas kelompok.
- c. *Teams* yaitu pembentukan kelompok heterogen yang terdiri dari 4 sampai 5 siswa.
- d. *Student Creative* yaitu melaksanakan tugas dalam suatu kelompok, dimana keberhasilan individu ditentukan oleh keberhasilan kelompoknya.
- e. *Team Study* yaitu tahapan tindakan belajar yang harus dilaksanakan oleh kelompok dan guru memberikan bantuan secara individual kepada siswa yang membutuhkan.
- f. *Team Score and Team Recognition* yaitu pemberian skor terhadap hasil kerja kelompok dan memberikan kriteria penghargaan terhadap kelompok yang berhasil secara cemerlang dan kelompok yang dipandang kurang berhasil dalam menyelesaikan tugas.
- g. *Fact Test* yaitu pelaksanaan tes-tes kecil berdasarkan fakta yang diperoleh siswa.

h. *Whole-Class Units* yaitu pemberian materi oleh guru kembali di akhir waktu pembelajaran dengan strategi pemecahan masalah.

5. Sintaks Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Menurut Slavin (Wenno, 2013: 31), sintaks model pembelajaran kooperatif tipe TAI adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Sintaks Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Langkah-Langkah	Tingkah Laku Guru
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyiapkan materi bahan ajar yang akan diselesaikan oleh kelompok siswa. 2. Guru memberikan pre-test kepada siswa atau melihat rata-rata nilai harian siswa. Agar guru mengetahui kelemahan siswa pada bidang tertentu. (Mengadopsi komponen <i>Placement Test</i>).
Kegiatan Inti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan materi secara singkat. (Mengadopsi komponen <i>Teaching Group</i>). 2. Guru membentuk kelompok kecil yang heterogen tetapi harmonis berdasarkan nilai ulangan harian siswa, setiap kelompok 4-5 siswa. (Mengadopsi komponen <i>Teams</i>). 3. Setiap kelompok mengerjakan tugas dari guru berupa LKS yang telah dirancangsendiri sebelumnya, dan guru memberikan bantuan secara individual bagi yang memerlukannya. (Mengadopsi komponen <i>Team Study</i>). 4. Ketua kelompok melaporkan keberhasilan kelompoknya dengan mempresentasikan hasil kerjanya dan siap untuk diberi ulangan oleh guru. (Mengadopsi komponen <i>Student Creative</i>).
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan <i>post-test</i> untuk dikerjakan secara individu. (Mengadopsi komponen <i>Fact Test</i>).

Langkah-Langkah	Tingkah Laku Guru
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Guru menetapkan kelompok terbaik sampai kelompok yang kurang berhasil berdasarkan hasil koreksi. (Mengadopsi komponen <i>Team Score and Team Recognition</i>). 3. Guru memberikan tes formatif sesuai dengan kompetensi yang ditentukan.

Berdasarkan sintaks model pembelajaran kooperatif tipe TAI yang telah dikemukakan di atas, maka dalam penelitian ini digunakan langkah-langkah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Sintaks Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI Yang Digunakan Dalam Penelitian Ini

Langkah-langkah	Tingkah Laku Guru
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen <i>placement Test</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Hasil tes harian siswa digunakan sebagai; b. penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol. c. kontrol. d. Patokan dalam pembentukan kelompok e. (kelompok dibentuk oleh guru) Langkah ini dilakukan sebelum KBM dilaksanakan. 2. Apersepsi, memotivasi dan menginformasikan model pembelajaran yang akan digunakan.
Kegiatan Inti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen <i>Teaching Group</i> Menjelaskan materi secara singkat melalui bahan ajar yang telah disiapkan. 2. Komponen <i>Teams</i> Membentuk siswa dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 orang secara heterogen berdasarkan hasil tes harian. 3. Komponen <i>Team Study</i> Memberikan kesempatan bagi siswa dalam kelompok dan membimbing siswa agar saling memberikan

Langkah-langkah	Tingkah Laku Guru
	<p>bantuan secara individual kepada teman yang membutuhkan bantuan.</p> <p>4. Komponen <i>Student Creative</i> Mempersilahkan ketua kelompok atau perwakilan dari kelompok untuk mempresentasikan hasil kerja kelompok.</p> <p>5. Komponen <i>Team Score and Team Recognition</i> Memberikan skor atau penghargaan berupa pujian bagi kelompok yang hasil kerjanya berhasil.</p> <p>6. Komponen <i>Fact Test</i> Memberikan tes kecil untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa.</p> <p>Komponen <i>Whole-Class Units</i> Dalam komponen ini, guru memberikan materi kembali secara klasikal dengan strategi pemecahan masalah, namun peneliti menggantikan dengan rangkuman materi mengingat waktu pembelajaran yang tidak banyak.</p>
Penutup	

6. Kelebihan dan Kelemahan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TAI

Shoimin (2014: 202) mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan dari model TAI sebagai berikut.

1. Kelebihan dari model pembelajaran TAI adalah:
 - a. Siswa yang lemah dapat terbantu dalam menyelesaikan masalahnya.
 - b. Siswa yang pandai dapat mengembangkan kemampuan dan ketrampilannya.
 - c. Adanya tanggung jawab dalam kelompok dalam menyelesaikan permasalahannya.
 - d. Siswa diajarkan bagaimana bekerja sama dalam suatu kelompok.
 - e. Mengurangi kecemasan.
 - f. Menggantikan bentuk persaingan dengan saling bekerja sama.
 - g. Melibatkan siswa untuk aktif dalam proses belajar.
 - h. Mereka dapat berdiskusi, berdebat atau menyampaikan gagasan, konsep, dan keahlian sampai benar-benar memahaminya.

- i. Mereka memiliki rasa peduli, rasa tanggung jawab terhadap teman lain dalam proses belajarnya.
2. Kelemahan dari model pembelajaran TAI adalah:
- a. Tidak ada persaingan antar kelompok.
 - b. Siswa yang lemah dimungkinkan menggantungkan pada siswa yang pandai.
 - c. Terhambatnya cara berpikir siswa yang mempunyai kemampuan lebih terhadap siswa yang kurang.
 - d. Memerlukan periode lama.
 - e. Sesuatu yang harus dipelajari dan dipahami belum seluruhnya dicapai siswa.
 - f. Bila kerja sama tidak dapat dilaksanakan dengan baik, yang akan bekerja hanyalah beberapa murid yang pintar dan yang aktif saja.
 - g. Siswa yang pintar akan merasa keberatan karena nilai yang diperoleh ditentukan oleh prestasi atau pencapaian kelompok.

7. Model Pembelajaran Konvensional

Salah satu model pembelajaran yang masih berlaku dan banyak digunakan oleh guru adalah model pembelajaran konvensional. Menurut Ratumanan (2015: 16), pengajaran konvensional pada umumnya menekankan penguasaan konsep dan ketrampilan yang sudah dirumuskan guru sebelumnya. Siswa mengikuti penjelasan guru, mengerjakan tugas yang diberikan guru berkaitan dengan materi yang telah dijelaskan, selanjutnya menunjukkan hasil kerjanya sebagai ukuran apakah sudah menguasai materi yang dipelajari ataukah belum.

Menurut Suyono (2014: 9), menyatakan bahwa dalam model konvensional pembelajaran dipandang bersifat mekanistik dan merupakan otonomi guru untuk mengajar, guru menjadi pusat pengajaran. Terlihat bahwa pembelajaran konvensional yang dimaksud adalah proses pembelajaran yang lebih banyak didominasi gurunya sebagai pentransfer ilmu sedangkan siswa lebih pasif sebagai penerima ilmu. Sukandi (Gora dan Sunarto, 2010: 7), mendeskripsikan bahwa pendekatan konvensional ditandai dengan guru mengajar lebih banyak mengajarkan tentang konsep-konsep bukan kompetensi, tujuannya adalah siswa mengetahui sesuatu bukan mampu untuk melakukan sesuatu, dan pada saat proses pembelajaran, siswa lebih banyak mendengarkan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran konvensional adalah suatu model pembelajaran yang lebih berpusat pada guru karena dalam proses pembelajaran guru lebih berperan sebagai sumber informasi dan pengetahuan sedangkan siswa sebagai penerima ilmu yang pasif.

Ratumanan(2015: 15), ciri-ciri model pembelajaran konvensional adalah sebagai berikut.

1. Siswa adalah penerima informasi secara aktif
2. Belajar secara individual
3. Pembelajaran sangat teoritis
4. Perilaku di bangun atas kebiasaan
5. Guru adalah penentu jalannya proses pembelajaran
6. Interaksi diantara siswa kurang
7. Guru tidak peka terhadap siswa yang tidak mengerti.

Menurut Ismail (Palyama, 2015: 15), sintaks model pembelajaran konvensional adalah sebagai berikut.

Tabel 2.4 Sintaks Model Pembelajaran Konvensional

Fase	Peran Guru
1. Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa	Menjelaskan TPK, materi prasyarat, memotivasi dan mempersiapkan siswa.
2. Menyajikan materi atau informasi	Menyajikan informasi tahap demi tahap.
3. Membimbing pelatihan	Memberikan latihan serta membimbing siswa jika mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal-soal yang diberikan.
4. Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik.
5. Memberikan latihan dan pemahaman konsep	Mempersiapkan latihan untuk siswa dengan menerapkan konsep yang dipelajari.

8. Perbedaan Model Pembelajaran *Team Assisted Individualization* (TAI) dengan Model Pembelajaran Konvensional

Dari uraian tentang model pembelajaran TAI dan model pembelajaran konvensional, dapat dilihat bahwa kedua model ini memiliki perbedaan yang dijelaskan pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Perbedaan Model Pembelajaran TAI dengan Model Pembelajaran Konvensional

No.	Model Pembelajaran TAI	Model Pembelajaran Konvensional
1.	Proses pembelajaran menggunakan kombinasi pembelajaran individual dan pembelajaran kelompok.	Proses pembelajaran lebih banyak menggunakan metode ceramah, Tanya jawab dan lebih bersifat individual.
2.	Pembelajaran dalam bentuk kelompok diskusi yang heterogen	Pembelajaran dalam bentuk klasikal
3.	Aktivitas belajar siswa secara berkelompok	Aktivitas belajar siswa lebih banyak belajar sendiri
4.	Siwa diberikan LKS dan bekerja dalam kelompok	Siwa tidak diberikan LKS dan tidak bekerja dalam kelompok
5.	Siswa diberi penghargaan terhadap hasil pekerjaanya	Siswa tidak diberi penghargaan terhadap hasil pekerjaanya

9. Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil-hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Palyama (2015) berjudul “Perbedaan Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Ambon Yang Diajarkan Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan Model Pembelajaran Konvensional Pada Materi Turunan”. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 7 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan model pembelajaran konvensional pada materi turunan Fungsi. Hal ini disimpulkan berdasarkan hasil uji hipotesis diperoleh nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2,893 > 1,721$).

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

- 2) Wenno (2013) berjudul “Peningkatan Prestasi Belajar Siswa SMP Negeri 3 Ambon Pada Materi Operasi Hitung Bentuk Aljabar Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI)”. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas SMP Negeri 3 Ambon pada materi operasi hitung bentuk aljabar. Hal ini dilihat dari peningkatan hasil tes. Pada siklus I diperoleh 38,1% siswa mencapai KKM dan siklus II terjadi peningkatan hingga 90,48% siswa mencapai KKM.
- 3) Bakhrodin (2012) berjudul “ Efektivitas Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) Dengan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning*(CTL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas VII MTs Mu'allimin Muhammadiyah”. Hasil Penelitian ini menyimpulkan bahwa Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) Dengan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning*(CTL) lebih efektif disbanding model pembelajaran konvensional dalam kemampuan pemecahan masalah matematika. Hal ini disimpulkan berdasarkan rata-rata nilai *post-tes* siswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata nilai *post-tes* siswa kelas kontrol, dimana nilai kelas eksperimen 72,22 dan kelas kontrol 61, 25.
- 4) Ayuningtyas (2012) berjudul “Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Materi Himpunan Melalui Model Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) Siswa Kelas VII-A SMP Islam Gandusari”. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas VII-A SMP Islam Gandusari pada materi himpunan. Hal ini dilihat dari peningkatan hasil tes. Pada siklus I diperoleh 71,27% siswa mencapai KKM dan siklus II terjadi peningkatan hingga 87,41% siswa mencapai KKM.
- 5) Syaifudin (2015) berjudul “Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Materi Operasi Hitung Bentuk Aljabar Siswa Kelas VIII SMP Pawayatan Daha 1 Kediri”. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dapat meningkatkan hasil belajar siswa Kelas VIII

SMP Pawayatan Daha 1 Kediri Pada Materi Operasi Hitung Bentuk Aljabar. Hal ini dilihat dari peningkatan hasil tes. Pada siklus I diperoleh 50,75% siswa mencapai KKM dan siklus II terjadi peningkatan hingga 75,25% siswa mencapai KKM.

10. Kerangka Pikir

Model pembelajaran merupakan cara atau teknik penyajian yang digunakan guru dalam proses pembelajaran agar tercapai tujuan pembelajaran. Suatu model pembelajaran tidak dapat dikatakan lebih baik dari model yang lainnya, akan tetapi hanya bisa dikatakan lebih tepat atau tidaknya dalam suatu pembelajaran. Karena pada prinsipnya semua model pembelajaran itu adalah baik, oleh sebab itu seorang guru dituntut dapat memilih model pembelajaran yang tepat untuk digunakan pada setiap pembelajaran dengan memperhatikan tujuan pembelajaran, karakteristik siswa dan materi pembelajaran.

Dalam proses pembelajaran yang terjadi di kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon, umumnya guru masih menggunakan model pembelajaran konvensional. Pembelajaran konvensional pada umumnya menekankan penguasaan konsep dan ketrampilan yang sudah dirumuskan guru sebelumnya. Siswa mengikuti penjelasan guru, mengerjakan tugas yang diberikan guru berkaitan dengan materi yang telah dijelaskan, selanjutnya menunjukkan hasil kerjanya sebagai ukuran apakah siswa sudah menguasai materi yang sudah dipelajari ataukah belum. Pembelajaran seperti ini mengakibatkan siswa kurang aktif dan pembelajaran tidaklah efektif.

Pembelajaran kooperatif memiliki salah satu ciri yaitu adanya kemampuan siswa dalam bekerjasama dalam kelompok kecil yang heterogen. Masing-masing anggota dalam kelompok memiliki tugas yang setara, karena pada pembelajaran kooperatif keberhasilan kelompok sangat di perhatikan, maka siswa yang pandai ikut bertanggung jawab membantu temannya yang lemah akan terbantu dalam memahami permasalahan yang diselesaikan dalam kelompok tersebut. Pembelajaran kooperatif memiliki salah satu tipe yaitu tipe TAI.

Pembelajaran kooperatif tipe TAI mengkombinasikan pembelajaran individual dan pembelajaran kooperatif. Model ini memperhatikan pengetahuan awal tiap siswa untuk mencapai prestasi belajar. Pembelajaran individual dipandang perlu diaplikasikan karena siswa memasuki kelas dengan pengetahuan, kemampuan, dan motivasi yang

berbeda-beda. Saat guru memberikan materi pembelajaran tentunya ada sebagian siswa yang tidak memiliki pengetahuan prasyarat untuk mempelajari materi dengan baik.

Dengan perpaduan antara pembelajaran kooperatif dan individual dapat diperoleh dua keuntungan sekaligus, yaitu; 1) pembelajaran kooperatif tipe TAI dapat meningkatkan interaksi antara siswa, serta hubungan yang saling menguntungkan. Siswa dalam kelompok akan belajar mendengar ide atau gagasan orang lain, berdiskusi setuju atau tidak setuju, menawarkan atau menerima kritikan yang membangun, dan siswa tidak merasa terbebani ketika ternyata pekerjaannya salah. Siswa bekerja dalam kelompok saling membantu untuk menguasai bahan ajar. 2) pembelajaran individual mendidik siswa untuk belajar secara mandiri, tidak menerima pelajaran secara mentah dari guru. Melalui pembelajaran secara individual ini, siswa akan dapat mengeksplorasi pengetahuan dan pengalamannya sendiri untuk mempelajari materi pelajaran.

11. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di atas, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah, “Ada perbedaan hasil belajar siswa yang diajarkan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dengan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar.

III. METODE PENELITIAN

A. Tipe Penelitian

Tipe penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, dengan desain penelitian *Post-test Only Control Group Design* yang bertujuan untuk meneliti pengaruh dari suatu perlakuan tertentu terhadap gejala suatu kelompok dengan kelompok lain yang sama tetapi diberikan perlakuan yang berbeda (Setyosari, 2012: 187). Rancangan penelitian ini disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Post Test
E	P ₁	T
K	-	T

Keterangan:

- E : Kelas Eksperimen
- K : Kelas Kontrol
- P₁ : Perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TAI
- P₂ : Perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran konvensional
- T : Tes akhir untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon tahun ajaran 2016/2017 yang terdiri dari 11 kelas dengan jumlah 381 siswa. Sampel dilakukan secara *purposive sampling* didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti sendiri berdasarkan ciri atau sifat-sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya (Ali, 2013: 72). Dipilih dua kelas sebagai sampel dengan memperhatikan pada kemampuan rata-rata siswa dari kedua kelas yang relatif sama untuk digunakan dalam penelitian. Data yang digunakan yaitu nilai semester genap matematika siswa, maka dua kelas yang terpilih sebagai sampel adalah kelas VIII₃ sebagai kelas eksperimen, dan kelas VIII₄ sebagai kelas kontrol. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 4 Ambon, Jl. Dr. Setia Budy.

C. Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan adalah tes awal dan tes akhir (*Post Test*) yang terdiri atas 5 soal berbentuk uraian, dengan butir tes sama untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan sebagai berikut.

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan hasil belajar siswa. Hasil belajar yang dimaksudkan berupa nilai yang diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor total}} \times 100$$

(Purwanto, 2009: 12)

Selanjutnya, nilai yang diperoleh diklasifikasikan sesuai penilaian acuan patokan (PAP) seperti dimuat pada tabel berikut.

Tabel 3.6 Penilaian Acuan Patokan

Kualifikasi	Nilai
Sangat Baik	$x \geq 90$
Baik	$75 \leq x < 90$
Cukup	$60 \leq x < 75$
Kurang	$40 \leq x < 60$
Sangat Kurang	$x < 40$

(Ratumanan, 2006: 19)

2. Statistik Uji-t

Penelitian ini dianalisis dengan menggunakan SPSS versi 20.0. Sebelum diadakan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji-t, namun terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis terhadap data nilai tes akhir siswa sebagai berikut.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data pada kedua kelompok sampel yang diteliti berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak, pengujian normalitas menggunakan uji Kolmogorow Smirnov.

Hipotesis penelitian yang akan diuji adalah:

H_0 = sampel berdistribusi normal

H_1 = sampel tidak berdistribusi normal

Kriteria pengujian normalitas, yaitu:

H_0 diterima jika nilai *Sig* lebih dari $\alpha = 0,05$

H_1 diterima jika atau *Sig* kurang dari $\alpha = 0,05$

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah kedua kelas sampel memiliki varians yang homogen atau tidak dalam penelitian ini, pengujian homogenitas varians menggunakan uji Levene.

Hipotesis penelitian yang akan diuji adalah:

H_0 = sampel memiliki varians yang homogen

H_1 = sampel memiliki varians yang tidak homogen

Kriteria pengujian untuk uji homogenitas adalah sebagai berikut:

H_0 diterima jika atau *Sig.* lebih dari $\alpha = 0,05$

H_1 diterima jika atau *Sig.* kurang dari $\alpha = 0,05$

c. Uji Perbedaan

Uji perbedaan rata-rata menggunakan uji-t

H_0 diterima dan H_1 ditolak jika *Sig* lebih dari $\alpha = 0,05$

H_0 ditolak dan H_1 diterima jika *Sig* kurang dari $\alpha = 0,05$

Selanjutnya hipotesis yang ditolak dan diterima pada kriteria dapat dirumuskan sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$, Tidak ada perbedaan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar.

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$, Ada perbedaan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

Sesuai dengan tipe penelitian yang telah diuraikan pada BAB III yaitu tipe penelitian eksperimen dengan menggunakan desain *Post-test Only Control Group Design*, maka dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 kelas yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata nilai kemampuan awal siswa melalui hasil tes semester genap terlihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Rata-rata Nilai Tes Semester Genap

Kelas	Rata-rata
VIII ₃	79,31
VIII ₄	79,57

Setelah proses pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol selesai dilakukan, selanjutnya diadakan tes hasil belajar, maka hasil belajar yang diperoleh

siswa pada kedua kelas dapat digambarkan pada tabel berikut sesuai dengan Penilaian Acuan Patokan (PAP).

Tabel 4.2 Hasil Belajar Siswa

Kualifikasi	Nilai	Jumlah Siswa	
		Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Sangat baik	$x \geq 90$	1	-
Baik	$75 \leq x < 90$	9	1
Cukup	$60 \leq x < 75$	10	10
Kurang	$40 \leq x < 60$	13	16
Sangat Kurang	$x < 40$	2	8

Dari tabel di atas terlihat bahwa siswa yang memiliki kualifikasi sangat baik untuk kelas eksperimen (1 siswa) dan kelas kontrol tidak ada, pada kualifikasi baik untuk kelas eksperimen (9 siswa) dan kelas kontrol (1 siswa), untuk kualifikasi cukup kelas eksperimen dan kelas kontrol sama (10 siswa), untuk kualifikasi kurang pada kelas eksperimen (13 siswa) dan kelas kontrol (16 siswa) dan kualifikasi sangat kurang kelas eksperimen (2 siswa) dan kelas kontrol (8 siswa).

Selanjutnya nilai rata-rata hasil belajar pada kedua kelas dapat digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Rata-rata Hasil Belajar

Kelas	Rata-rata
Eksperimen	62,39
Kontrol	51,48

Tabel di atas menunjukkan bahwa hasil belajar siswa dari kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki nilai rata-rata yang cukup berbeda. Pada tabel di atas terlihat bahwa rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol yaitu

kelas eksperimen memperoleh rata-rata 62,39 sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata 51,48.

Pada bagian ini akan dijelaskan uji prasyarat analisa yang terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas, dan pengujian hipotesis yang dilakukan dengan menggunakan uji perbedaan rata-rata atau uji-t sebagai berikut.

2) Uji Normalitas

Untuk mengetahui sampel yang digunakan normal atau tidak, maka dengan menggunakan SPSS.20 dilakukan perhitungan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov.

Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas ($\alpha = 0,05$)

Kelas	Sig.	α	Kesimpulan
Eksperimen	0,155	0,05	Terima H_0
Kontrol	0,200	0,05	Terima H_0

(diambil dari *output* SPSS 20.0)

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada kelas eksperimen, diperoleh nilai nilai *Sig* = 0,155 lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$. Hal serupa juga nampak pada kelas kontrol, nilai *Sig* = 0,200 lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$. Ini berarti bahwa H_1 ditolak dan H_0 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data penelitian yang diambil untuk kedua kelas adalah data yang berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Untuk mengetahui kemampuan siswa dari kedua kelas homogen atau tidak, maka dilakukan uji Levene. Hasil pengujiannya ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas ($\alpha = 0,05$)

Kelas	Sig.	α	Kesimpulan
Eksperimen dan Kontrol	0,228	0,05	Terima H_0

(diambil dari *output* SPSS 20.0)

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai *Sig.* = 0,228 lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yakni . Ini berarti H_0 diterima sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan siswa kedua

kelas adalah homogen. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa kedua kelas berdistribusi normal, dan homogen, maka dilakukan uji perbedaan dengan menggunakan uji-t.

2. Uji Perbedaan

Setelah melalui uji prasyarat bahwa sampel yang diambil dinyatakan normal dan homogen, maka selanjutnya uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji perbedaan rata-rata atau uji-t diperoleh hasil seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Uji Perbedaan ($\alpha = 0,05$)

Kelas	Sig. (2-tailed)	α	Kesimpulan
Eksperimen dan kontrol	0,002	0,05	Terima H_1

(diambil dari *output SPSS 20.0*)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai nilai *Sig.* = 0,002 lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$ Hal ini menunjukkan bahwa pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) dan kelas kontrol yang diajarkan menggunakan model pembelajaran konvensional.

B. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran TAI merupakan model pembelajaran yang lebih unggul dibandingkan model pembelajaran konvensional. Ini disebabkan dalam model pembelajaran TAI terdapat keunggulannya yakni keberhasilan siswa didalam kelompok yang tercipta dari kerjasama antar anggota kelompok. Siswa yang pandai telah berhasil mengembangkan kemampuan dan ketrampilannya, sedangkan siswa yang lemah telah terbantu dalam memahami permasalahan yang diselesaikan dalam kelompok.

Aktivitas siswa yang diajarkan menggunakan model pembelajaran TAI sangat menonjol, disebabkan dalam proses pembelajaran guru banyak memberikan kesempatan kepada siswa untuk saling bekerja sama dalam menyelesaikan permasalahan. Selain itu penerapan model pembelajaran TAI di kelas juga berjalan dengan baik, sehingga keenam komponen telah nampak dalam proses pembelajaran seperti: *Teaching Group*,

hal ini nampak melalui pemberian materi dari guru yang secara singkat dengan tujuan agar siswa masing-masing memiliki pengetahuan tentang materi yang dipelajari. *Teams*, dalam proses pembelajaran siswa tidak hanya belajar secara individu tetapi siswa ada dalam kelompok masing-masing yang telah guru bentuk secara heterogen, yang bertujuan agar terjadi proses *sharing* antara siswa selama berlangsungnya proses pembelajaran. Guru membagikan siswa ke tiap-tiap kelompok yang terbagi atas 5 kelompok dan bertugas mendiskusikan BA dan LKS yang diberikan guru. *Teams Study*, selama berlangsungnya proses pembelajaran, saat mendiskusikan BA maupun LKS terdapat siswa yang saling membantu menjelaskan kepada teman sekelompoknya ketika belum memahami materi dengan baik. Bukan hanya saling membantu dilakukan oleh siswa saja, tetapi guru juga ikut serta membantu siswa yang kesulitan memecahkan masalah dan berkeliling untuk mengontrol setiap kelompok. *Student Creative*, siswa diberikan kesempatan untuk mempresentasikan hasil pekerjaan kelompok di depan kelas dengan tujuan agar siswa dalam kelompoknya lebih bertanggung jawab atas apa yang diselesaikan dan kelompok lain dapat memberikan tanggapannya. Hal ini jelas terlihat pada proses pembelajaran, ada siswa yang memberikan tanggapan berupa pertanyaan terhadap hasil pekerjaan yang sedang dipresentasikan. *Team Score and Team Recognition*, siswa diberikan pujian terhadap hasil pekerjaan mereka. Hal ini membuat kelompok merasa semangat dalam belajar. *Fact Test*, pada akhir dari proses pembelajaran guru memberikan tes kecil untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa mengenai materi yang baru diberikan. Agar terjadinya sebuah perubahan untuk mengetahui letak kesalahan siswa. Akhir dari semua proses guru membimbing siswa menyimpulkan materi pelajaran yang baru dipelajari.

Pada kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional, guru menyampaikan materi pembelajaran seperti biasa. Saat proses pembelajaran berlangsung guru banyak mendominasi pembelajaran melalui penyampaian materi pembelajaran sedangkan siswa hanya mencatat dan sebagai pendengar saja. Setelah itu guru menjelaskan contoh untuk tiap bagian yang dijelaskan, dan memberikan kesempatan pada siswa untuk bertanya pada setiap bagian yang dijelaskan. Dalam menyelesaikan latihan soal, guru masih membimbing siswa dalam menyelesaikan soal-soal yang diberikan. Setelah siswa selesai mengerjakan soal, guru meminta salah

seorang siswa untuk menuliskan penyelesaiannya di depan kelas. Setelah itu guru memberikan umpan balik terhadap hasil pekerjaan siswa, dan menutup pembelajaran dengan memberikan rangkuman serta tugas untuk diselesaikan siswa.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan berikut.

1. Hasil belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi bentuk aljabar yaitu kualifikasi sangat baik terdapat 1 siswa pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol tidak ada, pada kualifikasi baik terdapat 9 siswa pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol 1 siswa, untuk kualifikasi cukup pada kedua kelas sama terdapat 10 siswa, untuk kualifikasi kurang terdapat 13 siswa pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol 16 siswa dan kualifikasi sangat kurang terdapat 2 siswa pada eksperimen, sedangkan pada kelas control terdapat 8 siswa.
2. Ada perbedaan hasil belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dan model pembelajaran konvensional pada materi faktorisasi suku aljabar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. 2013. *Penelitian Kependidikan Prosedur dan Strategi*. Bandung: CV Angkasa.
- Ayuningtyas, R. D. 2012. *Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Materi Himpunan Melalui Model Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) Siswa Kelas VII-A SMP Islam Gandusari*.Tulungagung: Jurusan Tarbiyah STAIN Tulungagung. (diunduh pada tanggal 2 maret 2016).
- Aunurrahman. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Bakhrodin. 2012. *Efektivitas Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) Dengan Pendekatan Contextual Teaching And Learning (CTL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas VII MTs Mu'allimin Muhamadiyah*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi-UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.(diunduh pada tanggal 18 Januari 2016)

- Diyah. 2007. *Keefektifan Pembelajaran Matematika Realistik (PMR) Pada Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas VII SMP*. Semarang: Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang. (diunduh pada tanggal 11 Februari 2016)
- Gora, W. & Sunarto. 2010. *PAKEMATIK: Strategi Pembelajaran Inovatif Berbasis TIK*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Isjoni. 2009. *Cooperatif Learning*. Bandung: Alfabeta.
- Linuih, S. 2010. *Statistik Deskriptif & Induktif*. Yogyakarta: PustakaPelajar.
- Litaay, T. 2015. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) Pada Materi Kesebangunan Segitiga Di Kelas IX SMP Kristen YPKPM Ambon*. FKIP Universitas Pattimura. (Skripsi).
- Palyama, P. A. M. 2015. *Perbedaan Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Ambon Yang Diajarkan Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) dan Model Pembelajaran Konvensional Pada Materi Turunan*. FKIP Universitas Pattimura. (Skripsi).
- Ratumanan, T. G. 2015. *Inovasi Pembelajaran: mengembangkan kompetensi peserta didik secara optimal*. Yogyakarta: Ombak.
- _____. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Surabaya: Unesa University.
- Ratumanan, T. G. & Laurens, Th. 2011. *Penilaian Hasil Belajar Pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Rusman. 2011. *Model-model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Setyosari, P. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Slameto. (2010). *Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Shoimin, A. 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif Dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzzmedia.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- _____. 2013. *Statistika untuk penelitian*. Bandung: Alfabeta.

- Suyanto & Jihad, A. 2013. *Menjadi Guru Profesional: Strategi Meningkatkan Kualifikasi dan Kualitas Guru Di Era Global*. Jakarta: Erlangga.
- Suyatno. 2009. *Menjelajah Pembelajaran Inovatif*. Jawa Timur: Mas media BuanaPustaka.
- Syaifudin, A. 2015. *Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Materi Operasi Hitung Bentuk Aljabar Siswa Kelas VIII SMP Pawayatan Daha 1.Kediri*: FKIP-Universitas Nusantara PGRI Kediri. (diunduh pada tanggal 18 Januari 2016).
- Thobroni, M. & Mustofa, A. 2011. *Belajar & Pembelajaran: Pengembangan Wacana dan Praktik Pembelajaran Dalam Pembangunan Nasional*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progesif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Uno, B. H. 2007. *Teori Motivasi dan Pengukurannya*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Warsono & Hariyanto. 2012. *Pembelajaran Aktif Teori dan Asesmen*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Wenno, C. Z. 2014. *Peningkatan Hasil Belajar Siswa SMP Negeri 3 Ambon Pada Materi Operasi Hitung Bentuk Aljabar Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI)*. FKIP Universitas Pattimura. (Skripsi)

**PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS VIII-3 SMP NEGERI 12
AMBON PADA MATERI GARIS SINGGUNG LINGKARAN DENGAN
MENGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF
TIPE *STUDENT FACILITATOR AND EXPLAINING* (SFE)**

Oleh

¹Dian Theofani Risakotta, ²M. Gaspersz

¹Mahasiswa, ²Dosen Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Universitas Pattimura

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon pada materi Garis Singgung Lingkaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Student Facilitator and Explaining* (SFE). Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon. Siswa dibagi dalam kelompok kecil yang terdiri dari 4-5 siswa yang kemampuannya bervariasi. Kemudian diberikan pembelajaran dengan menggunakan langkah-langkah pembelajaran kooperatif tipe SFE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan hasil belajar siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon pada materi garis singgung lingkaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Student Facilitator and Explaining* (SFE).

Kata Kunci: *Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Facilitator and Explaining, Garis Singgung Lingkaran*

I. PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu bidang studi yang berperan penting dalam mendukung perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun, pentingnya peranan matematika tidak sejalan dengan kualitas pendidikan matematika, khususnya pembelajaran matematika (Sundayana, 2013: 2). Matematika masih saja dianggap sebagai suatu bidang studi yang menakutkan oleh banyak siswa, dan masih banyak siswa yang memperoleh hasil belajar yang kurang memuaskan (Laurens, 2014: 4). Hal senada juga dikemukakan oleh Sundayana (2013: 2) bahwa, sampai saat ini banyak siswa yang merasa matematika sebagai mata pelajaran yang sulit, tidak menyenangkan,

bahkan momok yang menakutkan. Hal ini dikarenakan masih banyak siswa yang mengalami kesulitan-kesulitan dalam mengerjakan soal-soal matematika.

Berdasarkan hasil observasi yang peneliti lakukan, diperoleh informasi bahwa salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa dalam pembelajaran matematika adalah materi garis singgung lingkaran. Kebanyakan siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal tentang garis singgung lingkaran. Siswa masih sering salah dalam penggunaan rumus. Siswa belum bisa membedakan rumus untuk menghitung garis singgung persekutuan dalam dan persekutuan luar, selain itu siswa juga belum mampu menyelesaikan soal tentang menghitung panjang garis singgung lingkaran dengan benar. Kesalahan yang dibuat siswa ini menunjukkan kurangnya pemahaman siswa tentang materi garis singgung lingkaran. Salah satu factor penyebabnya, dalam proses pembelajaran siswa cenderung pasif dan malas untuk tahu, sehingga kebanyakan siswa hanya menyalin apa yang disampaikan guru.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar siswa baik faktor dari dalam diri siswa sendiri maupun faktor dari luar diri siswa. Salah satu faktor yang dapat mengurangi kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika sehingga hasil belajar meningkat adalah kemampuan guru dalam mengelolah proses pembelajaran. Banyak model pembelajaran yang dapat menghasilkan pembelajaran yang berkualitas. Salah satunya adalah model pembelajaran kooperatif tipe *Student Facilitator and Explaining* (SFE).

Model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* merupakan salah satu tipe pembelajaran kooperatif yang menekankan pada struktur khusus yang dirancang untuk mempengaruhi pola interaksi peserta didik dan memiliki tujuan untuk meningkatkan penguasaan materi (Shoimin, 2014: 183). Dengan proses pembelajaran seperti ini siswa dapat meningkatkan keaktifan, minat, motivasi dan kreatifitas siswa dalam berpikir sehingga proses belajar akan lebih menarik dan menyenangkan. Selain itu, siswa tidak hanya dijadikan sebagai objek tetapi siswa dituntut untuk turut terlibat aktif dalam proses pembelajaran sehingga proses pembelajaran tidak membosankan bagi siswa dan komunikasi yang terjadi tidak hanya satu arah.

Dari apa yang diuraikan di atas, dalam penelitian ini permasalahan yang diangkat dirumuskan sebagai berikut: “Apakah dengan menggunakan model

pembelajaran kooperatif tipe *Student Facilitator and Explaining* (SFE) dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon pada materi garis singgung lingkaran ?”

Selanjutnya, bertolak dari permasalahan tersebut di atas, maka hipotesis tindakan dirumuskan sebagai berikut: “Ada peningkatan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 12 Ambon pada materi garis singgung lingkaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining*”.

II. METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif dengan tipe penelitian tindakan kelas (PTK). PTK menurut Arikunto (2008: 3), adalah suatu kajian terhadap kegiatan belajar berupa tindakan, yang sengaja dimunculkan dan terjadi dalam sebuah kelas secara bersama-sama sehingga hasil belajar siswa menjadi meningkat. Model PTK ini merujuk pada model PTK yang dikemukakan Arikunto (2008: 83) dengan beberapa siklus yang terdiri dari empat tahap dasar yaitu perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan atau observasi, dan refleksi.

2. Setting Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 12 Ambon pada semester genap tahun ajaran 2015/2016, pada 30 Maret – 21 April 2016.

3. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon pada semester genap tahun ajaran 2015/2016 yang berjumlah 22 siswa. Sampai akhir penelitian 22 siswa mempunyai data lengkap, sehingga data 22 siswa inilah yang digunakan untuk dianalisis.

4. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini adalah siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon tahun ajaran 2015/2016, dan guru yang mengajar matematika di kelas tersebut.

5. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah:

a. Tes

Karena penelitian ini terdiri dari 2 (dua) siklus, maka ada dua kali tes akhir siklus.

Instrumen yang digunakan adalah perangkat tes dengan butir soal esai.

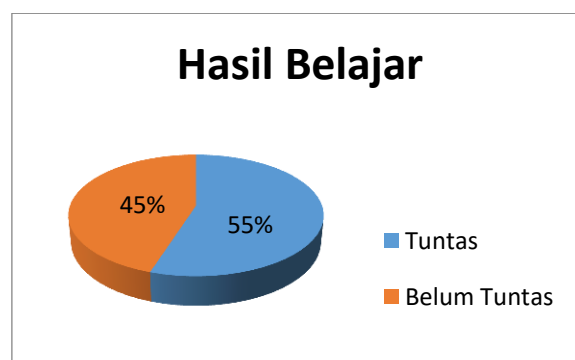
b. Observasi

Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan secara langsung dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining*. Observasi ini dipandu dengan pedoman observasi yang telah dibuat, dan dalam penelitian ini observasi dilakukan terhadap sumber yang diteliti yaitu siswa kelas VIII-3 dan guru matematika pada kelas tersebut.

6. Teknik Analisa Data

Data dari hasil penelitian ini diolah dengan menggunakan teknik analisis data kualitatif dan data kuantitatif.

Data kuantitatif berupa hasil belajar siswa yang diperoleh dari hasil tes siswa. Secara umum data kuantitatif menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui hasil belajar siswa. Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan hasil belajar siswa. Hasil belajar yang dimaksudkan berupa nilai yang diperoleh dengan menggunakan rumus:



(Purwanto, 2013: 47)

Selanjutnya dari nilai hasil belajar siswa dibandingkan dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan di SMP Negeri 12 Ambon. Berdasarkan hasil belajar dapat diketahui siswa tersebut tuntas atau tidak.

**Tabel 1. Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM)
Kriteria Ketuntasan Minimal Siswa Keterangan**

Kriteria Ketuntasan Minimal Siswa	Keterangan
$x \geq 67$	Tuntas
$x < 67$	Belum Tuntas

Sumber: SMP Negeri 12 Ambon

Keterangan : x : hasil belajar siswa

Berdasarkan Tabel 3.5 di atas, dapat diketahui jika siswa memperoleh hasil belajar sama dengan enam puluh tujuh dan lebih dari enam puluh tujuh, maka siswa tersebut dikatakan tuntas dalam pembelajaran. Siswa dikatakan tidak tuntas dalam pembelajaran apabila hasil belajarnya kurang dari enam puluh tujuh. Selanjutnya untuk menghitung ketuntasan klasikal digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Ketuntasan Klasikal} = \frac{\text{Jumlah siswa yang tuntas}}{\text{Keseluruhan siswa}} \times 100 \%$$

Suryasubroto (Payer, 2013: 29) mengemukakan bahwa syarat suatu pembelajaran dikatakan tuntas secara individual maupun klasikal jika:

- Siswa dikatakan tuntas jika hasil belajar siswa mencapai skor 67.
- Suatu kelas dikatakan tuntas belajar jika dalam kelas tersebut terdapat 65% dari jumlah seluruh siswa mencapai daya serap ≥ 67 .

Berdasarkan pendapat Suryasubroto dan dikaitkan dengan KKM sekolah SMP Negeri 12 Ambon maka penelitian ini dikatakan berhasil jika 65% siswa mencapai KKM yaitu ≥ 67 .

Analisis data kualitatif disini menggunakan analisis data model Miles dan Huberman. Miles dan Huberman (Sugiyono, 2012: 246) mengemukakan bahwa aktivitas dalam analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif dan berlangsung secara terus menerus sampai tuntas, sehingga datanya sudah jenuh. Aktivitas dalam analisis data, yaitu *data reduction*, *data display*, dan *conclusion drawing/verification*.

7. Prosedur Penelitian

Prosedur tindakan penelitian ini terdiri dari 2 siklus. Tiap siklus dilaksanakan sesuai dengan perubahan yang ingin dicapai. Tiap siklus terdiri dari dua kali pertemuan,

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

sehingga terdapat 4 kali pertemuan sampai akhir penelitian. Sebagai langkah persiapan, disiapkan RPP, Bahan Ajar, dan LKS untuk setiap pertemuan. Selain itu, guru juga sudah mengorganisasikan siswa ke dalam 5 (lima) kelompok yang masing-masing kelompok terdiri dari 4 atau 5 siswa. Sesuai dengan pentahapan dalam suatu penelitian PTK, maka dalam pelaksanaan penelitian ini, untuk setiap siklus ke-4 tahap tersebut selalu dilakukan.

III. HASIL PENELITIAN

Jumlah seluruh siswa dalam kelas yang dilakukan penelitian terdiri dari 22 siswa. sampai akhir penelitian 22 siswa mempunyai data lengkap, sehingga data 22 siswa inilah yang digunakan untuk dianalisis.

Telah dikemukakan bahwa dalam penelitian ini ada 2 (dua) kali tes pada setiap akhir siklus. Untuk setiap tes, dihitung nilai setiap siswa untuk mengetahui bagaimana ketuntasan siswa setiap siklus. Hasil belajar siswa pada siklus I secara keseluruhan belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan. Hasil tes akhir siklus I disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Tes Akhir Siklus I

KKM	Frekuensi	Persentase (%)	Keterangan
$x \geq 67$	10	45,45	Tuntas
$x < 67$	12	54,55	Belum Tuntas
Jumlah	22	100	

Keterangan : x = nilai siswa

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa hasil belajar siswa pada siklus I menunjukkan siswa yang tuntas mencapai KKM lebih dari atau sama dengan enam puluh tujuh (≥ 67) adalah 10 siswa dengan persentase sebesar 45,45 , sedangkan siswa yang belum mencapai KKM yang nilainya kurang dari enam puluh tujuh (< 67) ada 12 siswa dengan persentase sebesar 54,55 .

Peningkatan hasil belajar siswa pada siklus II, secara keseluruhan telah mencapai Kriteria Ketuntasan Maksimal (KKM) yang telah ditetapkan dan menunjukan

adanya peningkatan jika dibandingkan dengan hasil belajar pada siklus I. Hasil tes akhir siklus II disajikan dalam table berikut.

Tabel 3. Hasil Tes Akhir Siklus II

KKM	Frekuensi	Persentase (%)	Keterangan
$x \geq 67$	17	77,27	Tuntas
$x < 67$	5	22,73	Belum Tuntas
Jumlah	22	100	

Keterangan : x = nilai siswa

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa hasil belajar siswa pada siklus II menunjukkan siswa yang tuntas mencapai KKM lebih dari atau sama dengan enam puluh tujuh (≥ 67) adalah 17 siswa dengan persentase sebesar 77,27 . Ini memperlihatkan ada peningkatan sebesar 31,82 dari hasil tes siklus I.

Adapun peningkatan hasil belajar yang terjadi dari siklus I sampai siklus II pada penelitian ini, disajikan dalam diagram berikut.

Gambar 1 Persentase Ketuntasan Hasil Belajar Siswa

IV. PEMBAHASAN

Hasil refleksi siklus I menunjukkan bahwa masih terdapat kekurangan dan kelemahan dalam proses pembelajaran yang melibatkan guru maupun siswa. Guru masih kurang mengontrol kelompok secara keseluruhan dan langsung menunjuk kelompok untuk presentasi di depan kelas. Sedangkan siswa, dalam proses pembelajaran masih kurang menunjukkan perhatian, baik itu dalam diskusi mengenai materi pada bahan ajar maupun diskusi untuk menyelesaikan soal-soal LKS.

Kurangnya kerjasama dalam diskusi kelompok membuat pemahaman siswa dalam kelompok tidak merata, hanya siswa yang aktif saja yang lebih memahami materi. Hal ini berdampak pada tes akhir siklus I. Kebanyakan siswa mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal tes. Dari 22 siswa yang mengikuti tes, hanya 10

(45,45) siswa saja yang mencapai nilai ≥ 67 , sedangkan 12 (54,55) siswa lainnya memperoleh nilai < 67 .

Melihat kekurangan dan kelemahan dari siklus I dan hasil tes akhir yang menunjukkan hanya 45,45 siswa saja yang memenuhi KKM yang ditetapkan, maka penelitian ini dilanjutkan pada siklus II dengan merancang tindakan perbaikan dengan memperhatikan kelemahan yang terjadi pada siklus I.

Segala kekurangan yang telah diperbaiki berdampak pada hasil tes akhir siklus II. Dari 22 siswa yang mengikuti tes, 17 (77,27) siswa mencapai nilai ≥ 67 dan 5 (22,73) siswa lainnya memperoleh nilai < 67 . Terlihat bahwa ada peningkatan pada siklus II, sehingga dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining* yang telah diterapkan guru pada pembelajaran di kelas telah dilaksanakan dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis tindakan telah tercapai, yaitu ada peningkatan hasil belajar siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon pada materi garis singgung lingkaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining*.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining*, dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII-3 SMP Negeri 12 Ambon. Hal ini terlihat dari hasil yang diperoleh setelah pelaksanaan tindakan siklus I diperoleh 45,45 siswa yang tuntas atau mencapai KKM 67 . Kemudian pelaksanaan tindakan pada siklus II meningkat menjadi 77,27 siswa yang tuntas atau mencapai KKM 67. Persentase peningkatan hasil belajar yang terjadi adalah sebesar 31,82 .

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining* perlu dikembangkan di sekolah, karena model pembelajaran ini mengajak siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, selain itu guru juga bisa mengetahui sejauh mana pemahaman siswa mengenai materi yang dipelajari melalui diskusi yang terjadi.

2. Dalam pengelolaan kelas menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *student facilitator and explaining*, guru diharapkan dapat memonitor seluruh siswa dalam kelompok sehingga proses diskusi berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. dkk. 2008. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Laurens, Th. 2014. *Pengembangan Metakognisi dalam Peningkatan Kualitas Pendidikan Matematika: Pidato Pengukuhan Guru Besar*. Disampaikan pada rapat senat terbuka Universitas Pattimura pada 20 November 2014.
- Payer. 2013. *Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Kartika XIII-1 Ambon pada Materi Operasi Hitung Bilangan Bulat Melalui Model Pembelajaran Interaktif dengan setting Kooperatif*. FKIP. Universitas Pattimura. Skripsi.
- Purwanto, N. 2013. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Shoimin, A. 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Penerbit Ar-Ruzz Media.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sundayana, H. R. 2013. *Media Pembelajaran Matematika (untuk guru, calon guru, orang tua, dan para pecinta matematika)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

PERBEDAAN HASIL BELAJAR MATEMATIKASISWA SMP YANG DIAJAR MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *THINK-PAIR-SHARE* DAN PEMBELAJARAN KONVENSIONAL

Oleh :

¹Mey Chyntia Yesaya, ²Wa Ode Dahiana

¹Mahasiswa, ²Dosen Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Universitas Pattimura

Email: wd6iana@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* (TPS) dan model pembelajaran konvensional. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik random sampling. Dari populasi yang ada yakni 147 siswa yang terdiri dari enam kelas, terpilih 2 kelas sebagai sampel dengan jumlah total sampel yakni 49 siswa. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan *Randomized Subjects Posttest Only Control Design*. Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes hasil belajar siswa pada materi pangkat tak sebenarnya. Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan instrumen, pelaksanaan pembelajaran, dan pelaksanaan tes. Tes dilakukan satu kali yakni sesudah penyampaian materi pembelajaran. Analisis data dilakukan dengan statistik deskriptif kuantitatif dan statistik inferensial (uji t) pada taraf signifikan 5%. Dari hasil analisis data diperoleh kesimpulan bahwa “terdapat perbedaan hasil belajar matematikasiswa kelas IX SMP Negeri 10 Ambon yang menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* dan model pembelajaran konvensional

Kata Kunci: Hasil belajar matematika, *think-pair-share*

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang ada dalam dunia pendidikan formal bertambah dari tahun ke tahun. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi Bangsa Indonesia adalah rendahnya mutu pendidikan formal pada setiap jenjang pendidikan khususnya pada mata pelajaran matematika. Menurut Soedjadi (2000: 99), Matematika merupakan ilmu

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

universal yang mendorong perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern, matematika mempunyai peranan penting dalam berbagai disiplin ilmu yang berimplikasi pada daya eksplorasi pikiran manusia.

Soedjadi (2000: 4-5), menjelaskan matematika merupakan ilmu dasar yang sangat memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Hal ini sudah diyakini oleh berbagai pihak bahwa matematika mempunyai kontribusi yang cukup besar terhadap perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Oleh karena itu perlu adanya peningkatan mutu pendidikan matematika dalam rangka peningkatan hasil belajar itu sendiri. Tetapi kenyataannya kondisi di sekolah sekarang ini, hasil belajar peserta didik masih sangat rendah.

Dalam proses pembelajaran siswa terbiasa mengandalkan penjelasan dari guru. Siswa hanya mencatat apa yang telah dicatat guru di papan tulis, jika ada pertanyaan mereka tidak mau menjawab dan cenderung menunggu jawaban dari guru kemudian mencatatnya. Pengajaran matematika saat ini masih kurang memberikan perhatian pada aktivitas siswa. Guru terlalu mendominasi kegiatan belajar mengajar, guru bahkan ditempatkan sebagai sumber utama pengetahuan dan berfungsi sebagai fasilitator.

Pemilihan dan penggunaan model pembelajaran merupakan hal penting dan berpengaruh terhadap kualitas pembelajaran. Penggunaan model pembelajaran yang tepat memungkinkan terjadinya kegiatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun sendiri pengetahuannya serta kegiatan pembelajaran yang mendorong siswa untuk bertanya dan berdiskusi yang berarti adanya interaksi timbal balik, baik antara sesama siswa maupun siswa dengan guru. Namun hal ini kurang diperhatikan oleh guru, karena pada kenyataannya guru selalu menggunakan model pembelajaran konvensional (Soetopo, 2005: 143).

Pangkat tak sebenarnya merupakan materi yang diajarkan di kelas IX SMP Negeri 10 Ambon pada semester genap sesuai dengan kurikulum KTSP. Pangkat tak sebenarnya merupakan materi yang cukup sulit untuk di mengerti siswa sehingga banyak sekali siswa yang salah dalam mengerjakan soal mengenai materi tersebut. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran matematika dan observasi terhadap pelaksanaan pembelajaran pada bulan Maret Tahun 2014 di kelas IX SMP Negeri 10 Ambon, ada beberapa persoalan yang timbul dalam proses

pembelajaran, salah satunya siswa masih membuat kesalahan dalam mengerjakan soal mengenai pangkat tak sebenarnya. Misalnya tentukan hasil dari operasi bilangan berpangkat berikut: $2^{\frac{1}{2}} + 18^{\frac{1}{2}}$. Dalam Hal ini, ada 12 dari 25 siswa kelas IX yang menjawab salah. Hal ini disebabkan karena guru masih menggunakan model pembelajaran yang hanya berpusat pada guru.

Dengan demikian dari permasalahan di atas, maka peneliti menggunakan suatu model pembelajaran yang dianggap dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pangkat tak sebenarnya. Salah satu model yang dianggap tepat adalah model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* (TPS). Sadirman (2009:94), mengatakan bahwa dengan menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* ini siswa diberi kesempatan lebih berperan aktif untuk memperoleh pengetahuan sendiri melalui bekerja secara bersama-sama di dalam kelompoknya siswa juga dapat saling bertukar informasi dalam kelompok, serta dapat mengembangkan kemampuannya dalam menyelesaikan masalah di depan kelas agar dapat menunjukkan partisipasinya kepada yang lain.

Apabila ada siswa yang berhasil menyelesaikan soal dengan baik perlu diberikan pujian verbal, pujian verbal adalah bentuk yang positif dan sekaligus merupakan motivasi yang baik bagi siswa yang belum mengerjakan soal dengan benar. Dengan pujian verbal inilah akan memupuk suasana yang menyenangkan dan membangkitkan semangat siswa dalam belajar, sedangkan model Pembelajaran konvensional, guru lebih dominan dalam kegiatan belajar mengajar, guru menyampaikan materi pembelajaran secara terstruktur, dengan harapan apa yang disampaikan guru dapat dikuasai dengan baik, peran siswa dalam model pembelajaran konvensional ini adalah menyimak, mendengarkan penjelasan guru untuk menguasai materi pelajaran yang disampaikan guru.

Adapun permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yakni "Apakah ada perbedaan hasil belajar matematika siswa kelas IX SMP Negeri 10 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* dan model pembelajaran konvensional?"

II. METODE

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen tentang penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share (TPS)* dan Model Konvensional di Dalam penelitian ini digunakan dua kelas yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa Kelas IX SMP Negeri 10 Ambon Tahun Ajaran 2014/2015 yang berjumlah 147 siswa yang terdiri dari enam kelas. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik random sampling. Dari populasi yang ada terpilih 2 kelas sebagai sampel yaitu kelas IX_4 dan IX_2 dengan jumlah total sampel yakni 49 siswa. Tipe Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe penelitian eksperimen, dengan menggunakan *Randomized Subjects, Posttest Only Control Group Design* yang bertujuan untuk meneliti pengaruh dari suatu perlakuan tertentu terhadap gejala suatu kelompok dengan kelompok lain yang sama tetapi diberikan perlakuan yang berbeda. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{array}{ccc} A & \times & O \\ A & - & O \end{array}$$

Pelaksanaan pembelajaran dalam penelitian ini, kelas eksperimen diberi model *think-pair-share (TPS)* (X) dan kelas kontrol diberi pembelajaran konvensional. Setelah diberi pembelajaran, selanjutnya setiap kelompok diberikan *post test* yaitu tes hasil belajar matematika (O) sesuai dengan indikator capaian pada materi pembelajaran. Data dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji beda rata-rata (uji t) untuk mengetahui perbedaan hasil belajar matematika kedua kelas. Keseluruhan perhitungan statistic tersebut menggunakan bantuan program SPSS 20.0 *for windows*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Setelah proses pembelajaran selesai diberikan, selanjutnya dilakukan pemberian soal tes akhir (*post test*). Nilai yang diperoleh siswa dari kedua kelas dapat digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Hasil Belajar Siswa

Kualifikasi	Hasil belajar	Jumlah siswa	
		Kelas eksperimen	Kelas kontrol
Sangat baik	$90 \leq x$	1	-
Baik	$75 \leq x < 90$	6	4
Cukup	$60 \leq x < 75$	8	3
Kurang	$40 \leq x < 60$	9	8
Sangat kurang	$x < 40$	-	10
	Jumlah	24	25

Pada tabel di atas terlihat bahwa siswa yang memiliki kualifikasi nilai yang sangat baik untuk kelas eksperimen 1 orang dan kelas kontrol tidak ada, kualifikasi nilai baik untuk kelas eksperimen 6 orang dan kelas kontrol 4 orang, kualifikasi nilai cukup untuk kelas eksperimen 8 orang dan kelas kontrol 3 orang, kualifikasi nilai kurang untuk kelas eksperimen 9 orang dan kelas kontrol 8 orang, kualifikasi nilai sangat kurang untuk kelas eksperimen tidak ada dan kelas kontrol 10 orang. Selanjutnya nilai rata-rata hasil belajar pada kedua kelas dapat digambarkan pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Rata-rata Hasil Belajar Siswa

Kelas	Rata-rata
Eksperimen	64.46
Kontrol	48.12

Dari tabel di atas terlihat bahwa rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol.

Pada bagian ini akan dijelaskan uji prasyarat analisa, dan pengujian hipotesis sebagai berikut.

1. Uji Prasyarat Analisis

a. Uji Normalitas

Untuk mengetahui normalitas data sampel yang diteliti, dilakukan perhitungan *Chi-Square* untuk kedua kelas dan diperoleh hasil pada tabel berikut ini.

Tabel 3.3. Hasil *Chi-Square* Hitung dan *Chi-Square* Tabel ($\alpha = 0.05$)

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Kelas	<i>Sig.</i>	α	Kesimpulan
Eksperimen	0.182	0.05	Terima H_0
Kontrol	0.937	0.05	Terima H_0

H₀: Data berdistribusi normal

Dari tabel di atas, terlihat bahwa pada kelas eksperimen *Sig* lebih besar dari $\alpha = 0.05$, yakni 0.182. Hal serupa juga terlihat pada kelas kontrol, nilai *Sig* lebih besar dari $\alpha = 0.05$, yakni 0.937. Hal ini berarti bahwa data berdistribusi normal (H_0 diterima).

b. Uji Homogenitas

Untuk mengetahui varianskeduasampelhomogenatautidak, dilakukanuji kesamaan dua varians atau uji F dengan membandingkan varians kedua kelas Adapun hasil yang diperoleh dapat ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.4. Hasil Perhitungan Uji Homogenitas

Kelas	Uji F		Kesimpulan
	<i>Sig.</i>	α	
Eksperimen	0.073	0.05	Terima H_0
Kontrol			

H₀: Varians sampel homogen

Dari tabel di atas terlihat nilai *Sig.* lebih besar dari α yakni 0.073 lebih besar dari 0.05, Hal ini berarti H_0 diterima sehingga dapat dikatakan bahwa varianssampil homogen.

2. Pengujian Hipotesis

Setelah diketahui melalui uji prasyarat bahwa sampel yang diambil dinyatakan normal dan homogen, maka selanjutnya uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji beda rata-rata atau uji t diperoleh hasil seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.5. Hasil Uji Perbedaan Rata-Rata atau *Compare Means (Independent-Sample T Test)* pada Taraf Signifikansi ($\alpha = 5\%$)

Kelas	<i>Sig. (2-tailed)</i>	α	Kesimpulan
Eksperimen dan Kontrol	0.001	0.05	Tolak H_0

H₀: *Tidak ada perbedaan hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol*

Dari hasil uji perbedaan rata-rata di atas terlihat bahwa nilai *Sig. (2-tailed)* lebih kecil dari α yakni 0.001 lebih kecil dari 0.05. Hasil ini menunjukkan bahwa **H_0 ditolak**. Dengandemikianhipotesisi alternative (**H_1**) yang menyatakan ada Perbedaan Hasil belajar siswa kelas IX SMP Negeri 10 Ambon yang menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif tipe *Think-Pair-Share*(kelaseksperimen)dan Model Pembelajaran konvensional (kelas control) Pada materi Pangkat tak sebenarnya**diterima**.

IV. PEMBAHASAN

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pengujian hipotesis, maka dapat dijelaskan bahwa pada kelas eksperimen Pembentukankelompok (pasangan) dilakukan berdasarkan kemampuan yang heterogen.Peran guru padakelasinisebagai fasilitator yang siap memberikan bantuan kepada kelompok atau individu yang memerlukan bantuan. Secara umum proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Think-Pair-Share* berjalan dengan baik, menurut Lie (2002: 57), model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* memberi kesempatan untuk siswa bekerja sama dengan pasangannya, strategi ini di kembangkan untuk meningkatkan partisipasi siswa di dalam kelas sehingga lebih unggul dibandingkan dengan pembelajaran konvensional yang menggunakan metode hafalan dasar. Dalam hal ini guru sangat berperan penting untuk membimbing siswa melakukan diskusi, sehingga terciptanya suasana belajar yang lebih aktif dan menyenangkan melalui tahapan-tahapan yang ada.

Think (berpikir), pada langkah ini pertama-tama guru memancing siswa melalui suatu pertanyaan permasalahan, guru mengajak siswa untuk berpikir mengenai permasalahan tersebut dan guru membagikan LKS kepada siswa untuk dikerjakan, siswa kemudian mengerjakan LKS. Dalam penelitian ini antusias siswa untuk menjawab pertanyaan dari guru sangat besar terlihat dari sikap yang ditunjukkan. Siswa

juga mengerjakan LKS yang diberikan guru dengan semangat, tidak ada rasa bosan yang timbul dari dalam diri siswa.

Pair (berpasangan), Pada langkah ini guru membagi siswa secara berpasangan dengan kemampuan yang heterogen dan siswa berdiskusi dengan pasangan mengenai jawaban LKS yang dikerjakan. Dalam penelitian ini siswa dibagi dalam 12 pasangan karena pada kelas eksperimen terdiri dari 24 siswa, saling bertukar ide dan pendapat mengenai jawaban LKS yang telah dikerjakan, rasa tanggung jawab siswa sangat besar dan keseriusan dalam bertukar ide sangat terlihat jelas.

Share(berbagi), pada langkah ini tiap-tiap pasangan dapat membagikan hasil pemikiran mereka kepada teman lain. Dalam penelitian ini Guru memanggil salah satu pasang untuk mempresentasikan hasil diskusi mereka di depan kelas, dengan adanya pasangan siswa tidak akan merasa malu dan takut dalam mempresentasikan hasil diskusi mereka, terlihat bahwa siswa sangat aktif dan bersemangat mempresentasikan hasil pekerjaan mereka.

Penghargaan, pada tahap ini siswa diberi penghargaan verbal (pujian) .Dalam penelitian ini guru memberikan jempol dan bertepuk tangan kepada siswa yang telah mempresentasikan hasil pekerjaan dengan benar dan yang menjawab belum benar di berikan penghargaan dengan perhatian tidak penuh yaitu dengan dengan mengatakan kepada siswa jawabanmu sebagian besar baik masih perlu disempurnakan.

Pada model pembelajaran konvensional, siswa belajar dengan kondisi seperti biasa, menurut Herawaty (2003), model pembelajaran konvensional guru sering mendominasi proses belajar-mengajar sementara siswa menerima materi dan mencatat apa yang dikatakan guru. Dalam penelitian ini guru mendominasi proses pembelajaran, siswa lebih banyak diam dan hanya menerima informasi. Setelah memberikan materi guru selanjutnya memberikan contoh soal dan mengerjakannya. Dalam penelitian ini terlihat bahwa siswa hanya mencatat materi yang disampaikan guru di depan kelas tanpa ada timbal balik, siswa merasa bosan dan sangat pasif dalam proses pembelajaran.

Setelah proses belajar-mengajar dilakukan sampai empat kali pertemuan maka pada pertemuan kelima dilakukan *post test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan soal yang sama. Hasil dari *post test* kemudian dianalisis. Jikadilihatdarinilai rata-rata keduakelompokmakanilai rata-rata kelaseksperimenyakni yang

menggunakan pembelajaran model *TPS* lebih besar dari pada yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Selanjutnya berdasarkan uji kesamaan rata-rata (uji-t), dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 yang menyatakan bahwa ada perbedaan hasil belajar siswa kelas IX SMP Negeri 10 Ambon yang menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* dan model pembelajaran konvensional pada materi pangkat tak sebenarnya, **diterima**.

V. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di uraikan pada bagian III, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar matematika siswa kelas IX SMP Negeri 10 Ambon yang menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *think-pair-share* dan model pembelajaran konvensional. Hal ini tampak dari nilai *sig (2-tailed)* < α yakni $0.001 < 0.05$ (H_0 ditolak).

2. Saran

Bertolak dari kesimpulan di atas peneliti memberi saran agar:

- a. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UNPATTI yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut agar mempelajari terlebih dahulu model pembelajaran kooperatif tipe *Think-Pair-Share* agar ia mampu menjelaskan secara baik kepada guru yang membantu dalam penelitian sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar.
- b. Dalam penelitian ini belum mengalami kesempurnaan, oleh karena itu peneliti berharap kritik dan saran dari para pembaca untuk menyempurnakan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, (2008). *Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe Think-Pair-Share terhadap hasil belajar siswa*.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2008). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek (Edisi Revisi VI)*. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Aroman, S.2013. *Perbandingan Hasil Belajar Model pembelajaran PISK, Model Pembelajaran Kontekstual, dan model pembelajaran konvensional pada siswa kelas XII SMA pada materi matriks* (skripsi).
- Arsyad, A. (2013). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Djuriwariah,B.(2009). *Penerapan Metode Belajar Aktif Sebagai Upaya Membantu Meningkatkan Prestasi Belajar Pada Siswa*.
- Dimiyanti dan Mudijono, (2006). *Pengertian Hasil Belajar*. Yogyakarta : Bineka Cipta.
- Hananto, (2010). *Efektifitas pembelajaran matematika dengan pendekatan savi dan pendekatan konvensional pada materi prisma dan limas*. Yogyakarta. FKIP Unipersitas Negeri Yogyakarta (Skripsi pdf).
- Hardini, Isriani dan Dewi Puspitasari. (2012). *Strategi Pembelajaran Terpadu (Teori, Konsep, dan Implementasi)*. Yogyakarta: Familia.
- Ismail, (2000). *Model pembelajaran*. Jakarta : Depdiknas
- Jihad, A dan Haris, A. (2010). *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta : Multi Presindo.
- Kholik, (2011). *Pengertian Model Pembelajaran Konvensional*. (online).
- Lie, (2009). *Penerapan pembelajaran kooperatif*
[http://muhfida.com/2008/2009/penerapanpembelajaran kooperatif.html](http://muhfida.com/2008/2009/penerapanpembelajaran%20kooperatif.html)
- Manuputty, S. (2005). *Perbedaan Hasil Belajar Siswa Kelas Ii Sltip Negeri 4 Ambon Yang Di Ajarkan Dengan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Teams Games Tournament Dan Model Pembelajaran Klasikal Pada Materi Peluang* (skripsi).
- Nabila, (2014). *Pengertian Belajar dan Pembelajaran* . PT: Rineka Cipta.
- Prisilya, (2013). *Perbedaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think-Pair-Share Dan Model Pembelajaran Konvensional Pada Materi Operasi Hitung Bentuk Aljabar*.(Skripsi).
- Ratumanan, T.G. (2002). *Belajar dan Pembelajaran*. Surabaya:Unesa University Press.
- Ratumanan, T. G. (2004). *Belajar dan Pembelajaran*. Surabaya :Unesa University.
- Sagala, S. (2003). *Konsep dan Makna Pembelajaran Untuk Memecahkan Problematika Belajar Mengajar*. Bandung: Alfabeta.
- Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

- Sagala, Syaiful. (2010). *Konsep dan Makna Pembelajaran: Untuk Membantu Memecahkan Problematika Belajar dan Mengajar*. Bandung: Alfabeta.
- Sadirman, (2009). Penerapan pembelajaran kooperatif.
http://blogspot.com/2009/2011/Penerapan_pembelajaran_kooperatif.html
- Sanjaya, (2006). *Pembelajaran dan Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: kencana premada media grup.
- Sardiman, A. M. (2006). *Interaksi dan Motivasi belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Siddiq, M. Djauhar, Isniatun Munawaroh, dan Sungkono. (2008). *Pengembangan Bahan Pembelajaran SD*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Slameto, (2001). *Belajar dan Faktor-Faktor yang mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Soedjadi , (2000). *Kiat Pendidikan Matematika Di Indonesia*. Jakarta: Direktorat pendidikan Tinggi Departemen pendidikan.
- Soetopo, H. (2005). *Pendidikan dan Pembelajaran*. Malang: Penerbitan Universitas Muhamadiyah
- Sukardi, R. (2003). *Matematika Sekolah Sebagai Wahana pendidikan Nilai-Nilai Kehidupan*. Buletin pendidikan matematika volume 5 no.2 Ambon Program Studi Pendidikan Matematika Fkip Unpatti Ambon.
- Sudjana, N. (2004). *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sudjana, (2002). *Penilaian Hasil Belajar mengajar*. Bandung: PT.Remaja Rosdakarya.
- Sudijono, A. (2001). *Pengantar Evaluasi pendidikan*. Jakarta: PT.Raja Grapindo Persada.
- Suyono, (2010). *Metode Penelitian Pendidikan* .Bandung :Alfabeta.
- Sugiyono, (2007) . *Penelitian kuantitatif , Kualitatif , R dan D*. Bandung : Alfabeta.
- Suherman, E.(2003). *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung : UPI Bandung.
- Susanti , (2010) . *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Trianto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana.
- Trianto, (2007). *Model-Model pembelajaran inovatif Berorientasi konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Upuolat, G. (2012). *Meningkatkan hasil belajar siswa dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe Think-Pair-Share*. (Skripsi)

ANALISIS MODEL CURAH HUJAN DI KOTA AMBON MENGUNAKAN METODE BOX-JENKINS

¹Lexy Janzen Sinay, ²Henry W MPatty, ³Zeth Arthur Leleury

^{1, 2, 3} Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura
E-mail: lj.sinay@staff.unpatti.ac.id

ABSTRAK

Kota Ambon merupakan Ibukota Provinsi Maluku. Secara umum, kondisi iklim di Kota Ambon dipengaruhi oleh letak astronomis dan letak geografis. Berdasarkan letak astronomis, Kota Ambon mengalami iklim tropis dengan dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Secara geografis, Kota Ambon berada di Pulau Ambon, yang merupakan salah satu pulau yang tidak berukuran besar, yang berada di wilayah Kepulauan Maluku. Kondisi geografis tersebut, mengakibatkan Kota Ambon memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Curah hujan tertinggi di Kota Ambon terjadi pada bulan-bulan tertentu, yakni antara bulan Mei sampai dengan bulan Agustus. Dengan demikian, Kota Ambon mengalami kondisi iklim dengan pola musiman atau sering disebut iklim musim. Dalam lima tahun terakhir kondisi iklim Kota Ambon mengalami perubahan dan sulit untuk diprediksi. Kondisi ini merupakan salah satu dampak perubahan iklim global. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi model terbaik didasarkan atas data *time series* curah hujan bulanan di Kota Ambon pada periode Januari 2005 sampai dengan Desember 2015. Metode analisis *time series* yang digunakan adalah metode Box-Jenkins untuk pemodelan ARMA/ARIMA/SARIMA. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ atau $SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ sebagai model terbaik. Model ini merupakan model ARIMA musiman yang berinteraksi secara perkalian dengan komponen MA.

Kata kunci : Curah Hujan, Kota Ambon, Box-Jenkins, ARMA, ARIMA, SARIMA

I. PENDAHULUAN

Kota Ambon merupakan Ibukota Provinsi Maluku yang terletak di Pulau Ambon. Sebagai bagian dari Negara Kesatuan Republik Indonesia, kondisi iklim di kota Ambon memiliki kemiripan dengan wilayah-wilayah lain di Indonesia, yakni memiliki iklim tropis dengan dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Hal ini dikarenakan, letak astronomis Kota Ambon yang berada di sekitar garis lintang 0° (garis khatulistiwa). Selain itu, iklim di Kota Ambon juga dipengaruhi oleh kondisi

geografisnya. Secara geografis, Kota Ambon berada di Pulau Ambon yang merupakan salah satu pulau yang tidak berukuran besar. Wilayah ini dikelilingi oleh Laut Banda, Pulau Seram dan beberapa Pulau yang berukuran kecil di wilayah Maluku Tengah. Hal ini mengakibatkan Kota Ambon memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Setiap bulan Kota Ambon mengalami hujan, namun pada bulan-bulan tertentu Kota Ambon mengalami curah hujan yang tinggi, yaitu antara bulan Mei sampai dengan bulan Agustus. Kondisi seperti ini cenderung terjadi setiap tahun. Oleh karena kondisi tersebut terjadi secara periodik setiap tahun maka dapat dikatakan bahwa Kota Ambon mengalami iklim musim.

Dalam 5 tahun terakhir kondisi iklim di Kota Ambon sulit kondisi cuaca yang ekstrim. Pada tahun 2012 dan 2013 Kota Ambon mengalami curah hujan yang sangat tinggi. Oleh sebab itu, terjadi bencana alam seperti banjir dan tanah longsor yang menimbulkan korban jiwa dan materi. Sementara itu, pada tahun 2014 dan 2015 Kota Ambon mengalami kondisi curah hujan yang sangat sedikit. Dampak dari kejadian ini adalah Kota Ambon mengalami kekeringan pada beberapa mata air. Selain itu, terjadi kebakaran hutan di beberapa tempat, bahkan Kota Ambon mendapat kiriman asap akibat kebakaran hutan yang terjadi di Pulau Seram. Hal ini mengakibatkan kondisi curah hujan di Kota Ambon menjadi sulit untuk diprediksi. Faktor umum yang mempengaruhi kondisi ini adalah perubahan iklim global yang dialami oleh Kota Ambon.

Salah satu cara untuk mendeteksi curah hujan adalah dengan membuat model curah hujan berdasarkan data masa lampau. Dalam statistika, ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk membuat model curah hujan. Penggunaan metode analisis ataupun model digunakan harus sesuai dengan tipe data yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh model yang terbaik, yakni model yang sesuai dengan karakteristik data. Pada umumnya data curah hujan merupakan data dengan satu variabel dan bersifat *time series*, baik itu harian, bulanan, ataupun tahunan. Oleh sebab itu, metode atau model yang digunakan adalah metode analisis *time series*.

Beberapa metode dalam analisis *time series* yang dapat digunakan untuk memodelkan data *time series* dengan satu variabel adalah metode penghalusan eksponensial (sering disebut model penghalusan eksponensial), dekomposisi musiman,

model *time series* untuk data stasioner dan non stasioner, model *time series* untuk data musiman. Oleh karena itu, data yang digunakan harus dilakukan *preprocessing* (prosedur persiapan proses analisis) seperti deteksi stasioneritas data. Dengan demikian, dibutuhkan suatu metode (model) yang fleksibel untuk analisis data. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan metode Box Jenkins untuk analisis model curah hujan di Kota Ambon. Model yang diperoleh berdasarkan metode ini adalah model *Autoregressive Moving Average (ARMA)*, *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, ataupun *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model terbaik dari data curah hujan di Kota Ambon menggunakan metode Box-Jenkins.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian sebelumnya (Sinay & Aulele, 2014) memberikan model dan hasil ramalan tentang curah hujan di Pulau Ambon menggunakan model *Vector Autoregression*. Pada penelitian ini akan dibahas tentang pemodelan curah hujan didasarkan atas metode Box-Jenkins. Metode ini diperkenalkan pada tahun 1970, George E. P. Box dan Gwilyn M. Jenkins dalam buku yang berjudul *Time Series Analysis Forecasting and Control*. Analisis tersebut didasarkan atas karakteristik data masa lampau, sehingga dapat menentukan struktur probabilitas keadaan yang terjadi dimasa yang akan datang. Beberapa model yang dapat diperoleh berdasarkan metode analisis Box-Jenkins, yaitu

Model *ARMA* (p, q)

Proses X_t adalah suatu proses *ARMA* (p, q) yang diberikan sebagai

$$X_t - a_1X_{t-1} - \dots - a_pX_{t-p} = \varepsilon_t + b_1\varepsilon_{t-1} + \dots + b_q\varepsilon_{t-q}$$

dimana $a_1, a_2, \dots, a_p, b_1, b_2, \dots, b_q \in \mathbb{R}$, $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$.

Dengan menggunakan operator lag, maka proses *ARMA* (p, q) ditulis menjadi

$$D_p(B)X_t = C(B)\varepsilon_t$$

dimana

$$D_p(B) = 1 - a_1B - \dots - a_pB^p$$

$$C_q(B) = 1 + b_1B + \dots + b_qB^q$$

Model ini sering disebut sebagai model $ARMA(p, q)$, dimana p menunjukkan orde dari proses *autoregressive* (AR), q menunjukkan orde proses *moving average* (MA), dan B sering disebut sebagai operator *backward*. Berikut ini akan diberikan dua kasus khusus dari model $ARMA(p, q)$, yaitu

1. $AR(p)$ jika $C_q(B) = 1, D(B) = 1 - a_1B - \dots - a_pB^p$
2. $MA(q)$ jika $D_p(B) = 1, C(B) = 1 + b_1B + \dots + b_qB^q$

Estimasi parameter model $ARMA(p, q)$ dapat dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Model ini dapat digunakan jika data yang akan dianalisis sudah stasioner. (Rosadi, 2006)

Model $ARIMA(p, d, q)$

Pada umumnya model $ARMA(p, q)$ merupakan model yang stasioner. Jika suatu data tidak stasioner (dalam *mean*), maka data tersebut harus didiferensi. Proses diferensi bertujuan untuk memperoleh data yang stasioner dalam mean. Hasil pemodelan $ARMA(p, q)$ dari data dengan orde diferensi d dapat ditulis sebagai

$$(1 - a_1B - a_2B^2 - \dots - a_pB^p)(1 - B)^d X_t = (1 + b_1B + \dots + b_qB^q)\varepsilon_t$$

atau

$$D_p(B)(1 - B)^d X_t = C_q(B)\varepsilon_t$$

Model ini disebut sebagai $ARIMA(p, d, q)$. Estimasi parameter model $ARIMA(p, d, q)$ mirip dengan model $ARMA(p, q)$, yaitu menggunakan metode kuadrat terkecil. (Rosadi, 2006)

Model Musiman ($SARIMA$)

Suatu proses runtun waktu X_t dikatakan memiliki periode musiman s jika $X_t = X_{t-s}, t \in \mathbb{Z}$. Bentuk ini ekuivalen dengan $X_t - X_{t-s} = 0$ jika dan hanya jika $(1 - B)^s X_t = 0$ ini merupakan bentuk umum dari komponen musiman. Jika komponen musiman berinteraksi secara langsung dengan model $ARIMA$ maka akan diperoleh model $ARIMA$ musiman atau sering disebut sebagai $SARIMA$. Model ini terjadi interaksi antara komponen non musiman dan musiman. Interaksi yang dimaksud dapat berupa penjumlahan atau pun perkalian. Dengan demikian model $SARIMA$ dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Rosadi, 2006)

1. Model Penjumlahan (*additive*)

Model ini sering dinotasikan dengan $SARIMA((p, P), (d, D), (q, Q))_s$ yang terbagi atas dua yaitu

- a. Model musiman yang berinteraksi dengan model *ARIMA* secara *additive* pada komponen *moving average* dapat ditulis sebagai

$$D(B)(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = (C_q(B) + C_Q(B^s)) \varepsilon_t$$

dengan

p, q = orde komponen non musiman dari model *ARIMA*

d = orde komponen non musiman dari model *ARIMA*

Q = orde komponen musiman *additive* pada komponen *MA*

D = orde diferensi musiman (biasanya $D = 1$)

- b. Model musiman yang berinteraksi dengan model *ARIMA* secara *additive* pada komponen *autoregressive* dapat ditulis sebagai

$$(D_P(B^s) + D_p(B))(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = C_q(B) \varepsilon_t$$

dengan P adalah orde komponen musiman pada komponen *autoregressive*.

2. Model Perkalian (*multiplicative*)

Model ini dinotasikan dengan $AR \square MA(p, d, q)(P, D, Q)_s$ atau $SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$ yang terbagi atas dua yaitu

- a. Model musiman yang berinteraksi dengan model *ARIMA* secara perkalian pada komponen *moving average* dapat ditulis sebagai

$$D_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = (C_q(B) * C_Q(B^s)) \varepsilon_t$$

- b. Model musiman yang berinteraksi dengan model *ARIMA* secara *additive* pada komponen *autoregressive* dapat ditulis sebagai

$$(D_P(B^s) * D_p(B))(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = C_q(B) \varepsilon_t$$

III. METODE PENELITIAN

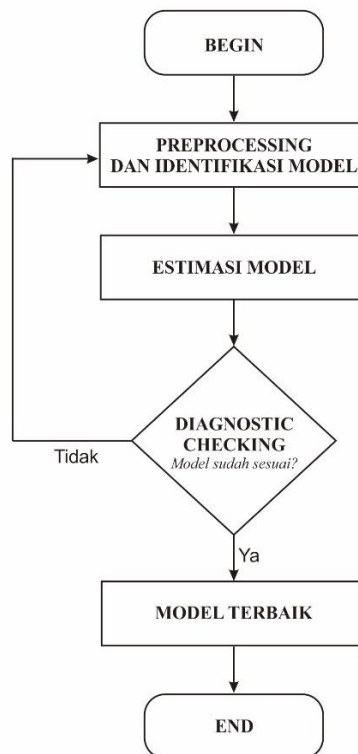
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan Kota Ambon periode Januari 2005 sampai dengan Desember 2015. Data ini merupakan data sekunder yang berasal dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

Stasiun Meteorologi Klas II Pattimura Ambon. Data ini merupakan hasil pengamatan

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

pada koordinat $03^{\circ}42'25''$ LS $128^{\circ}05'23''$ BT, dengan elevasi 15,4 m. Pengolahan data menggunakan *software* EViews 8 dan Minitab 16.



Gambar 1. Diagram Alir metode Box-Jenkins

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Box-Jenkins untuk pemodelan *ARMA/ARIMA/SARIMA*, dengan prosedur analisis seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1 (Rosadi, 2011 & 2012), dijelaskan sebagai berikut:

1. Preprocessing dan identifikasi model

Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahapan ini adalah mendeteksi pola dan stasioneritas data menggunakan diagram garis, uji *Auckmented Dickey-Fuller (ADF)*, dan *correlogram* yaitu menganalisis plot sampel *autocorrelation function (ACF)* dan *partial autocorrelation function (PACF)*. Jika data belum stasioner, maka data tersebut akan dilakukan proses diferensi (stasioner dalam mean) dan transformasi Box-Cox (stasioner dalam variansi) untuk memperoleh data yang sudah stasioner. Setelah itu, mengidentifikasi model menggunakan *correlogram* (plot sampel *ACF/PACF*). Biasanya dari hasil identifikasi model diperoleh lebih dari satu model.

2. Estimasi model

Pada tahapan ini akan dilakukan estimasi koefisien parameter model *ARMA/ARIMA/SARIMA* berdasarkan hasil identifikasi model. Estimasi koefisien parameter model didasarkan atas metode kuadrat terkecil dengan memperhatikan prinsip kesederhanaan model (*parsimony*)

3. Pemeriksaan diagnosa dan pemilihan model terbaik

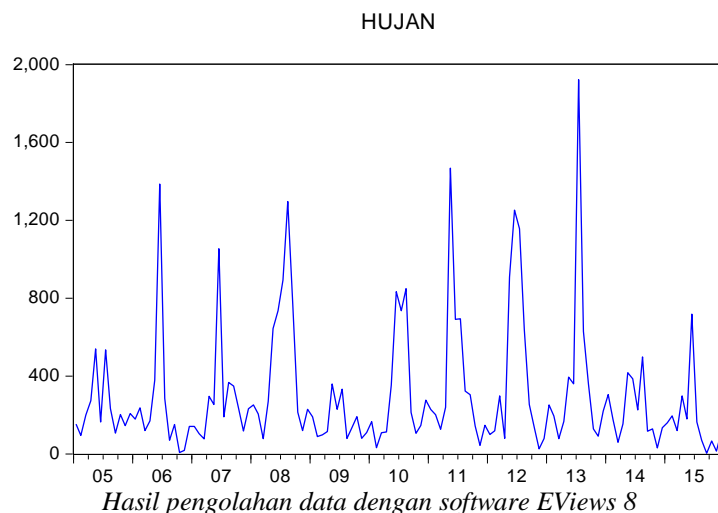
Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahapan ini adalah pemeriksaan diagnosa model menggunakan uji t dan uji asumsi residual yaitu asumsi *white noise*. Jika hasil pemeriksaan diagnosa mengatakan bahwa model yang diperoleh ada koefisien parameter yang tidak signifikan atau tidak memenuhi asumsi *white noise* maka model tersebut bukan model terbaik, sehingga dilakukan proses transformasi atau diferensi. Jika model sudah memiliki koefisien parameter yang signifikan dan memenuhi asumsi asumsi *white noise*, maka akan dilakukan pemilihan model terbaik. Pemilihan model terbaik menggunakan *Akaike Information Criteria (AIC)* dan *Schwarz Bayesian Information Criteria (SBC)*. Model yang terpilih adalah model yang memiliki ukuran/nilai *AIC* dan *SBC* paling kecil.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan tentang hasil analisis data curah hujan bulanan di Kota Ambon menggunakan metode Box Jenkins (pemodelan *ARMA/ARIMA/SARIMA*). Hasil yang diperoleh pada bagian ini merupakan hasil pengolahan data menggunakan software EViews 8 dan Minitab 16.

1. Karakteristik Curah Hujan Bulanan di Kota Ambon

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan di Kota Ambon yang merupakan hasil pengamatan Stasiun Pattimura BMKG Provinsi Maluku dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2015. Ini berarti bahwa data tersebut merupakan hasil pengamatan selama 11 tahun dengan jumlah observasi adalah 132 bulan. Data curah hujan tersebut merupakan data dalam kondisi level (belum dilakukan proses diferensi) dan dinotasikan sebagai Y . *Line plot* dari data ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Line Plot Data Curah Hujan Kota Ambon
Periode Januari 2005 – Desember 2015

Tabel 1. Deskripsi Statistik Data Curah Hujan Kota Ambon
Periode Januari 2005 – Desember 2015

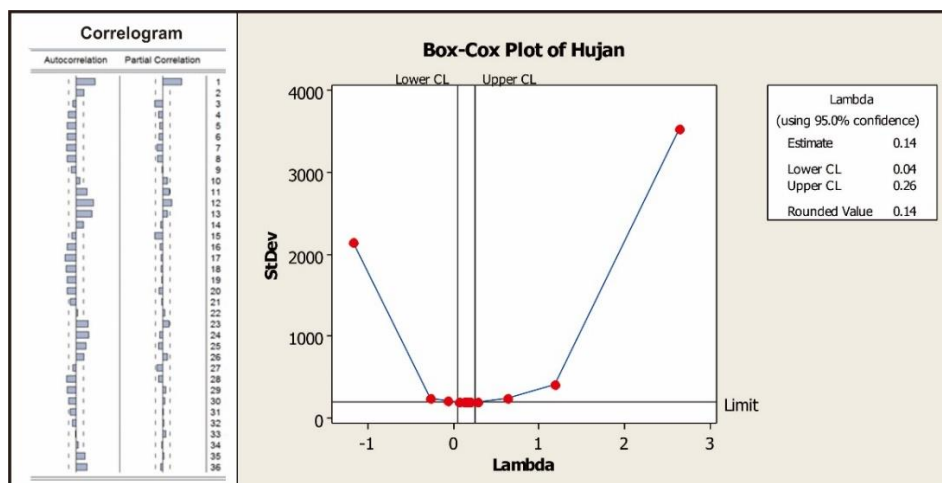
Statistik Curah Hujan (Y)	Nilai
Curah hujan maksimum	1923
Curah hujan minimum	3
Curah hujan rata-rata	305,0455
Deviasi baku	325,8557
Uji Normalitas:	
Statistik uji <i>JB</i>	332,623
(<i>p value</i>)	(0.0000)

Hasil pengolahan data dengan software EViews 8

Hasil pengamatan pada Gambar 2, dapat dikatakan bahwa pola curah hujan di Kota Ambon sangat bervariasi untuk setiap tahun, dimana pada tahun tertentu terjadi curah hujan yang sangat tinggi dan tahun yang berbeda terjadi curah hujan yang rendah (sedikit). Pada tahun 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 dan 2013 terjadi curah hujan yang sangat tinggi pada bulan-bulan tertentu yakni curah hujannya lebih dari 800 mm. Sedangkan pada tahun 2005, 2009, 2014 dan 2015 terjadi curah hujan yang relatif lebih rendah (sedikit). Berdasarkan Gambar 2, curah hujan tertinggi untuk setiap tahun terjadi pada pertengahan tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa curah hujan di Kota

Ambon terjadi secara periodik setiap tahunnya, yang berarti ada efek musiman pada curah hujan di Kota Ambon.

Secara komprehensif tentang deskripsi statistik data curah hujan di Kota Ambon dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 diperoleh bahwa rata-rata curah hujan di Kota Ambon yang terjadi pada periode Januari 2005 sampai dengan Desember 2015 adalah 305,04 dengan standar deviasi adalah 325,85. Ini menunjukkan bahwa curah hujan bulanan di Kota Ambon dalam sebelas tahun terakhir sangat bervariasi dengan varian yang besar. Hal ini didukung dengan data curah hujan tertinggi di Kota Ambon adalah 1923 mm pada bulan Juli 2013 dan curah hujan terendah adalah 3 mm pada bulan September 2015 (lihat Gambar 2). Berdasarkan Tabel 1, diperoleh bahwa *p value* statistik uji *JB* adalah 0,0000 lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 0,05$. Ini berarti bahwa pada taraf kepercayaan 95%, hipotesa H_0 ditolak (data berdistribusi normal). Jadi data curah hujan di Kota Ambon untuk periode Januari 2005 sampai dengan Desember 2015 tidak berdistribusi normal.



Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8 dan Minitab 16

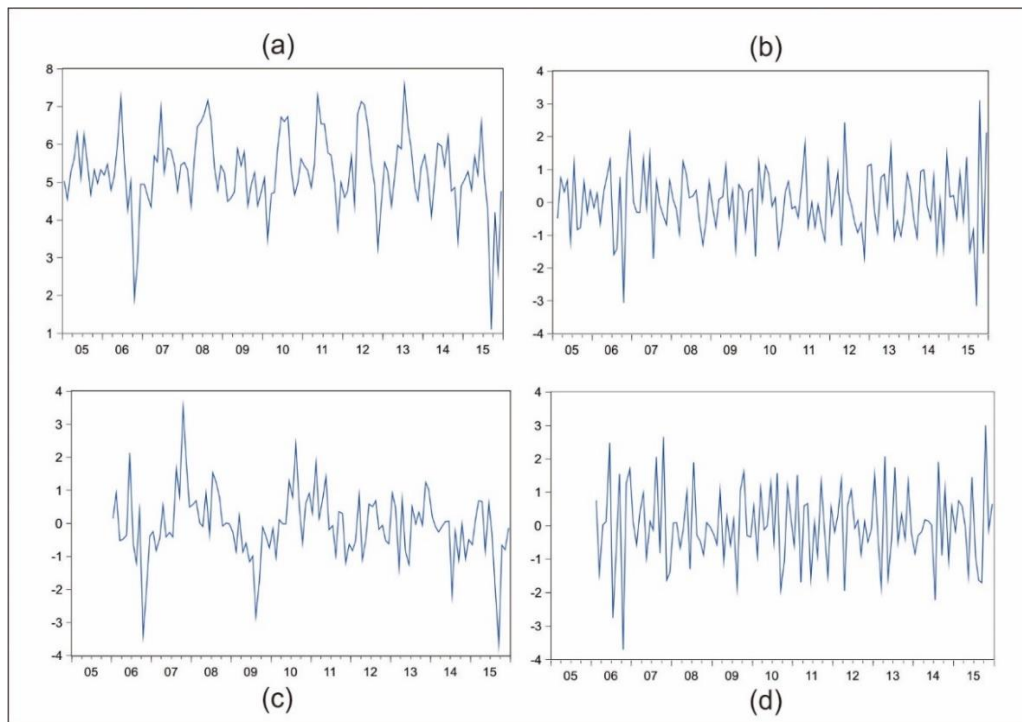
Gambar 3. Correlogram dan plot Box Cox data curah hujan Kota Ambon

Berdasarkan pengamatan *line plot* dan kajian analisis di atas maka dapat dikatakan bahwa data curah hujan di Kota Ambon belum stasioner dalam variansi. Langkah awal adalah pemeriksaan stasioneritas di dalam mean dapat menggunakan uji *ADF* dan *correlogram* (plot sampel ACF/PACF). Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh bahwa *p value* statistik uji ADF adalah 0,0000 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Ini berarti bahwa tidak terdapat akar unit dalam data curah hujan. Hal ini didukung oleh Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016 Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

correlogram yang diperlihatkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pola plot sampel ACF/PACF sampai lag 36 menyatakan bahwa data curah hujan tidak mengandung trend. Berdasarkan hasil uji *ADF* dan plot sampel ACF/PACF maka dapat disimpulkan bahwa data curah hujan di Kota Ambon sudah stasioner dalam mean pada kondisi level. Kemudian, untuk identifikasi stasioneritas data dalam variansi dapat menggunakan plot Box-Cox data curah hujan di Kota Ambon seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai λ berada di sekitar 0 dimana nilai estimasinya adalah 0,14, dengan nilai pembulatangannya adalah 0. Jadi, transformasi Box-Cox yang digunakan adalah transformasi logaritma natural.

2. Transformasi dan Diferensi Data Curah Hujan Bulanan di Kota Ambon

Pada bagian ini, dibahas tentang hasil transformasi dan diferensi data curah hujan di Kota Ambon. Berdasarkan analisis di atas, transformasi yang digunakan untuk memperoleh model yang stasioner dalam variansi adalah transformasi logaritma. Hasil transformasi logaritma untuk data curah hujan (Y) dinotasikan dengan *loghujan* atau $\log(Y)$ (Gambar 4a). Hasil diferensi pertama untuk data $\log(Y)$ adalah data *dloghujan* atau $\Delta\log(Y)$ yang diperlihatkan pada Gambar 4b. Sedangkan, Gambar 4c dan 4d secara berurutan adalah data *dsloghujan* ($\Delta_s\log(Y)$) dan *ddsloghujan* ($\Delta\Delta_s\log(Y)$). Secara berurutan kedua data tersebut adalah data hasil diferensi musiman dari $\log(Y)$ dan data diferensi pertama dari $\Delta_s\log(Y)$, dimana $s = 12$ merupakan periode musiman.



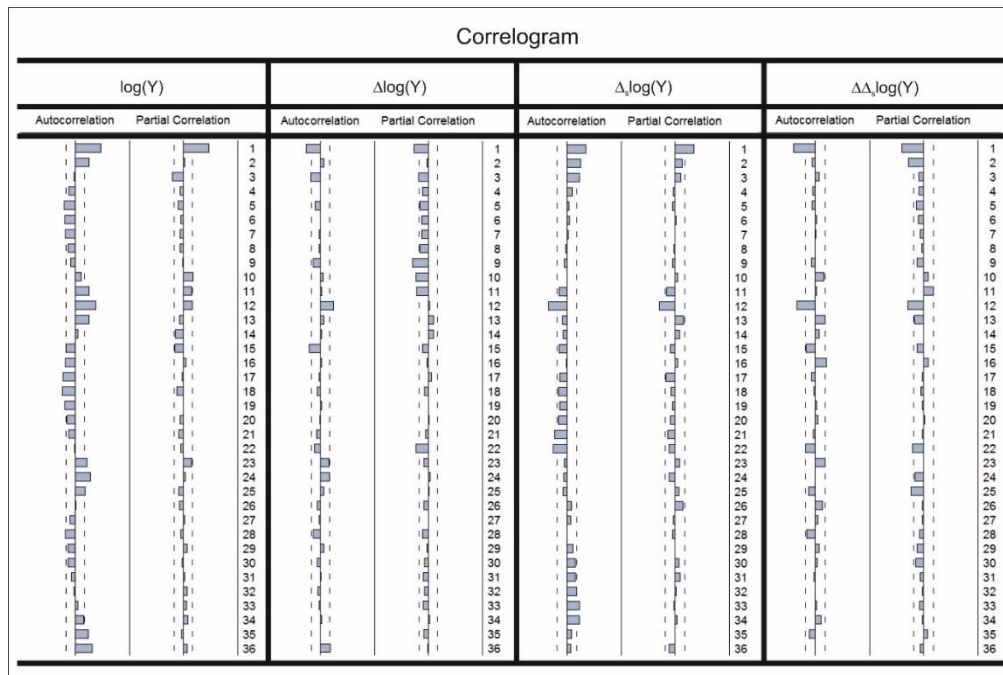
Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

Gambar 4. Line Plot data (a) $\log(Y)$, (b) $\Delta\log(Y)$, (c) $\Delta_s\log(Y)$, dan (d) $\Delta\Delta_s\log(Y)$

Tabel 2. Rangkuman stasioneritas data

Data	Stasioner dalam Mean	
	(Uji <i>ADF</i>)	
	<i>p</i> value $\frac{\equiv}{\equiv}$	Keputusan
$\log(Y)$	0,0000	Menolak H_0 (Tidak ada akar unit)
$\Delta\log(Y)$	0,0000	Menolak H_0 (Tidak ada akar unit)
$\Delta_s\log(Y)$	0,0000	Menolak H_0 (Tidak ada akar unit)
$\Delta\Delta_s\log(Y)$	0,0000	Menolak H_0 (Tidak ada akar unit)

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8



Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

Gambar 5. Correlogram data $\log(Y)$, $\Delta \log(Y)$, $\Delta_s \log(Y)$, dan (d) $\Delta \Delta_s \log(Y)$

Diketahui bahwa keempat data tersebut merupakan data hasil transformasi logaritma, maka keempat data tersebut sudah stasioner secara variansi. Hasil pemeriksaan stasioneritas data dalam mean untuk keempat data tersebut menggunakan uji *ADF* dan Correlogram dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5. Hasil uji *ADF* untuk data $\log(Y)$, $\Delta \log(Y)$, $\Delta_s \log(Y)$ dan $\Delta \Delta_s \log(Y)$ menyatakan bahwa keempat data tersebut sudah stasioner dalam mean. Di sisi lain, correlogram data $\Delta_s \log(Y)$, menyatakan bahwa plot ACF data tersebut pada lag 1 sampai dengan 7 meluruh menuju 0 (Gambar 5). Ini berarti bahwa ada indikasi komponen trend pada data $\Delta_s \log(Y)$. Dengan demikian, data yang tepat untuk model musiman adalah $\Delta \Delta_s \log(Y)$.

3. Estimasi Model

a. Model Non Musiman ARMA

Diketahui bahwa model *ARMA* merupakan model non diferensi (*level*). Dengan demikian data yang digunakan untuk pemodelan model *ARMA* adalah data $\log(Y)$. Identifikasi model untuk data $\log(Y)$ dapat menggunakan plot sampel ACF/PACF yang diberikan oleh correlogram $\log(Y)$ (Gambar 5). Berdasarkan plot sampel ACF/PACF dari correlogram tersebut dapat dilihat bahwa lag-lag yang signifikan untuk plot ACF

adalah 1 dan 2, sedangkan untuk plot PACF diperoleh lag 1 dan 3 yang signifikan. Berdasarkan hasil identifikasi model dan prinsip *parsimony*, maka diperoleh hasil estimasi model $AR(1)$, $AR(3)$, $MA(1)$, $MA(2)$, $ARMA(1,1)$, $ARMA(1,2)$, $ARMA(3,1)$, dan $ARMA(3,2)$ yang dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman hasil estimasi model $ARMA$

Model		Komponen Model $ARMA$			
		AR		MA	
		a_1	a_3	b_1	b_2
$AR(1)$	Koef	0,9819			
	SE	0,0165			
	St uji t	59,638			
	p value	0,0000			
$AR(3)$	Koef	0,8324	0,1524		
	SE	0,0740	0,7377		
	St uji t	11,251	2,0659		
	p value	0,0000	0,0409		
$MA(1)$	Koef			0,8509	
	SE			0,0555	
	St uji t			15,326	
	p value			0,0000	
$MA(2)$	Koef			1,1351	0,7777
	SE			0,0540	0,0537
	St uji t			21,013	14,494
	p value			0,0000	0,0000
$ARMA(1,1)$	Koef	0,9923			-0,362
	SE	0,0103			0,0839
	St uji t	96,677			-4,320
	p value	0,0000			0,0000
$ARMA(1,2)$	Koef	0,9994			-0,624
	SE	0,0006			0,0084
	St uji t	1608,0			-7,455

	<i>p value</i>	0,0000	0,0000	0,0000	
<i>ARMA(3,1)</i>	Koef	1,2400	-0,250	-0,986	
	SE	0,0464	0,0464	0,0105	
	St uji <i>t</i>	26,928	-5,398	-93,57	
	<i>p value</i>	0,0000	0,0000	0,0000	
<i>ARMA(3,2)</i>	Koef	1,1523	-0,154	-0,747	-0,360
	SE	0,0550	0,0559	0,1020	0,0972
	St uji <i>t</i>	20,938	-2,753	-7,323	-3,706
	<i>p value</i>	0,0000	0,0068	0,0000	0,0003

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

Tabel 4. Rangkuman *p value* statistik uji *Q* Ljung-Box model *ARMA*

lag	Model							
	<i>AR(1)</i>	<i>AR(3)</i>	<i>MA(1)</i>	<i>MA(2)</i>	<i>ARMA(1, 1)</i>	<i>ARMA(1, 2)</i>	<i>ARMA(3, 1)</i>	<i>ARMA(3, 2)</i>
1								
2	0.001		0.000					
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007			
4	0.001	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.001	
5	0.002	0.001	0.000	0.000	0.007	0.000	0.001	0.005
6	0.004	0.001	0.000	0.000	0.013	0.000	0.001	0.014
7	0.007	0.002	0.000	0.000	0.018	0.000	0.002	0.020
8	0.014	0.005	0.000	0.000	0.020	0.000	0.002	0.034
9	0.009	0.003	0.000	0.000	0.011	0.001	0.001	0.026
10	0.014	0.004	0.000	0.000	0.017	0.001	0.002	0.035
11	0.023	0.005	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.033
12	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
...
35	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

Pada Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat hasil pemeriksaan diagnosa delapan model *ARMA* di atas. Hasil uji signifikansi koefisien parameter dengan menggunakan uji *t* diperlihatkan pada Tabel 3. Pada Tabel 3, *p value* semua koefisien untuk delapan model tersebut lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 0,05$. Dengan demikian, delapan model tersebut merupakan model-model yang memiliki koefisien yang signifikan. Di lain pihak, hasil uji asumsi residual yang diperlihatkan pada Tabel 4 menyatakan bahwa

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

semua model tidak memenuhi asumsi *white noise* dan terdapat korelasi serial pada residual. Hal ini dapat disimpulkan dari hasil uji statistik Q Ljung-Box untuk 36 lag, dimana masing-masing lag memiliki p value lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 0,05$. Berdasarkan hasil uji asumsi, maka disimpulkan bahwa delapan model *ARMA*, yang merupakan hasil pemodelan model non musiman dari data $\log(Y)$, bukan merupakan model yang terbaik.

b. Model Non Musiman *ARIMA*

Hasil estimasi model-model *ARIMA* non musiman yang diperlihatkan pada Tabel 5 merupakan hasil identifikasi model untuk data $\Delta \log(Y)$. Hasil ini didasarkan atas plot sampel ACF/PACF pada *correlogram* data $\Delta \log(Y)$ (Gambar 5) dan prinsip *parsimony*, yakni lag 1 dan lag 3 yang signifikan pada plot ACF dan plot PACF.

Tabel 5. Rangkuman hasil estimasi model *ARIMA*

Model	Komponen Model <i>ARIMA</i>				
		AR		MA	
		a_1	a_3	b_1	b_3
<i>ARIMA</i> (1, 1, 0)	Koef	-0,295			
	SE	0,0856			
	St uji t	-3,455			
	p value	0,0008			
<i>ARIMA</i> (1, 1, 1)	Koef	0,4815		-0,984	
	SE	0,0763		0,0115	
	St uji t	6,3076		-85,64	
	p value	0,0000		0,0000	
<i>ARIMA</i> (1, 1, 3)	Koef	0,1735		-0,6482	-0,3512
	SE	0,1020		0,1011	0,0795
	St uji t	1,7015		-6,4126	-4,4191
	p value	0,0913		0,0000	0,0000
<i>ARIMA</i> (3, 1, 0)	Koef	-0,2934	-0,2087		
	SE	0,0849	0,0888		
	St uji t	-3,4571	-2,3492		

	<i>p value</i>	0,0007	0,0204		
<i>ARIMA</i> (3, 1, 1)	Koef	0,5150	-0,1943	-0,9998	
	SE	0,0753	0,0555	0,0303	
	St uji <i>t</i>	6,8415	-3,5009	-33,003	
	<i>p value</i>	0,0000	0,0006	0,0000	
<i>ARIMA</i> (3, 1, 3)	Koef	0,0412	0,0868	-0,5622	-0,4376
	SE	0,1763	0,1256	0,1494	0,1522
	St uji <i>t</i>	0,2337	0,6906	-3,7631	-2,8742
	<i>p value</i>	0,8156	0,4911	0,0003	0,0048
<i>ARIMA</i> (0, 1, 1)	Koef			-0,3685	
	SE			0,0823	
	St uji <i>t</i>			-4,4782	
	<i>p value</i>			0,0000	
<i>ARIMA</i> (0, 1, 3)	Koef			-0,6055	-0,3752
	SE			0,0631	0,0626
	St uji <i>t</i>			-9,5841	-5,9914
	<i>p value</i>			0,0000	0,0000

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

Hasil pemeriksaan diagnosa delapan model $ARIMA$ di atas dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Uji signifikansi koefisien parameter model menyatakan bahwa model $ARIMA(1,1,3)$ dan $ARIMA(3,1,3)$ memiliki koefisien yang tidak signifikan. Hal ini dilihat pada komponen AR (a_1) untuk model $ARIMA(1,1,3)$ memiliki *p value* statistik uji *t* adalah 0,0913 lebih dari taraf nyata $\alpha = 0,05$ (Tabel 5). Demikian juga, komponen AR (a_1 dan a_3) pada model $ARIMA(3,1,3)$, dimana *p value* statistik uji *t* masing-masing komponen tersebut lebih dari taraf nyata $\alpha = 0,05$ (Tabel 5). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model-model $ARIMA$ di atas yang memiliki koefisien signifikan adalah model $ARIMA(1,1,0)$, $ARIMA(1,1,1)$, $ARIMA(3,1,0)$, $ARIMA(3,1,1)$, $ARIMA(0,1,1)$ dan $ARIMA(0,1,3)$. Di lain pihak, hasil uji asumsi residual yang diperlihatkan pada Tabel 6 menyatakan bahwa semua model tidak memenuhi asumsi *white noise* dan terdapat korelasi serial pada residual. Hal

inididasarkan atas hasil uji statistik Q Ljung-Box untuk 36 lag, dimana terdapat p value yang lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 0,05$. Berdasarkan hasil ini, maka disimpulkan bahwa delapan model $ARIMA$ non musiman di atas bukan merupakan model terbaik.

Tabel 6. Hasil uji asumsi terhadap residual model $ARIMA$

lag	Model $ARIMA$ dengan orde							
	(1, 1, 0)	(1, 1, 1)	(1, 1, 3)	(3, 1, 0)	(3, 1, 1)	(3, 1, 3)	(0, 1, 1)	(0, 1, 3)
1								
2	0.207						0.455	
3	0.057	0.112		0.219			0.050	0.204
4	0.044	0.123	0.364	0.134	0.208		0.021	0.444
5	0.073	0.128	0.150	0.108	0.225	0.038	0.023	0.134
6	0.127	0.183	0.231	0.121	0.300	0.094	0.041	0.159
7	0.170	0.162	0.341	0.159	0.380	0.178	0.043	0.225
8	0.123	0.113	0.420	0.175	0.497	0.227	0.023	0.246
9	0.099	0.115	0.372	0.136	0.483	0.196	0.017	0.233
10	0.145	0.162	0.434	0.176	0.526	0.257	0.029	0.274
11	0.146	0.126	0.445	0.122	0.557	0.250	0.019	0.211
12	0.017	0.010	0.070	0.006	0.101	0.017	0.000	0.014
13	0.001	0.001	0.041	0.002	0.091	0.008	0.000	0.004
14	0.002	0.001	0.062	0.004	0.129	0.013	0.000	0.007
15	0.001	0.001	0.016	0.001	0.042	0.003	0.000	0.002
16	0.000	0.001	0.025	0.001	0.061	0.005	0.000	0.003
17	0.001	0.000	0.032	0.002	0.064	0.006	0.000	0.003
18	0.001	0.000	0.013	0.001	0.028	0.003	0.000	0.001
...
32	0.000	0.000	0.009	0.000	0.050	0.001	0.000	0.000
33	0.000	0.000	0.012	0.000	0.061	0.002	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.014	0.000	0.063	0.002	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.019	0.000	0.074	0.003	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.003	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

c. Model Musiman ($SARIMA$)

Diketahui bahwa hasil pemodelan untuk model non musiman belum dapat menggambarkan karakteristik data curah hujan di Kota Ambon. Pada pembahasan sebelumnya, telah dijelaskan bahwa data curah hujan di Kota Ambon mengandung komponen musiman, meskipun jumlah curah hujannya tidak sama setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh adanya komponen *irregular* (acak) yang mempengaruhi curah hujan

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

di Kota Ambon. Dengan demikian, pada bagian ini akan diberikan hasil pemodelan musiman menggunakan data $\Delta\Delta_s \log(Y)$. Hasil pemodelan model musiman berdasarkan data $\Delta\Delta_s \log(Y)$ dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rangkuman hasil estimasi model *SARIMA*

Model	Komponen Model <i>SARIMA</i>			
		<i>SAR</i>	<i>MA</i>	<i>SMA</i>
		α_{12}	b_1	b_{12}
<i>ARIMA</i> (0, 1, 1)(1, 1, 0) ₁₂	Koef	-0,4415	-0,6422	
	SE	0,0842	0,0751	
	St uji <i>t</i>	-5,2438	-8,5497	
	<i>p value</i>	0,0000	0,0000	
<i>ARIMA</i> (0, 1, 1)(0, 1, 1) ₁₂	Koef		-0,6814	-0,8503
	SE		0,0679	0,0323
	St uji <i>t</i>		-10,039	-26,297
	<i>p value</i>		0,0000	0,0000
<i>SARIMA</i> ((1, 0), (1, 1), (1, 0)) ₁₂	Koef		-0,4554	-0,5440
	SE		0,0653	0,0461
	St uji <i>t</i>		-6,9722	-11,790
	<i>p value</i>		0,0000	0,0000

Hasil pengolahan data menggunakan software *Eviews 8*

Hasil yang diperlihatkan pada Tabel 7 didasarkan atas plot sampel ACF/PACF pada *correlogram* data $\Delta\Delta_s \log(Y)$ (Gambar 5) dan prinsip *parsimony*. Hasil identifikasi tersebut diperoleh model *ARIMA*(0, 1, 1)(1, 1, 0)₁₂, model *ARIMA*(0, 1, 1)(0, 1, 1)₁₂, dan model *SARIMA*((1, 0), (1, 1), (1, 0))₁₂.

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh bahwa ketiga model ini memiliki koefisien-koefisien parameter model yang signifikan. Hal ini dapat dilihat dari *p value* statistik uji *t* semua koefisien untuk setiap model kurang dari taraf nyata $\alpha = 0,05$. Hasil uji asumsi residual model untuk 36 lag sebagai sampel dapat dilihat pada Tabel 8. Pada Tabel 8 diperoleh bahwa hasil uji *Q* Ljung-Box untuk ketiga model tersebut menyatakan bahwa model *ARIMA*(0, 1, 1)(1, 1, 0)₁₂ dan model *ARIMA*(0, 1, 1)(0, 1, 1)₁₂ tidak memiliki lag yang signifikan, karena *p value* statistik *Q* lebih dari taraf nyata $\alpha = 0,05$,

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

sedangkan untuk model $SARIMA((1, 0), (1, 1), (1, 0))_{12}$ ada lag yang signifikan yaitu lag 26. Ini berarti bahwa model $ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$ dan model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ memenuhi asumsi *white noise* dan tidak terjadi korelasi serial pada residual. Sementara, model $SARIMA((1, 0), (1, 1), (1, 0))_{12}$ tidak memenuhi asumsi *white noise* dan terjadi korelasi serial pada residual. Dengan demikian, akan dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria informasi hanya pada model $ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$ dan model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ (Tabel 9).

Tabel 8. Hasil uji asumsi terhadap residual model $SARIMA$

lag	Model		
	$ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$	$ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$	$SARIMA((1, 0), (1, 1), (1, 0))_{12}$
1			
2			
3	0.128	0.098	0.050
4	0.310	0.221	0.123
5	0.219	0.113	0.100
6	0.339	0.183	0.171
7	0.247	0.164	0.269
8	0.312	0.221	0.364
9	0.288	0.281	0.417
10	0.333	0.318	0.388
11	0.386	0.378	0.305
12	0.446	0.470	0.185
13	0.425	0.560	0.117
14	0.305	0.514	0.084
15	0.359	0.572	0.077
16	0.395	0.616	0.061
17	0.414	0.663	0.070
18	0.485	0.718	0.095
19	0.556	0.776	0.107
20	0.564	0.814	0.127
21	0.589	0.817	0.150
22	0.418	0.746	0.074
23	0.401	0.753	0.074
24	0.270	0.781	0.059
25	0.258	0.752	0.055
26	0.280	0.795	0.046
27	0.313	0.831	0.054
28	0.361	0.845	0.058
29	0.395	0.874	0.074
30	0.439	0.898	0.094

lag	Model		
	$ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$	$ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$	$SARIMA((1, 0), (1, 1), (1, 0))_{12}$
31	0.462	0.918	0.116
32	0.469	0.883	0.126
33	0.347	0.754	0.097
34	0.357	0.587	0.077
35	0.385	0.635	0.085
36	0.432	0.649	0.092

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai AIC dan SBC model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ lebih kecil dibandingkan dengan model $ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ adalah model terbaik. Model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ atau dapat ditulis sebagai $SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ merupakan model $ARIMA$ musiman yang berinteraksi secara perkalian dengan komponen MA . Secara matematis model tersebut dapat diberikan dalam persamaan berikut ini

$$(1 - B^{12})(1 - B)Y_t = (1 - 0,6814B - 0,8503B^{12})\varepsilon_t$$

Dimana dan Y_t data curah hujan bulanan pada saat t , dan ε_t adalah residual pada saat t , serta B adalah *operator backward*, yakni $B^j Y_t = Y_{t-j}$.

Tabel 9. Kriteria informasi model $SARIMA$

Kriteria Informasi	Model	
	$ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$	$ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$
AIC	2,5018	2,3446
SBC	2,5517	2,3913

Hasil pengolahan data menggunakan software Eviews 8

V. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa curah hujan di Kota Ambon memiliki pola musiman. Oleh karena itu, model yang tepat untuk curah hujan Kota Ambon adalah model musiman. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data diperoleh bahwa model $ARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ atau $SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$ adalah model terbaik. Model ini merupakan model $ARIMA$ musiman yang berinteraksi secara

perkalian dengan komponen *MA*. Secara matematis model tersebut dapat diberikan dalam persamaan berikut ini

$$(1 - B^{12})(1 - B)Y_t = (1 - 0,6814B - 0,8503B^{12})\varepsilon_t$$

DAFTAR PUSTAKA

- Box, G.E.P. & Jenkins, G.M., 1970, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Holden-Day, San Francisco.
- Brockwell, P.J. & Davis, R.A., 1991, *Time Series: Theory and methods*, Springer Verlag, Berlin.
- Rosadi, D., 2006, *Pengantar Analisis Runtun Waktu*, Diklat Kuliah Program Studi Statistika FMIPA UGM, Yogyakarta.
- _____, 2011, *Analisis Ekonometrika dan Runtun Waktu Terapan dengan R*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- _____, 2012, *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Sinay, L.J. & Aulele, S.N., 2014, *Rainfall and Rainy Days Prediction in Ambon Island using Vector Autoregression Model*, Proceedings: 1st International Seminar of Basic Science, FMIPA UNPATTI, Ambon.
- Wei, W.S., 1994, *Time Series Analysis: Univariate dan Multivariate Methods*, Addison Wesley.

KARAKTERISTIK OPERASI PEMBAGIAN BILANGAN NEUTROSOPHIC DAN POLINOMIAL NEUTROSOPHIC

Zeth A. Leleury¹, Henry W. M. Patty²

^{1,2} *Staf Jurusan Matematika, FMIPA, Unpatti*
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon
E-mail: zetharthur82@gmail.com, henrywmpatty81@gmail.com

ABSTRAK

Dalam matematika, konsep bilangan telah diperluas meliputi bilangan asli, bilangan cacah, bilangan bulat, bilangan rasional, bilangan irasional. Himpunan keseluruhan bilangan tersebut merupakan bagian dari himpunan bilangan riil. Selain himpunan bilangan riil dikenal juga bilangan kompleks. Bilangan Kompleks adalah suatu bilangan yang merupakan penjumlahan antara bilangan riil dan bilangan imajiner. Pada perkembangan ilmu teori bilangan terdapat juga konsep bilangan lain yang melibatkan bentuk indeterminasi yakni bilangan neutrosophic. Bentuk umum dari bilangan neutrosophic ini adalah $a + bI$, dimana a, b bilangan riil sedangkan I merupakan indeterminasi dengan sifat $I^2 = I$ dan $0 \cdot I = 0$. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji operasi pembagian dan akar indeks $n \geq 2$ bilangan neutrosophic serta polinomial neutrosophic. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa operasi pembagian pada bilangan neutrosophic $\frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I}$ terdefinisi jika $a_2 \neq 0$ dan $a_2 \neq -b_2$. Selain itu, pembagian oleh $I, -I$ dan secara umum oleh kI , yakni $\frac{kI}{I}$ dan $\frac{a+bI}{kI}$ tidak terdefinisi untuk k riil. Sedangkan solusi akar-akar dari suatu polinomial riil neutrosophic berderajat dua dapat memiliki lebih dari dua solusi.

Kata kunci: *Bilangan neutrosophic, karakteristik, operasi pembagian, polinomial*

I. PENDAHULUAN

Bilangan adalah suatu konsep matematika yang digunakan untuk pencacahan dan pengukuran. Simbol ataupun lambang yang digunakan untuk mewakili suatu bilangan disebut sebagai angka atau lambang bilangan. Dalam matematika, konsep bilangan selama bertahun-tahun lamanya telah diperluas meliputi bilangan asli, bilangan cacah, bilangan bulat, bilangan rasional, bilangan irasional. Himpunan keseluruhan bilangan tersebut merupakan bagian dari himpunan bilangan riil. Selain himpunan

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

bilangan riil dikenal juga bilangan kompleks dengan bentuk umum dari bilangan kompleks adalah $a + bi$, dimana a, b merupakan bilangan riil sedangkan i merupakan imajiner dengan sifat $i = \sqrt{-1}$ (Brown et al, 2009). Prosedur-prosedur tertentu yang mengambil bilangan sebagai masukan dan menghasilkan bilangan lainnya sebagai keluaran, disebut sebagai operasi numeris. Bidang matematika yang mengkaji operasi numeris disebut sebagai aritmetika. Operasi yang lebih umumnya ditemukan adalah operasi biner, yang mengambil dua bilangan sebagai masukan dan menghasilkan satu bilangan sebagai keluaran. Contoh operasi biner adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, perpangkatan, dan perakaran. Penguasaan materi-materi dalam teori bilangan akan sangat membantu dalam mempelajari aljabar, khususnya yang berkaitan dengan aritmetika. Di samping itu, akan membantu juga dalam mempelajari bahasan-bahasan dalam matematika, seperti struktur aljabar (teori grup, teori ring), aljabar linier. Bahkan dapat dikatakan bahwa teori bilangan merupakan embrio aljabar abstrak (Sukirman, 2013).

Pada Perkembangannya, Florentin Smarandache dalam bukunya yang berjudul *Introduction to Neutrosophic Statistics* mengkaji tentang bilangan neutrosophic. Bentuk umum dari bilangan neutrosophic ini yaitu $a + bI$, dimana a, b adalah bilangan riil dan I adalah indeterminasi dengan sifat $I^2 = I$ dan $0 \cdot I = 0$ (Smarandache, 2014). Dalam penelitian ini akan diterapkan operasi pembagian dan akar indeks $n \geq 2$ bilangan neutrosophic serta polinomial neutrosophic dengan tujuan untuk mengkaji karakteristik pembagian dan konsekuensi dari syarat pembagian tersebut pada bilangan neutrosophic serta karakteristik solusi dari akar-akar polinomial neutrosophic. Diharapkan bahwa melalui penelitian ini dapat memberikan wawasan serta pemahaman yang lebih mendalam mengenai operasi biner bilangan neutrosophic sehingga dapat dikembangkan dalam pembahasan struktur aljabar khususnya pada konsep teori grup dan ring.

II. METODE YANG DIGUNAKAN

Tipe penelitian ini adalah studi pustaka yaitu mempelajari beberapa *textbook* yang berhubungan dengan penulisan, kemudian mencoba membahas inti permasalahan tersebut dengan menuangkan secara benar. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan, mempelajari dan menganalisis *textbook* yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berupa

pembuktian sifat dengan menggunakan bantuan beberapa definisi dengan tetap memperhatikan keterkaitan yang ada.

III. KAJIAN PUSTAKA

1. Bilangan Neutrosophic

Bentuk dasar bilangan neutrosophic: $a + bI$ dimana a dan b merupakan koefisien riil atau kompleks, sedangkan indeterminasi I harus memenuhi syarat $0 \cdot I = 0$ dan $I^2 = I$. Sehingga $I^n = I$ untuk semua bilangan bulat positif n . Jika koefisien a dan b adalah riil, maka $\frac{a}{x} + bI$ disebut Bilangan Riil Neutrosophic. Terdapat beberapa bentuk indeterminasi dalam teori bilangan seperti : $\frac{0}{0}, \frac{\infty}{\infty}, \infty - \infty, 0^0, \infty^0$. Sebagai contoh bilangan Riil Neutrosophic: $2 + 3I, -5 + \frac{7}{3}I$, dan seterusnya.

Jika koefisien a dan b bilangan kompleks, maka $a + bI$ disebut bilangan Kompleks Neutrosophic. Sebagai contoh bilangan Kompleks Neutrosophic: $(5 + 2i) + (2 - 8i)I$, dimana $i = \sqrt{-1}$. Bilangan kompleks neutrosophic dapat ditulis sebagai :

$$a + bi + cI + diI,$$

dimana a, b, c , dan d adalah riil. Suatu bilangan riil dapat dipandang sebagai suatu bilangan neutrosophic. Sebagai contoh: $5 = 5 + 0 \cdot I$, atau $5 = 5 + 0 \cdot i + 0 \cdot I + 0 \cdot i \cdot I$, yang disebut bilangan neutrosophic yang dibangkitkan (Smarandache, 2014).

2. Binomial Newton

Menurut teorema ini, sebarang kuasa $x + y$ dikembangkan menjadi :

$$(x + y)^n = \binom{n}{0} x^n + \binom{n}{1} x^{n-1}y + \binom{n}{2} x^{n-2}y^2 + \binom{n}{3} x^{n-3}y^3 + \dots + \binom{n}{n} y^n$$

atau

$$(x + y)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$$

Rumus binomial ditulis dengan y kemudian diganti dengan 1, supaya hanya satu peubah. Sehingga rumus ini dapat ditulis :

$$(x + 1)^n = \binom{n}{0} x^n + \binom{n}{1} x^{n-1} + \binom{n}{2} x^{n-2} + \dots + \binom{n}{n-1} x + \binom{n}{n}$$

atau

$$(x + 1)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{n-k}$$

(Munir, 2005).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembagian Bilangan Neutrosophic

Pada bagian ini dikaji operasi pembagian pada bilangan neutrosophic, yakni

$$(a_1 + b_1I) \div (a_2 + b_2I)$$

Misalkan bahwa: $\frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I} = x + yI$, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} a_1 + b_1I &= (x + yI)(a_2 + b_2I) \\ &= xa_2 + xb_2I + ya_2I + yb_2I^2 \\ &= a_2x + (b_2x + a_2y + b_2y)I \end{aligned}$$

Sehingga dengan mengidentifikasi koefisien-koefisien sistem persamaan aljabar di atas diperoleh bahwa :

$$\begin{aligned} a_1 &= a_2x \\ b_1 &= b_2x + a_2y + b_2y = b_2x + (a_2 + b_2)y \end{aligned}$$

yang selanjutnya dapat ditulis dalam bentuk persamaan matriks sebagai :

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

solusi tunggal yang diperoleh hanya ketika determinan dari matriks koefisien ordo 2 yakni $\begin{bmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{bmatrix} \neq 0$ atau $a_2(a_2 + b_2) \neq 0$. Dengan demikian $a_2 \neq 0$ dan $a_2 \neq -b_2$ yang merupakan syarat sehingga pembagian bilangan riil neutrosophic $\frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I}$ ada.

Selanjutnya dengan menyelesaikan persamaan matriks diperoleh bahwa :

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_2 & 0 \\ b_2 & a_2 + b_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{a_2(a_2 + b_2)} \begin{bmatrix} a_2 + b_2 & 0 \\ -b_2 & a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{a_2(a_2 + b_2)} \begin{bmatrix} a_1(a_2 + b_2) \\ -b_2a_1 + a_2b_1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$= \left[\begin{array}{c} \frac{a_1}{a_2} \\ \frac{a_2 b_1 - b_2 a_1}{a_2(a_2 + b_2)} \end{array} \right]$$

dengan demikian diperoleh bahwa $x = \frac{a_1}{a_2}$ dan $y = \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2(a_2 + b_2)}$ sehingga

$$\begin{aligned} \frac{a_1 + b_1 I}{a_2 + b_2 I} &= \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2(a_2 + b_2)} \cdot I \\ & \end{aligned} \quad (1)$$

2. Konsekuensi Pembagian Pada Bilangan Neutrosophic

Berikut ini akan dibahas beberapa catatan sebagai konsekuensi dari syarat pembagian pada bilangan neutrosophic yakni sebagai berikut :

a. $\frac{a+bI}{ak+bkI} = \frac{a+bI}{k(a+bI)} = \frac{1}{k}$, untuk k bilangan riil $k \neq 0$ dan untuk $a \neq 0$, $a \neq -b$.

b. $\frac{I}{a+bI} = \frac{a}{a(a+b)} \cdot I = \frac{1}{a+b} \cdot I$

Bukti :

Misalkan $\frac{I}{a+bI} = x + yI$ maka diperoleh :

$$\begin{aligned} I &= (x + yI)(a + bI) \\ &= ax + ayI + (bx + by)I \end{aligned}$$

$$(1 - bx - by)I = ax + ayI$$

Berarti $ax = 0$ dan $ay = 1 - bx - by$

Sehingga $x = 0$ dan $y = \frac{1}{a+b}$

Dengan demikian terbukti bahwa :

$$\frac{I}{a+bI} = 0 + \frac{1}{a+b} \cdot I = \frac{1}{a+b} \cdot I, \text{ untuk } a \neq 0 \text{ dan } a \neq -b.$$

c. Pembagi oleh I , $-I$ dan secara umum oleh kI , untuk k riil, tidak terdefinisi. $\frac{a+bI}{kI} =$ tidak terdefinisi untuk setiap k riil dan a, b riil.

• $\frac{kI}{I} =$ tidak terdefinisi;

Bukti :

Misalkan $\frac{kI}{I} = x + yI$ maka :

$$kI = (x + yI)I = (x + y)I$$

Maka $x + y = k$. Misalkan $x \in R$ maka $y = k - x$, dimana $y \in R$.

Andaikan

$$x = 0 \Rightarrow y = k \text{ sehingga } \frac{kI}{I} = 0 + k \cdot I = kI$$

$$x = 1 \Rightarrow y = k - 1 \text{ sehingga } \frac{kI}{I} = 1 + (k - 1)I$$

$$x = 2 \Rightarrow y = k - 2 \text{ sehingga } \frac{kI}{I} = 2 + (k - 2)I$$

Karena hasil pembagian tidak tunggal, maka dapat dikatakan bahwa pembagian $\frac{kI}{I}$ tidak terdefinisi.

Akibatnya pembagian $\frac{I}{I}$ juga tidak terdefinisi.

- $\frac{a+bI}{I} =$ tidak terdefinisi;

Bukti :

Misalkan $\frac{a+bI}{I} = x + yI$ maka :

$$a + bI = (x + yI)I = (x + y)I$$

$$\text{Maka } \begin{cases} a = 0 \\ x + y = b \end{cases}$$

Misalkan $x \in R$ maka $y = b - x$, dimana $y \in R$.

Pilih

$$x = 0 \Rightarrow y = b \text{ sehingga } \frac{a+bI}{I} = bI$$

$$x = 1 \Rightarrow y = b - 1 \text{ sehingga } \frac{a+bI}{I} = 1 + (b - 1)I$$

$$x = 2 \Rightarrow y = b - 2 \text{ sehingga } \frac{a+bI}{I} = 2 + (b - 2)I.$$

Karena hasil pembagian tidak tunggal, maka dapat dikatakan hasil pembagian $\frac{a+bI}{I}$ tidak terdefinisi.

Dengan cara yang sama dapat ditunjukkan bahwa: $\frac{a+bI}{-I} =$ tidak terdefinisi.

$$\frac{a_1 + b_1I}{a_2 + b_2I} = \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2b_1 - a_1b_2}{a_2(a_2 + b_2)} \cdot I$$

$$\text{d. } \frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} - \frac{bc}{a(a+b)} \cdot I.$$

Bukti :

Dari persamaan (1) maka dapat ditulis bahwa

$$\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} + \frac{a \cdot 0 - cb}{a(a+b)} \cdot I$$

$$= \frac{c}{a} - \frac{bc}{a(a+b)} \cdot I$$

sehingga : $\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} - \left(\frac{bc}{a(a+b)}\right) \cdot I$, untuk $a \neq 0$ dan $a \neq -b$.

$$\text{e. } \frac{a+0 \cdot I}{b+0 \cdot I} = \frac{a}{b}, \text{ untuk } b \neq 0 \text{ (pembagi bilangan riil).}$$

$$\text{f. } \frac{a+bI}{1} = a + bI.$$

$$\text{g. } \frac{0}{a+b \cdot I} = \frac{0}{a} + \frac{a \cdot 0 - 0 \cdot b}{a(a+b)} \cdot I = 0 + 0 \cdot I = 0 \text{ untuk } a \neq 0 \text{ dan } a \neq -b.$$

$$\text{h. } \frac{kI}{a+bI} = \frac{k}{a+b} \cdot I \text{ untuk } a \neq 0 \text{ dan } a \neq -b.$$

Dari persamaan (1) maka dapat ditulis bahwa

$$\begin{aligned} \frac{kI}{a+bI} &= \frac{0}{a} + \frac{a \cdot k - 0 \cdot b}{a(a+b)} \cdot I \\ &= \frac{ak}{a(a+b)} \cdot I \\ &= \frac{k}{a+b} \cdot I \end{aligned}$$

3. Akar Indeks $n \geq 2$ Dari Bilangan Riil Neutrosophic

Pertama akan dihitung akar kuadrat : $\sqrt{a+bI}$, dimana a dan b adalah riil.

Misalkan bahwa : $\sqrt{a+bI} = x + yI$ dimana x dan y adalah bilangan riil yang tidak diketahui. Hasil kuadrat kedua sisi diperoleh persamaan:

$$a + bI = (x + yI)^2 = x^2 + (2xy + y^2)I.$$

$$\text{sehingga } \begin{cases} x^2 = a \\ 2xy + y^2 = b \end{cases}$$

$$\text{Oleh karena itu } \begin{cases} x = \pm\sqrt{a} \\ y^2 \pm 2\sqrt{a} \cdot y - b = 0 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh solusi untuk y adalah:

$$y = \frac{\pm 2\sqrt{a} \pm \sqrt{4a + 4b}}{2(1)} = \pm\sqrt{a} \pm \sqrt{a+b}$$

Dengan demikian, ada empat solusi akar kuadrat $\sqrt{a+bI}$ antara lain:

- $\sqrt{a+bI} = \sqrt{a} + (-\sqrt{a} + \sqrt{a+b})I$
- $\sqrt{a+bI} = \sqrt{a} - (\sqrt{a} + \sqrt{a+b})I$
- $\sqrt{a+bI} = -\sqrt{a} + (\sqrt{a} + \sqrt{a+b})I$
- $\sqrt{a+bI} = -\sqrt{a} + (\sqrt{a} - \sqrt{a+b})I.$

Sebagai kasus tertentu akan dihitung \sqrt{I} . Dengan mempertimbangkan $\sqrt{I} = x + yI$, maka

$$0 + 1 \cdot I = x^2 + (2xy + y^2) \cdot I$$

Dengan demikian diperoleh bahwa :

$x = 0$ dan $y = \pm 1$. Oleh karena itu $\sqrt{I} = \pm I$.

Demikian pula untuk $\sqrt[n]{I}$. Dengan mempertimbangkan $\sqrt[n]{I} = x + yI$,

atau $0 + 1 \cdot I = x^n + (\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k) \cdot I$, dimana $x^n = 0$ dan

$$\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k = 1,$$

atau $y^n = 1$, sehingga $y = \sqrt[n]{1}$ dan diperoleh n solusi: solusi riil $y = 1$ dan $n - 1$ solusi kompleks neutrosophic indeks akar n dari 1.

Dengan cara yang sama, dapat dihitung indeks akar $n \geq 2$ dari bilangan neutrosophic:

$$\sqrt[n]{a - bI} = x + yI$$

atau

$$\begin{aligned} a - bI &= (x + yI)^n \\ &= x^n + \left(y^2 + \sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k \right) \cdot I \\ &= x^n + \left(\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} x^k \right) \cdot I \end{aligned}$$

dimana C_n^k berarti kombinasi n elemen dari k elemen. Sehingga $x = \sqrt[n]{a}$ jika n ganjil

atau $x = \pm \sqrt[n]{a}$ jika n genap. Selanjutnya

$$\sum_{k=0}^{n-1} C_n^k y^{n-k} a^{\frac{k}{n}} = b$$

Ketika x dan y solusi yang riil, didapatkan solusi riil neutrosophic, dan ketika x dan y solusi yang kompleks, maka didapatkan solusi kompleks neutrosophic.

Diberikan $a + bi + cI + diI$ merupakan bilangan kompleks neutrosophic, dimana a, b, c, d adalah riil. Akan dihitung akar kuadrat dari:

$$\left(\sqrt{a + bi + cI + diI} \right)^2 = (x + yi + zI + wiI)^2$$

$$a + bi + cI + diI$$

$$\begin{aligned} &= x^2 - y^2 + z^2 I^2 + w^2 i^2 I^2 + 2xyi + 2xzI + 2xwiI + 2yziI \\ &+ 2ywi^2 + 2zwiI^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= x^2 - y^2 + z^2I - w^2I + 2xyi + 2xzI + 2xwiI + 2yziI + 2ywiI \\
&\quad + 2zwiI \\
&= (x^2 - y^2) + 2xyi + (z^2 - w^2 + 2xz - 2yw) \\
&\quad + (2xw + 2yz + 2zw)iI
\end{aligned}$$

Dengan demikian didapatkan sistem aljabar non-linier dalam empat variabel (x, y, z, w) dan empat persamaan :

$$\begin{cases} x^2 - y^2 = a \\ 2xy = b \\ z^2 - w^2 + 2xz - 2yw = c \\ 2xw + 2yz + 2zw = d \end{cases}$$

Dalam cara yang lebih umum, dapat dihitung indeks n akar bilangan kompleks neutrosophic:

$$(a + bi + ci + diI)^{\frac{1}{n}} = x + yi + zI + wiI,$$

Dimana x, y, z, w adalah variabel himpunan bilangan riil. Jika kedua sisi dipangkatkan n , didapat:

$$\begin{aligned}
a + bi + ci + diI &= (x + yi + zI + wiI)^n \\
&= f_1(x, y) + f_2(x, y)i + f_3(x, y, w, z)I + f_4(x, y, w, z)iI,
\end{aligned}$$

dimana f_1, f_2, f_3, f_4 adalah fungsi riil.

Sehingga diperoleh sistem aljabar non-linier dalam empat variabel (x, y, z, w) dan empat persamaan :

$$\begin{cases} f_1(x, y) = a \\ f_2(x, y) = b \\ f_3(x, y, w, z) = c \\ f_4(x, y, w, z) = d \end{cases}$$

yang perlu dipecahkan.

4. Polinomial Neutrosophic

Suatu polinomial yang koefisien (setidaknya salah satu mengandung I) adalah bilangan neutrosophic disebut Polinomial Neutrosophic. Demikian pula disebut Polinomial Riil Neutrosophic jika koefisiennya adalah bilangan riil neutrosophic, sedangkan Polinomial Kompleks Neutrosophic jika koefisiennya merupakan bilangan kompleks neutrosophic. Sebagai contoh:

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

$$P(x) = x^2 + (2 - I)x - 5 + 3I$$

adalah polinomial riil neutrosophic, sementara

$$Q(x) = 3x^3 + (1 + 6i)x^2 + 5Ix - 4iI$$

adalah polinomial kompleks neutrosophic. Dari polinomial ini dilanjutkan untuk memecahkan Polinomial Riil Neutrosophic atau Polinomial Kompleks Neutrosophic.

Dengan mempertimbangkan persamaan polinomial riil neutrosophic berikut:

$$6x^2 + (10 - I)x + 3I = 0$$

dan menyelesaikannya dengan menggunakan formula kuadrat :

$$\begin{aligned} x &= \frac{-(10 - I) \pm \sqrt{(10 - I)^2 - 4(6)(3I)}}{2(6)} \\ &= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 20I + I^2 - 72I}}{12} \\ &= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 20I + I - 72I}}{12} \\ &= \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 91I}}{12} \end{aligned}$$

Sekarang, perlu dihitung $\sqrt{100 - 91I}$.

Akan ditunjukkan: $\sqrt{100 - 91I} = \alpha + \beta I$, dimana α, β adalah riil. Kuadratkan kedua sisi diperoleh:

$$100 - 91I = \alpha^2 + 2\alpha\beta I + \beta^2 I^2 = \alpha^2 + 2\alpha\beta I + \beta^2 I = \alpha^2 + (2\alpha\beta + \beta^2)I$$

$$\text{sehingga } \begin{cases} \alpha^2 = 100 \\ 2\alpha\beta + \beta^2 = -91 \end{cases}$$

Oleh karena itu $\alpha = \pm\sqrt{100} = \pm 10$.

1) Jika $\alpha = 10$, maka $2(10)\beta + \beta^2 = -91$ atau $\beta^2 + 20\beta + 91 = 0$. Dengan menggunakan rumus kuadrat, diperoleh : $\beta = -7$ dan -13

2) Jika $\alpha = -10$, maka $\beta^2 - 20\beta + 91 = 0$,

Dengan menggunakan rumus kuadrat, didapatkan : $\beta = 7$ dan 13

Dengan demikian, keempat solusi adalah:

$$(\alpha, \beta) = (10, -7), (10, -13), (-10, 13), (-10, 7).$$

Selanjutnya akan ditentukan:

$$x = \frac{-10 + I \pm \sqrt{100 - 91I}}{12}$$

Oleh karena itu, sebelumnya ditemukan bahwa :

$$\sqrt{100 - 91I} = 10 - 7I, \text{ atau } -10 + 7I, \text{ atau } 10 - 13I, \text{ atau } -10 + 13I$$

Karena salah satu memiliki \pm di depan radikal $10 - 7I$ dan $-10 + 7I$ mendapatkan nilai yang sama untuk x . Demikian pula $10 - 13I$ dan $-10 + 13I$ maka dapat ditulis:

$$x_{1,2} = \frac{-10 + I \pm (10 - 7I)}{12}$$

$$x_1 = \frac{-10 + I + 10 - 7I}{12} = \frac{-6I}{12} = -\frac{1}{2}I$$

$$x_2 = \frac{-10 + I - 10 + 7I}{12} = \frac{-20 + 8I}{12} = -\frac{5}{3} + \frac{2}{3}I$$

$$x_{3,4} = \frac{-10 + I \pm (10 - 13I)}{12}$$

$$x_3 = \frac{-10 + I + 10 - 13I}{12} = \frac{-12I}{12} = -I$$

$$x_4 = \frac{-10 + I - 10 + 13I}{12} = \frac{-20 + 14I}{12} = -\frac{10}{6} + \frac{7}{6}I$$

Terdapat empat solusi neutrosophic $\left\{-\frac{1}{2}I, -\frac{5}{3} + \frac{2}{3}I, -I, -\frac{10}{6} + \frac{7}{6}I\right\}$ untuk polinomial riil neutrosophic derajat 2.

Faktorisasi neutrosophic pertama:

$$\begin{aligned} P(x) &= 6x^2 + (10 - I)x + 3I \\ &= 6 \left[x - \left(-\frac{1}{2}I\right) \right] \cdot \left[x - \left(-\frac{5}{3} + \frac{2}{3}I\right) \right] \\ &= 6 \left(x + \frac{1}{2}I \right) \left(x + \frac{5}{3} - \frac{2}{3}I \right) \end{aligned}$$

Faktorisasi neutrosophic kedua:

$$\begin{aligned} P(x) &= 6x^2 + (10 - I)x + 3I \\ &= 6 \left[x - (-I) \right] \cdot \left[x - \left(-\frac{10}{6} + \frac{7}{6}I\right) \right] \\ &= 6(x + I) \left(x + \frac{10}{6} - \frac{7}{6}I \right) \end{aligned}$$

Berbeda dari polinomial dengan koefisien riil atau kompleks, polinomial neutrosophic tidak memiliki faktorisasi tunggal. Jika diperiksa setiap solusi, akan didapatkan:

$$\mathcal{H}(x_1) = P(x_2) = P(x_3) = P(x_4) = 0$$

Dengan melakukan perhitungan :

$$\begin{aligned}
P(x_4) &= P\left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right) \\
&= 6 \cdot \left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right)^2 + (10 - I)\left(\frac{-10}{6} + \frac{7}{6}I\right) + 3I \\
&= 6\left(\frac{100}{36} - \frac{140}{36}I + \frac{49}{36}I^2\right) + \left(\frac{-100}{6}\right) + \frac{70}{6}I + \frac{10I}{6} - \frac{7}{6}I^2 + 3I \\
&= \frac{100}{6} - \frac{140 \cdot I}{6} + \frac{49 \cdot I}{6} - \frac{100}{6} + \frac{70 \cdot I}{6} + \frac{10 \cdot I}{6} - \frac{7 \cdot I}{6} + \frac{18I}{6} \\
&= \frac{-140I + 49I + 70I + 10I - 7I + 18I}{6} \\
&= \frac{0 \cdot I}{6} = \frac{0}{6} = 0
\end{aligned}$$

V. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa operasi pembagian pada bilangan neutrosophic $\frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I}$ terdefinisi jika $a_2 \neq 0$ dan $a_2 \neq -b_2$.

Pembagian oleh $I, -I$ dan secara umum oleh kI , yakni $\frac{kI}{I}$ dan $\frac{a+bI}{kI}$ tidak terdefinisi untuk k riil. Berdasarkan syarat pembagian pada bilangan neutrosophic maka terdapat beberapa konsekuensi penting yakni, $\frac{I}{a+bI} = \frac{1}{a+b} \cdot I$; $\frac{c}{a+bI} = \frac{c}{a} - \frac{bc}{a(a+b)} \cdot I$ dan $\frac{kI}{a+bI} = \frac{k}{a+b} \cdot I$. solusi akar-akar dari suatu polinomial riil neutrosophic berderajat dua dapat memiliki empat solusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, J. W., Churchill, R.V. 2009. *Complex Variables and Applications*. M Graw-Hill Higher Education.
- Munir, Rinaldi. 2005. *Matematika Diskrit, Edisi 3*. Informatika Bandung
- Smarandache, Florentin. 2014. *Introduction to Neutrosophic Statistics*. Sitech & Education Publishing.
- Sukirman. 2013. *Teori Bilangan*. UNY Yogyakarta. Yogyakarta

IDENTIFIKASI STRUKTUR SEMIALJABAR ATAS HEMIRING

Shergio Jordy Camerling¹, Elvinus Richard Persulesy²

¹Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNPATTI

²Staf Jurusan Matematika FMIPA UNPATTI

Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Maluku

E-mail : shergio78@gmail.com

ABSTRAK

Hemiring merupakan suatu himpunan tak kosong yang memenuhi sifat-sifat monoid komutatif terhadap operasi penjumlahan, memenuhi sifat-sifat semigrup terhadap operasi pergandaan dan memenuhi sifat distribusi kiri dan distributif kanan terhadap operasi penjumlahan dan pergandaan. Himpunan hemiring R disebut semialjabar atas hemiring S jika himpunan R bersifat semimodul kiri dan semimodul kanan (bi-semimodul) atas himpunan S yang memenuhi $(ax)b = a(xb)$ untuk setiap $a, b \in S$ dan $x \in R$.

Kata Kunci : *Hemiring, Semialjabar atas hemiring.*

I. PENDAHULUAN

Struktur aljabar merupakan ilmu yang mempelajari tentang himpunan tak kosong, yang mana suatu himpunan dapat dibentuk menjadi struktur-struktur dalam aljabar dengan didefinisikan satu atau lebih operasi biner dan memenuhi aksioma-aksioma yang berlaku. Struktur-struktur yang paling populer dalam aljabar abstrak ialah grup dan ring. Para ilmuwan matematika telah banyak menemukan dan meneliti struktur-struktur baru pada aljabar abstrak selain grup dan ring yang diantaranya struktur-struktur tersebut ternyata adalah struktur yang hanya diperlemah sifat-sifatnya dari struktur-struktur yang telah ada. Salah satu contoh struktur yang diperlemah sifatnya yaitu semigrup, yang mana semigrup merupakan struktur yang diperlemah sifatnya dari grup yang hanya memenuhi sifat tertutup dan asosiatif terhadap operasi biner yang didefinisikan. Suatu himpunan disebut ring jika himpunan tersebut merupakan grup komutatif terhadap operasi penjumlahan, semigrup terhadap operasi pergandaan, serta kedua operasi penjumlahan dan pergandaannya bersifat distributif kiri dan distributif kanan. Dari sifat-sifat ini dapat diperlemah dan menjadi struktur aljabar

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

yaitu semiring yang merupakan semigrup terhadap kedua operasi binernya dan memenuhi distributif kiri dan distributif kanan. Jika suatu semiring berelemen netral dan bersifat komutatif maka akan membentuk hemiring. Dengan kata lain hemiring merupakan ring dengan tidak meninjau adanya elemen invers terhadap operasi penjumlahan. Selanjutnya dari definisi hemiring dapat diperkenalkan struktur aljabar yang disebut sebagai semialjabar atas hemiring. Hemiring R dikatakan semialjabar atas S , dimana S adalah hemiring, jika R adalah semimodul kiri dan kanan atas S .

II. TINJAUAN PUSTAKA

Hemiring bukanlah suatu struktur baru dalam struktur aljabar, *hemiring* telah diperkenalkan mulai tahun 1978 oleh D.M.Olson. Dalam penelitiannya tentang homomorfisma hemiring ia kemudian menemukan struktur hemiring baru yaitu hemiring semisubtraktif dan hemiring hereditarily semisubtraktif. Yang kemudian berakibat dalam teori homomorfisma yang melahirkan klasifikasi homomorfisma hemiring yaitu N -homomorfisma dan homomorfisma maksimal. D.M.Olson memberikan pemahaman mendasar tentang *hemiring* melalui definisi dan bentuk-bentuk *hemiring*.

Bukan hanya itu Sen dan Bandyopadhyay pada tahun 1990 juga turut memperkenalkan tentang hemiring melalui jurnalnya yang berjudul "*Structure Space of a Semialgebra over a Hemiring*".

Berdasarkan penelitian-penelitian itulah peneliti tertarik untuk menulis tentang hemiring karena peneliti ingin meneliti dan menelaah struktur lain dari *hemiring* yang tampak menarik untuk diteliti, dimana peneliti akan meninjau karakteristik dasar semialjabar atas hemiring.

Definisi 1 Monoid

Diberikan suatu himpunan $M \neq \emptyset$. Himpunan M dikatakan Monoid jika M merupakan semigrup terhadap operasi " $+$ " atau " \cdot " yang memenuhi syarat adanya elemen identitas atau elemen satuan.

Himpunan M dikatakan monoid terhadap operasi " $+$ " jika memenuhi sifat :

- i) Tertutup ($\forall a, b \in M$) $a + b \in M$
- ii) Asosiatif ($\forall a, b, c \in M$) $a + (b + c) = (a + b) + c$
- iii) Terdapat elemen identitas ($\exists 0 \in M$) ($\forall a \in M$), $a + 0 = 0 + a = a$

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Himpunan M dikatakan monoid terhadap operasi " \cdot " jika memenuhi sifat :

- i) Tertutup $(\forall a, b \in M) a \cdot b \in M$
- ii) Asosiatif $(\forall a, b, c \in M) a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$
- iii) Terdapat elemen satuan $(\exists 1 \in M)(\forall a \in M), a \cdot 1 = 1 \cdot a = a$

Contoh 1

Diberikan himpunan $\mathbb{Q}^+ \cup \{0\} = \left\{ \frac{a}{b} \mid a, b \in \mathbb{Z}, a \geq 0, b \geq 0, b \neq 0 \right\}$, yaitu himpunan bilangan rasional tak negatif. Pada $\mathbb{Q}^+ \cup \{0\}$ didefinisikan operasi " $+$ " dan " \cdot ". Maka $(\mathbb{Q}^+ \cup \{0\}, +, \cdot)$ merupakan monoid terhadap operasi " $+$ " dan " \cdot ".

Definisi 2 Monoid Komutatif

Diberikan suatu Monoid M terhadap operasi " $+$ ". Himpunan M disebut Monoid Komutatif terhadap operasi " $+$ " jika memenuhi sifat :

$$(\forall a, b \in M) a + b = b + a$$

Diberikan suatu Monoid M terhadap operasi " \cdot ". Himpunan M disebut Monoid Komutatif terhadap operasi " \cdot " jika memenuhi sifat :

$$(\forall a, b \in M) a \cdot b = b \cdot a$$

Contoh 2

Berdasarkan contoh 1, diberikan himpunan $\mathbb{Q}^+ \cup \{0\}$ yang merupakan monoid. Maka dapat ditunjukkan bahwa $\mathbb{Q}^+ \cup \{0\}$ merupakan monoid komutatif terhadap operasi " $+$ " dan monoid komutatif terhadap operasi " \cdot ".

Definisi 3 Ring

Diberikan himpunan $R \neq \emptyset$. Pada himpunan R didefinisikan operasi-operasi " $+$ " dan " \cdot ". Himpunan R disebut Ring terhadap kedua operasi tersebut, jika :

- a) Terhadap operasi " $+$ ", himpunan R merupakan grup abelian :
 - i) Tertutup $(\forall a, b \in R), a + b \in R$
 - ii) Asosiatif $(\forall a, b, c \in R), a + (b + c) = (a + b) + c$
 - iii) Terdapat elemen netral $(\exists 0 \in R)(\forall a \in R), a + 0 = 0 + a = a$
 - iv) Tiap elemen memiliki invers $(\forall a \in R)(\exists -a \in R), a + (-a) = -a + a = 0$
 - v) Komutatif $(\forall a, b \in R), a + b = b + a$
- b) Terhadap operasi " \cdot ", himpunan R merupakan semigrup :
 - i) Tertutup $(\forall a, b \in R), a \cdot b \in R$

- ii) Asosiatif $(\forall a, b, c \in R), a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$
- c) Terhadap operasi "+" dan " \cdot ", himpunan R memenuhi sifat distributif :
- i) Distributif Kiri $(\forall a, b, c \in R), a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$
- ii) Distributif Kanan $(\forall a, b, c \in R), (a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$

Selanjutnya himpunan R yang membentuk ring terhadap operasi penjumlahan dan perkalian yang didefinisikan padanya, dinotasikan dengan $(R, +, \cdot)$.

Contoh 3

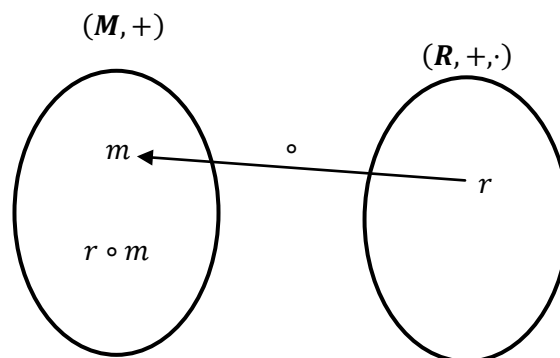
Diberikan himpunan \mathbb{R} , yaitu himpunan bilangan real. Didefinisikan operasi "+" dan " \cdot ". Maka dapat ditunjukkan $(\mathbb{R}, +, \cdot)$ merupakan ring.

Contoh 4

Diberikan himpunan $\mathbb{Z}_6 = \{\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}, \bar{3}, \bar{4}, \bar{5}\}$, yaitu himpunan bilangan bulat modulo 6. Didefinisikan operasi "+" dan " \cdot ". Maka dapat ditunjukkan $(\mathbb{Z}_6, +, \cdot)$ merupakan ring.

Definisi 4 Modul

Diberikan Grup Abelian $(M, +)$ dan Ring $(R, +, \cdot)$ dengan elemen satuan. Kemudian didefinisikan operasi $\circ : R \times M \rightarrow M$ dengan definisi $\circ(r, m) = r \circ m$ untuk setiap $r \in R$ dan $m \in M$.



Himpunan M disebut modul kiri atas Ring R jika memenuhi aksioma-aksioma berikut :

- i) $(r_1 + r_2) \circ m_1 = r_1 \circ m_1 + r_2 \circ m_1$
- ii) $r_1 \circ (m_1 + m_2) = r_1 \circ m_1 + r_1 \circ m_2$
- iii) $(r_1 \cdot r_2) \circ m_1 = r_1 \circ (r_2 \circ m_1)$
- iv) $1 \circ m_1 = m_1$

Untuk setiap $r_1, r_2 \in R$ dan $m_1, m_2 \in M$.

Himpunan M disebut modul kanan atas Ring R jika memenuhi aksioma-aksioma berikut :

- i) $m_1 \circ (r_1 + r_2) = m_1 \circ r_1 + m_1 \circ r_2$
- ii) $(m_1 + m_2) \circ r_1 = m_1 \circ r_1 + m_2 \circ r_1$
- iii) $m_1 \circ (r_1 \cdot r_2) = (m_1 \circ r_1) \circ r_2$
- iv) $m_1 \circ 1 = m_1$

Untuk setiap $r_1, r_2 \in R$ dan $m_1, m_2 \in M$.

Selanjutnya, himpunan M disebut Modul atas Ring R jika M merupakan modul kiri sekaligus modul kanan.

Contoh 5

Diberikan himpunan \mathbb{R}^n yaitu himpunan vektor-vektor berdimensi n atas bilangan real yang merupakan grup abelian terhadap operasi "+" dan diberikan himpunan $M_{n \times n}(\mathbb{R})$, yaitu himpunan matriks-matriks bujur sangkar atas bilangan real yang merupakan ring dengan elemen satuan terhadap operasi "+" dan " \cdot ". Maka dapat ditunjukkan himpunan \mathbb{R}^n merupakan modul kiri atas himpunan $M_{n \times n}(\mathbb{R})$.

Contoh 6

Diberikan himpunan $\mathbb{Z}_3 = \{\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}\}$ yaitu himpunan bilangan bulat modulo 3 yang merupakan grup abelian terhadap operasi "+" dan diberikan himpunan bilangan bulat $\mathbb{Z} = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$ yang merupakan ring dengan elemen satuan terhadap operasi "+" dan " \cdot ". Maka dapat ditunjukkan himpunan \mathbb{Z}_3 merupakan modul atas himpunan \mathbb{Z} .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Semialjabar atas Hemiring

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai struktur semialjabar atas suatu himpunan yang hemiring. Pertama akan diperkenalkan bagaimana struktur dari hemiring. Kemudian suatu himpunan hemiring R dikatakan semialjabar atas suatu hemiring S jika hemiring R bersifat semimodul kiri dan semimodul kanan atas hemiring S yang memenuhi $(ax)b = a(xb)$ untuk setiap $a, b \in S$ dan $x \in R$.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diberikan beberapa definisi yang terkait dengan sub pokok bahasan sebagai berikut :

Definisi 5 Hemiring

Misalkan H adalah sebarang himpunan tak kosong, dan pada H didefinisikan dua operasi yakni penjumlahan $+$ dan pergandaan \cdot . Himpunan H disebut Hemiring (selanjutnya ditulis $(H, +, \cdot)$), jika memenuhi aksioma-aksioma berikut :

- a) $(H, +)$ merupakan monoid komutatif dengan elemen identitas 0.
 - i) Tertutup $(\forall a, b \in H) a + b \in H$
 - ii) Asosiatif $(\forall a, b, c \in H) a + (b + c) = (a + b) + c$
 - iii) Terdapat elemen identitas $(\exists 0 \in H)(\forall a \in H) a + 0 = 0 + a = a$
 - iv) Komutatif $(\forall a, b \in H) a + b = b + a$
- b) (H, \cdot) merupakan semigrup
 - i) Tertutup $(\forall a, b \in H) a \cdot b \in H$
 - ii) Asosiatif $(\forall a, b, c \in H) a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$
- c) Distributif
 - i) Distributif kiri : $(\forall a, b, c \in H) a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$
 - ii) Distributif kanan : $(\forall a, b, c \in H) (a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$
- d) Untuk setiap $a \in H, a \cdot 0 = 0 \cdot a = 0$

Contoh 7

Diberikan himpunan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, yaitu himpunan matriks-matriks bujur sangkar atas \mathbb{Z}_6 , $\mathbb{Z}_6 = \{\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}, \bar{3}, \bar{4}, \bar{5}\}$. Dapat ditunjukkan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan hemiring terhadap operasi penjumlahan dan pergandaan.

Penyelesaian :

- a) Akan ditunjukkan $(M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), +)$ merupakan monoid komutatif.
 - i) Tertutup

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$.

Akan ditunjukkan $A + B \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$

Karena $a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$ maka $a_{ij} + b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$.

Sehingga $A + B \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$
 - ii) Asosiatif

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}], C = [c_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} \in \mathbb{Z}_6$.

Akan ditunjukkan $A + (B + C) = (A + B) + C$

Karena $a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} \in \mathbb{Z}_6$ maka berlaku $A + (B + C) = (A + B) + C$

iii) Terdapat elemen identitas

$$(\exists X = [x_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), x_{ij} = \bar{0})(\forall A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}, a_{ij} \in \mathbb{Z}_6), \\ A + X = X + A = A$$

iv) Komutatif

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$.

Akan ditunjukkan $A + B = B + A$

Karena $a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$ maka $a_{ij} + b_{ij} = b_{ij} + a_{ij}$, sehingga $A + B = B + A$

b) Akan ditunjukkan $(M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), \cdot)$ merupakan semigrup.

i) Tertutup

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$.

Akan ditunjukkan $A \cdot B \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$

Dengan menggunakan aturan perkalian dua matriks, diperoleh $A \cdot B = C = [c_{ij}]$, sedemikian sehingga :

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} b_{kj}, i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Karena $a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$ maka $c_{ij} \in \mathbb{Z}_6$. Sehingga $A \cdot B = C = [c_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$.

ii) Asosiatif

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}], C = [c_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Maka berlaku $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$

c) Akan ditunjukkan $(M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), +, \cdot)$ memenuhi sifat distributif.

i) Distributif kiri

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}], C = [c_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Maka berlaku $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$

ii) Distributif kanan

Ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}], C = [c_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Maka berlaku $(A + B) \cdot C = A \cdot C + B \cdot C$

d) Akan ditunjukkan $(\forall A \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)), A \cdot \bar{0} = \bar{0} \cdot A = \bar{0}$

Ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Maka $A \cdot 0 = 0 \cdot A = 0$, 0 merupakan matriks dengan setiap unsurnya $\bar{0}$.

Berdasarkan a), b) c) dan d) maka terbukti $(M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), +, \cdot)$ merupakan hemiring.

Contoh 8

Diberikan himpunan $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$, yaitu himpunan bilangan bulat genap tak negatif. Dapat ditunjukkan H merupakan hemiring terhadap operasi penjumlahan dan pergandaan.

Penyelesaian :

a) Akan ditunjukkan $(H, +)$ merupakan monoid komutatif.

i) Tertutup

Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$

Akan ditunjukkan $2x + 2y \in H$

$$2x + 2y = 2(x + y) \in H$$

ii) Asosiatif

Ambil sebarang $2x, 2y, 2z \in H$, $x, y, z \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$

Akan ditunjukkan $2x + (2y + 2z) = (2x + 2y) + 2z$

$$\begin{aligned} 2x + (2y + 2z) &= 2x + 2(y + z) = 2(x + (y + z)) = 2((x + y) + z) \\ &= 2(x + y) + 2z = (2x + 2y) + 2z \end{aligned}$$

iii) Terdapat elemen identitas

$(\exists 2 \cdot 0 \in H)(\forall 2x \in H)$, $x \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0$

Berlaku $2x + 2 \cdot 0 = 2(x + 0) = 2x = 2(0 + x) = 2 \cdot 0 + 2x$

iv) Komutatif

Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$

Akan ditunjukkan $2x + 2y = 2y + 2x$

$$2x + 2y = 2(x + y) = 2(y + x) = 2y + 2x$$

b) Akan ditunjukkan (H, \cdot) merupakan semigrup.

i) Tertutup

Ambil sebarang $2x, 2y \in H, x, y \in \mathbb{Z}, x \geq 0, y \geq 0$

Akan ditunjukkan $2x \cdot 2y \in H$

$$2x \cdot 2y = 2(x \cdot 2y) \in H$$

ii) Asosiatif

Ambil sebarang $2x, 2y, 2z \in H, x, y, z \in \mathbb{Z}, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$

$$\text{Maka berlaku } 2x \cdot (2y \cdot 2z) = (2x \cdot 2y) \cdot 2z$$

c) Akan ditunjukkan $(H, +, \cdot)$ memenuhi sifat distributif

i) Distributif Kiri

Ambil sebarang $2x, 2y, 2z \in H, x, y, z \in \mathbb{Z}, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$

$$\text{Maka berlaku } 2x \cdot (2y + 2z) = 2x \cdot 2y + 2x \cdot 2z$$

ii) Distributif Kanan

Ambil sebarang $2x, 2y, 2z \in H, x, y, z \in \mathbb{Z}, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$

$$\text{Maka berlaku } (2x + 2y) \cdot 2z = 2x \cdot 2z + 2y \cdot 2z$$

d) Ambil sebarang $2x \in H, x \in \mathbb{Z}, x \geq 0$

$$2x \cdot (2 \cdot 0) = (2 \cdot 0) \cdot 2x = 0$$

Berdasarkan a), b) c) dan d) maka terbukti $(H, +, \cdot)$ merupakan hemiring.

Definisi 6

Diberikan suatu himpunan hemiring $(H, +, \cdot)$. Hemiring $(H, +, \cdot)$ disebut:

i) Hemiring komutatif jika (H, \cdot) komutatif.

ii) Hemiring dengan elemen satuan jika (H, \cdot) mempunyai elemen satuan, sedemikian sehingga $(\exists 1 \in H)(\forall a \in H) a \cdot 1 = 1 \cdot a = a$

iii) Hemiring kanselatif penjumlahan jika $(\forall a, b, c \in H) a + c = b + c \Rightarrow a = b$

Contoh 9

Berdasarkan contoh 8, diberikan hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$, yaitu himpunan bilangan bulat genap tak negatif. Maka dapat ditunjukkan bahwa (H, \cdot) merupakan hemiring komutatif.

Penyelesaian

Ambil sebarang $2x, 2y \in H, x, y \in \mathbb{Z}, x \geq 0, y \geq 0$

$$\text{Maka berlaku } 2x \cdot 2y = 2y \cdot 2x$$

Sehingga hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$ merupakan hemiring komutatif.

Contoh 10

Berdasarkan contoh 7, diberikan hemiring $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, yaitu himpunan matriks – matriks bujur sangkar atas \mathbb{Z}_6 , $\mathbb{Z}_6 = \{\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}, \bar{3}, \bar{4}, \bar{5}\}$. Maka dapat ditunjukkan bahwa $(M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), \cdot)$ merupakan hemiring dengan elemen satuan.

Penyelesaian

$$\left(\exists E = \begin{bmatrix} \bar{1} & \bar{0} & \cdots & \bar{0} \\ \bar{0} & \bar{1} & \cdots & \bar{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{0} & \bar{0} & \cdots & \bar{1} \end{bmatrix} \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6) \right), \text{ sedemikian sehingga ambil sebarang}$$

$$A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6), \text{ berlaku } A \cdot E = E \cdot A = A$$

Sehingga hemiring $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan hemiring dengan elemen satuan.

Contoh 11

Berdasarkan contoh 8, diberikan hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$, yaitu himpunan bilangan bulat genap tak negatif. Maka dapat ditunjukkan bahwa H merupakan hemiring kancellatif penjumlahan.

Penyelesaian : \square

Ambil sebarang $2x, 2y, 2z \in H$, $x, y, z \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$. Jika berlaku $2x + 2z = 2y + 2z$, maka $2x = 2y$

Definisi 7

Misalkan H adalah suatu himpunan yang hemiring. Diberikan himpunan M monoid komutatif terhadap operasi penjumlahan dengan elemen identitas 0. Himpunan M disebut semimodul kiri atas H jika untuk setiap $a \in H$ dan $x \in M$, maka $ax \in M$ dan memenuhi aksioma-aksioma berikut :

- i) $a(x + y) = ax + ay$
- ii) $(a + b)x = ax + bx$
- iii) $(ab)x = a(bx)$
- iv) $0x = a0 = 0$

Untuk setiap $a, b \in H$ dan $x, y \in M$.

Contoh 12

Diberikan monoid komutatif $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, yaitu himpunan matriks-matriks bujur sangkar atas \mathbb{Z}_6 dengan elemen identitas matriks 0, dan diberikan hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$, yaitu himpunan bilangan bulat genap tak negatif. Dapat ditunjukkan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kiri atas hemiring H .

Penyelesaian :

a) Akan ditunjukkan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kiri atas $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$.

i) Ambil sebarang $2x \in H$, $x \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}]$, $B = [b_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Akan ditunjukkan $2x(A + B) = 2x \cdot A + 2x \cdot B$

$$\begin{aligned} 2x(A + B) &= 2x[a_{ij} + b_{ij}] \\ &= [2x(a_{ij} + b_{ij})] \\ &= [2x \cdot a_{ij} + 2x \cdot b_{ij}] \\ &= [2x \cdot a_{ij}] + [2x \cdot b_{ij}] \\ &= 2x[a_{ij}] + 2x[b_{ij}] \\ &= 2x \cdot A + 2x \cdot B \end{aligned}$$

ii) Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Akan ditunjukkan $(2x + 2y)A = 2x \cdot A + 2y \cdot A$

$$\begin{aligned} (2x + 2y)A &= (2x + 2y)[a_{ij}] \\ &= [(2x + 2y)a_{ij}] \\ &= [2x \cdot a_{ij} + 2y \cdot a_{ij}] \\ &= [2x \cdot a_{ij}] + [2y \cdot a_{ij}] \\ &= 2x \cdot [a_{ij}] + 2y \cdot [a_{ij}] \\ &= 2x \cdot A + 2y \cdot A \end{aligned}$$

iii) Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Akan ditunjukkan $(2x \cdot 2y)A = 2x(2y \cdot A)$

$$\begin{aligned} (2x \cdot 2y)A &= (2x \cdot 2y)[a_{ij}] \\ &= [(2x \cdot 2y)a_{ij}] \\ &= [2x(2y \cdot a_{ij})] \\ &= 2x[2y \cdot a_{ij}] \\ &= 2x(2y[a_{ij}]) \end{aligned}$$

$$= 2x(2y \cdot \square)$$

iv) Ambil sebarang $2x \in H$, $x \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Maka berlaku $0 \cdot A = 2x \cdot 0 = 0$, dimana 0 merupakan matriks bujur sangkar dengan semua unsur elemen matriksnya nol.

Berdasarkan i) sampai iv) maka terbukti bahwa $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kiri atas $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$.

Definisi 8

Misalkan H adalah suatu himpunan yang hemiring. Diberikan himpunan M monoid komutatif terhadap operasi penjumlahan dengan elemen identitas 0. Himpunan M disebut semimodul kanan atas H jika untuk setiap $a \in H$ dan $x \in M$, maka $xa \in M$ dan memenuhi aksioma-aksioma berikut :

i) $(x + y)a = xa + ya$

ii) $x(a + b) = xa + xb$

iii) $x(ab) = (xa)b$

iv) $x0 = 0a = 0$

Untuk setiap $a, b \in H$ dan $x, y \in M$.

Contoh 13

Diberikan monoid komutatif $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, yaitu himpunan matriks-matriks bujur sangkar atas \mathbb{Z}_6 dengan elemen identitas matriks 0, dan diberikan hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$, yaitu himpunan bilangan bulat genap tak negatif. Dapat ditunjukkan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kanan atas hemiring H .

Penyelesaian :

Akan ditunjukkan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kanan atas $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$.

i) Ambil sebarang $2x \in H$, $x \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0$ dan

ambil sebarang $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij}, b_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Akan ditunjukkan $(A + B)2x = A \cdot 2x + B \cdot 2x$

$$\begin{aligned} (A + B)2x &= [a_{ij} + b_{ij}]2x \\ &= [(a_{ij} + b_{ij})2x] \\ &= [a_{ij} \cdot 2x + b_{ij} \cdot 2x] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= [a_{ij} \cdot 2x] + [b_{ij} \cdot 2x] \\
&= [a_{ij}]2x + [b_{ij}]2x \\
&= A \cdot 2x + B \cdot 2x
\end{aligned}$$

ii) Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Akan ditunjukkan $A(2x + 2y) = A \cdot 2x + A \cdot 2y$

$$\begin{aligned}
A(2x + 2y) &= [a_{ij}](2x + 2y) \\
&= [a_{ij}(2x + 2y)] \\
&= [a_{ij} \cdot 2x + a_{ij} \cdot 2y] \\
&= [a_{ij} \cdot 2x] + [a_{ij} \cdot 2y] \\
&= [a_{ij}]2x + [a_{ij}]2y \\
&= A \cdot 2x + A \cdot 2y
\end{aligned}$$

iii) Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Akan ditunjukkan $A(2x \cdot 2y) = (A \cdot 2x)2y$

$$\begin{aligned}
A(2x \cdot 2y) &= [a_{ij}](2x \cdot 2y) \\
&= [a_{ij}(2x \cdot 2y)] \\
&= [(a_{ij} \cdot 2x)2y] \\
&= [a_{ij} \cdot 2x]2y \\
&= ([a_{ij}]2x)2y \\
&= (A \cdot 2x)2y
\end{aligned}$$

iv) Ambil sebarang $2x \in H$, $x \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$

Maka berlaku $0 \cdot A = 2 \cdot 0 = 0$, dimana 0 merupakan matriks bujur sangkar dengan semua unsur elemen matriksnya nol.

Berdasarkan i) sampai iv) maka terbukti bahwa $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kanan atas $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$.

Definisi 9

Misalkan R adalah sebarang hemiring (*tidak harus komutatif dan mempunyai elemen satuan*). Misalkan S juga adalah sebarang hemiring. Himpunan R disebut semialjabar atas S jika R adalah semimodul kiri dan semimodul kanan (*bi-semimodul*) atas S yang memenuhi $(ax)b = a(xb)$ untuk setiap $a, b \in S$ dan $x \in R$.

Contoh 14

Dari contoh 12 dan 13, telah ditunjukkan bahwa himpunan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semimodul kiri dan semimodul kanan atas hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$. Dengan kata lain $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan bi-semimodul atas hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$. Karena $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan hemiring, maka dapat ditunjukkan bahwa himpunan $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semialjabar atas $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$.

Penyelesaian :

Ambil sebarang $2x, 2y \in H$, $x, y \in \mathbb{Z}$, $x \geq 0, y \geq 0$ dan ambil sebarang $A = [a_{ij}] \in M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$, $a_{ij} \in \mathbb{Z}_6$.

Akan ditunjukkan $(2x \cdot A)2y = 2x(A \cdot 2y)$

$$\begin{aligned} (2x \cdot A)2y &= (2x[a_{ij}])2y = [2x \cdot a_{ij}]2y \\ &= [(2x \cdot a_{ij})2y] \\ &= [2x(a_{ij} \cdot 2y)] \\ &= 2x[a_{ij} \cdot 2y] \\ &= 2x([a_{ij}]2y) \\ &= 2x(A \cdot 2y) \end{aligned}$$

Terbukti hemiring $M_{n \times n}(\mathbb{Z}_6)$ merupakan semialjabar atas hemiring $H = \{2x | x \in \mathbb{Z}, x \geq 0\}$.

IV. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hemiring merupakan struktur aljabar yang diperlemah sifat-sifatnya dari struktur ring yakni pada hemiring tidak memandang adanya elemen invers terhadap operasi pergandaan.
2. Himpunan R dikatakan semialjabar atas S jika himpunan R dan S merupakan hemiring dan R merupakan bi-semimodul (semimodul kiri dan semimodul kanan) atas S yang memenuhi $(ax)b = a(xb)$ untuk setiap $a, b \in S$ dan $x \in R$.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharyya, S. K, Chattopadhyay, K. C and Ray, G. G. 2002. *Hemiring- homomorphisms, Stone Chech Compactification and Hewitt Realcompactification*. Southeast Asian Bulletin of Mathematics, No. 26, hal: 363-373.
- Dr.rer.nat. Indah Emilia Wijayanti, M.Si dan Prof. Dr. Sri Wahyuni, M.S. 2013. *Bahan Ajar Pokok Bahasan I Teori Modul*.
- Hikam S. M, Bambang Irawanto, Solichin Zaki. *Kongruensi Pada Semialjabar Atas Hemiring*. Semarang.
- Howie, J. M. 1976. *An Introduction to Semigroup Theory*. Academic Press. London.
- Sen, M. K. And Bandyopadhyay, S. 1993. *Structure Space of a Semialgebra Over a Hemiring*. Kyungpook Mathematical Journal, Vol. 33, No.1, hal: 25-36.

STRUKTUR GRUP DALAM BENTUK GRAF IDENTITAS

Valiant Carol Leihitu¹, Dyana Patty², Henry.W.M Patty³

¹Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura

^{2,3}Staf Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura

E-mail : Valiantcarol14@gmail.com

ABSTRAK

Suatu himpunan G yang merupakan grup terhadap operasi biner " $*$ " dapat disajikan sebagai graf, yaitu setiap elemen pada grup G merupakan titik pada graf dan elemen pada grup G tersebut akan selalu bertetangga dengan elemen identitas di G . Untuk setiap $x, y \in G$, x dan y dikatakan bertetangga atau terhubung dengan suatu sisi, jika $x * y = e$ (e elemen identitas di G). Oleh karena setiap titik merupakan elemen-elemen di G , maka order dari G sama dengan banyaknya titik-titik dalam graf identitas. Diperoleh beberapa bentuk graf identitas dari grup terhadap operasi penjumlahan yaitu : $\mathbb{Z}_2, \mathbb{Z}_3, \mathbb{Z}_4, \mathbb{Z}_6$ dan \mathbb{Z}_{10} , terhadap operasi pergandaan yaitu $\mathbb{Z}_{17} \setminus \{0\}$. Selain itu diperoleh graf identitas dari grup siklik dengan orde 6, 8, 12 dan 14, hasil kali silang antara grup siklik orde 2 dan 8, grup simetri S_3 , grup dihedral $D_{2.6}$ dan $D_{2.7}$.

Kata Kunci : Grup, Graf, Graf Identitas

I. PENDAHULUAN

Grup dan graf adalah dua konsep matematika aljabar. Grup merupakan salah satu struktur aljabar yang dibentuk dari suatu himpunan tak kosong yang dilengkapi suatu operasi biner dan memenuhi empat aksioma yakni, tertutup, asosiatif, terdapat elemen identitas dan setiap elemen mempunyai invers. Selanjutnya, teori graf merupakan salah satu kajian matematika diskrit yang membahas tentang titik dan garis. Dalam tulisan ini akan dibahas struktur grup yang dapat dinyatakan dalam bentuk graf. Graf yang terbentuk disebut graf identitas dan merupakan graf sederhana.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Khana (1993), grup didefinisikan sebagai suatu himpunan tak kosong yang dilengkapi suatu operasi biner " $*$ " dan memenuhi aksioma tertutup, asosiatif, mempunyai elemen netral dan setiap elemen mempunyai inversnya masing-masing. Selain itu, dijelaskan

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

juga definisi dasar dari subgrup, grup siklik, grup permutasi dan grup simetri. Sedangkan grup dihedral dijelaskan sebagai grup $G = \{x^i y^j\}$ yang dilengkapi dengan syarat $x^2 = e = y^n$ dan $xy = y^{-1}x$. Graf sebagai himpunan titik dan sisi (dinotasikan $G = \{V(G), E(G)\}$) merujuk pada buku yang ditulis oleh Robin J. Wilson dan John J. Watkins yang berjudul “*Graphs An Introductory Approach*” yang mendefinisikan graf secara umum sebagai himpunan titik (*vertex*) dan sisi (*edge*), dimana titiknya tidak boleh kosong dan setiap sisi menghubungkan sepasang titik. Misalkan, G merupakan graf maka titik dari graf tersebut notasikan sebagai $V(G)$ dan sisi dari graf dinotasikan sebagai $E(G)$. Selanjutnya dijelaskan mengenai graf dengan syarat tertentu yaitu graf yang tidak memuat sisi ganda dan loop yang dikenal sebagai graf sederhana. Dalam perkembangan Aljabar maupun Matematika Diskrit khususnya grup dan graf, W.B Vasantha Kandasamy dan Florentin Smarandache memperkenalkan konsep *Grup sebagai graf* dalam tulisannya yang berjudul “*Groups As Graphs*” tahun 2009 yang memberikan pemahaman mendasar tentang grup sebagai graf melalui definisi dan contoh. Dengan menggunakan dua sumber utama yaitu grup dan graf, serta literatur yang lain, maka penulis mencoba menyusun penulisan tentang “*Struktur grup dalam bentuk graf identitas*”.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan konsep grup dan graf di atas, berikut ini diberikan definisi dan beberapa contoh dari graf identitas

Definisi [3] Diberikan grup $(G,*)$ dan graf sederhana $G' = (V(G'), E(G'))$. Elemen $x, y \in (G,*)$ dikatakan bertetangga dalam graf G' atau dapat dihubungkan dengan sebuah sisi, jika $x * y = e$ (e , elemen identitas di G). selanjutnya setiap elemen dari grup harus bertetangga dengan elemen identitas, dan graf yang terbentuk disebut graf identitas.

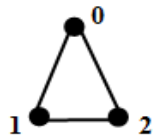
Contoh 1:

Diberikan $\mathbf{Z}_2 = \{0,1\}$ adalah grup dengan operasi biner (+) penjumlahan modulo 2. Maka graf identitas dari \mathbf{Z}_2 adalah sebagai berikut :

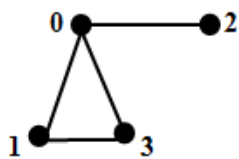


Contoh 2 :

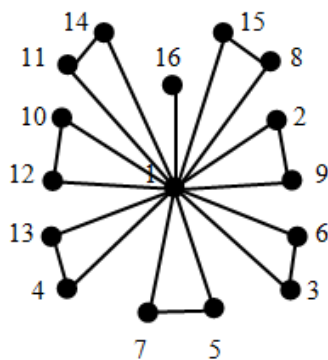
Diberikan $\mathbf{Z}_3 = \{0,1,2\}$ adalah grup dengan operasi biner (+) penjumlahan modulo 3. Maka graf identitas dari \mathbf{Z}_3 adalah sebagai berikut :

**Contoh 3 :**

Diberikan $Z_4 = \{0,1,2\}$ adalah grup dengan operasi biner (+) penjumlahan modulo 3. Maka graf identitas dari Z_4 adalah sebagai berikut :

**Contoh 4 :**

Diberikan $Z_{17} \setminus \{0\} = \{$

**Contoh 5 :**

Diberikan

$$A_4 = \left\{ e = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}, h_1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix} \right.$$

$$\left. , h_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}, h_2 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix} \right.$$

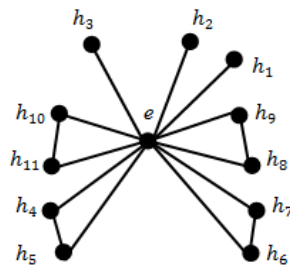
$$\left. , h_4 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}, h_5 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix} \right.$$

$$,h_6 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 2 & 4 & 1 \end{pmatrix}, h_7 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$,h_8 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}, h_9 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

$$,h_{10} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 1 & 4 \end{pmatrix}, h_{11} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}$$

Maka graf identitas dari A_4 adalah sebagai berikut :

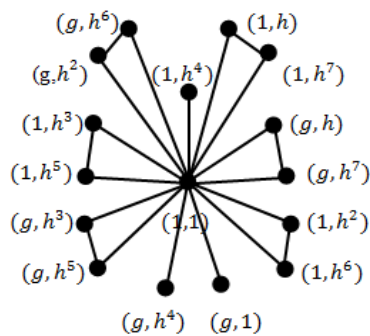


Contoh 6 :

Diberikan

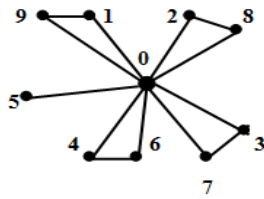
$$\bar{G} = H \times K = \{1, g \mid g^2 = 1\} \times \langle h \mid h^8 = 1 \rangle = \{(1,1), (1,h), (1,h^2), (1,h^3), (1,h^4), (1,h^5), (1,h^6), (1,h^7), (g,h), (g,h^2), (g,h^3), (g,h^4), (g,h^5), (g,h^6), (g,h^7), (g,1), (g,h^7)\}.$$

Maka graf identitas yang terbentuk yaitu :



Contoh 7 :

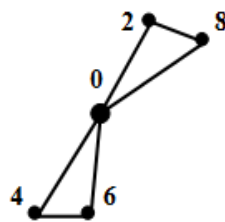
Diberikan $Z_{10} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ adalah grup dari Z dengan operasi biner (+) penjumlahan.



Maka graf identitas dari Z_{10} yaitu

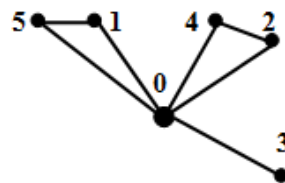
Contoh 8 :

Diberikan $Z_{10} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ adalah grup dan $H \subseteq Z_{10}$ dengan $H = \{0,2,4,6,8\}$ dengan operasi biner (+) penjumlahan. Maka graf identitas dari H yaitu :



Contoh 9 :

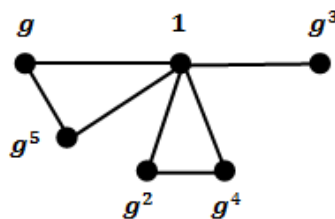
Diberikan $(Z_6,+)$ adalah grup siklik yang dibangun oleh $\langle 1 \rangle$ dan $\langle 5 \rangle$, dengan $Z_6 = \{0,1,2,3,4,5\}$, dimana $Z_6 \subseteq Z$, maka graf identitasnya adalah sebagai berikut :



Contoh 10 :

Diberikan $G = \{g \mid g^6 = 1\}$ adalah grup siklik terhadap pergandaan dengan $|G| = 6$

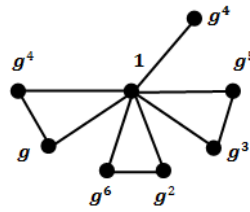
Maka graf identitasnya yaitu :



Contoh 11 :

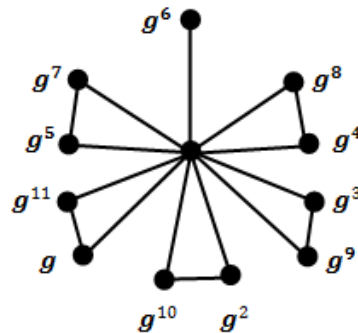
Diberikan $G = \{g \mid g^8 = 1\}$ adalah grup siklik terhadap pergandaan dengan $|G| = 8$

Maka graf identitasnya yaitu :

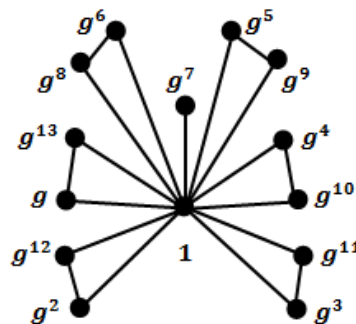
**Contoh 12 :**

Diberikan $G = \{g \mid g^{12} = 1\}$ adalah grup siklik terhadap pergandaan dengan $|G| = 12$

Maka graf identitasnya yaitu :

**Contoh 13 :**

Diberikan $G = \{g \mid g^{14} = 1\}$ adalah grup siklik terhadap pergandaan dengan $|G| = 14$. Maka graf identitasnya yaitu :

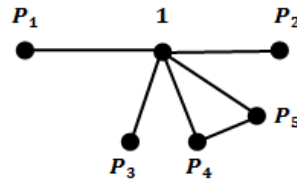
**Contoh 14 :**

Diberikan

$$s_3 = \left\{ e = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}, P_1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix} \right.$$

$$P_2 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}, P_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \left. \right\}$$

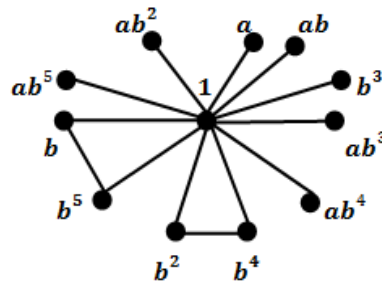
$P_4 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}, P_5 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$, adalah grup simetri. Maka graf identitas dari S_3 adalah sebagai berikut :



Contoh 15 :

Diberikan

$D_{2,6} = \{a, b \mid a^2 = b^6 = 1, bab = a\} = \{1, a, b, ab, ab^2, ab^3, ab^4, ab^5, b^2, b^3, b^4, b^5\}$. maka graf identitas dari $D_{2,6}$ adalah sebagai berikut :

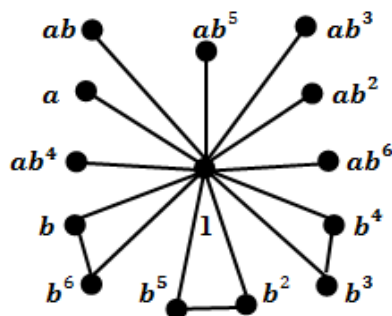


Contoh 16 :

Diberikan

$D_{2,7} = \{a, b \mid a^2 = b^7 = 1, bab = a\} = \{1, a, b, ab, ab^2, ab^3, ab^4, ab^5, ab^6, b^2, b^3, b^4, b^5, b^6\}$.

maka graf identitas dari $D_{2,7}$ adalah sebagai berikut :



IV. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, dapat disimpulkan bahwa struktur grup dan graf memiliki hubungan yang sangat erat, dimana suatu grup selalu dapat digambarkan sebagai graf identitas, dengan graf yang terbentuk merupakan graf sederhana. Diperoleh beberapa bentuk graf identitas dari grup terhadap operasi penjumlahan yaitu : $\mathbb{Z}_2, \mathbb{Z}_3, \mathbb{Z}_4, \mathbb{Z}_6$ dan \mathbb{Z}_{10} , terhadap operasi pergandaan yaitu $\mathbb{Z}_{17} \setminus \{0\}$. Selain itu diperoleh graf identitas dari grup siklik dengan orde 6, 8, 12 dan 14, *cross product* grup siklik orde 2 dan 8, grup simetri S_3 , grup dihedral $D_{2.6}$ dan $D_{2.7}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Robin J. Wilson, John J. Watkins, *On Graphs An Introductory Approach*
- [2] Vijay K. Khanna, S. K. Bhambri, *On A Course In Abstract Algebra (1993)*
- [3] W.B Vasantha Kandasamy, Florentin Smarandache, *On Groups As Graphs, (2009)*

STRUKTUR KHUSUS NEAR RING POLINOMIAL

Vivin Aprilia Manjaruni¹, Henry W. M. Patty²

¹ Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNPATTI

² Jurusan Matematika FMIPA UNPATTI

Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Maluku

ABSTRAK

Near ring memiliki struktur khusus dengan sifat yang khusus dalam perkembangannya seperti polinomial pada *near ring*. Struktur aljabar tersebut memiliki sifat-sifat yang berbeda dengan struktur aljabar yang telah dikenal pada umumnya. Pada *near ring*, polinomial didefinisikan operasi penjumlahan yaitu untuk $p(x), q(x) \in N(x)$; $p(x) + q(x) = (p_0 + q_0) + (p_1 + q_1)x + \dots + p_n x^n (q_m x^m)$ jika $n > m$ (jika $m > n$) dan pada operasi pergandaan $p(x) \cdot q(x) = p(x)$. Diperoleh *near ring* polinomial memiliki definisi pergandaan yang berbeda dengan ring polynomial dan mengakibatkan $\deg[f(x) \cdot g(x)] = \deg f(x)$.

Kata kunci: *Near Ring, Near Ring Polinomial.*

I. PENDAHULUAN

Struktur aljabar adalah salah satu cabang ilmu aljabar abstrak yang mempelajari tentang himpunan, yang mana suatu himpunan yang tak kosong dapat dibentuk menjadi struktur-struktur dalam aljabar jika memenuhi aksioma-aksioma terhadap operasi tertentu. Struktur-struktur yang paling populer dalam aljabar ialah grup dan ring namun seiring dengan perkembangan zaman mulai dilakukan penelitian-penelitian yang dilatar belakangi oleh dasar pemikiran terdapat tak hingga banyaknya himpunan dalam aljabar sehingga tidak menutup kemungkinan munculnya struktur-struktur lain seperti semigrup, semiring, lapangan dan struktur-struktur lainnya.

Namun bagaimana, jika aksioma-aksioma yang memenuhi ring diperlemah (digeneralisasi) misalnya aksioma komutatif dan distributif kiri diabaikan maka muncul struktur baru yang disebut *near ring*. Setelah diteliti berdasarkan sumber-sumber pustaka yang ada, polinomial pada *near ring* memiliki struktur yang berbeda dengan ring. Atas dasar pemikiran itulah penulis tertarik untuk meneliti struktur khusus tersebut yang akan penulis kaji lebih dalam pada penulisan ini. Sehingga dalam penulisan ini hanya akan dibahas mengenai struktur *near ring* polinomial saja yang termuat dalam definisi, contoh dan beberapa sifat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Near ring bukanlah suatu struktur baru dalam struktur aljabar, *near ring* telah diperkenalkan mulai tahun 1936 oleh para matematikawan yang melakukan penelitian tentang *stamm* atau *near ring* di tahun tersebut. Dalam bukunya yang berjudul "*Near-Rings*", Gunter Pilz (1983) memberikan pemahaman mendasar tentang *near-ring* melalui definisi dan contoh berdasarkan penelitian-penelitian *near ring* pada tahun-tahun sebelumnya. Ia juga membandingkan sifat-sifat yang ada dalam ring untuk disesuaikan dalam konsep *near-ring* dan menghasilkan sifat-sifat yang baru.

Selanjutnya dalam perkembangannya, W.B.Vasantha Kandasamy (2002) dalam tulisannya yang berjudul "*Smarandache near-rings*" menyempurnakan tulisan Gunter Pilz (1983) dan menguraikan beberapa definisi dan contoh polinomial pada *near ring* yang berbeda dengan definisi dan contoh polinomial pada *ring*. Berdasarkan sumber-sumber tersebut dan didukung beberapa literature lainnya, peneliti mencoba mengidentifikasi struktur khusus Polinomial pada *near-ring*.

Definisi 1 [2]

Diberikan himpunan $G \neq \emptyset$. Pada himpunan G didefinisikan operasi biner " $*$ ". Himpunan G disebut grup terhadap operasi biner " $*$ ", jika memenuhi sifat:

- Tertutup ($\forall g_1, g_2 \in G$) $g_1 * g_2 \in G$
- Asosiatif ($\forall g_1, g_2, g_3 \in G$) $(g_1 * g_2) * g_3 = g_1 * (g_2 * g_3)$
- Ada elemen netral ($\exists e \in G$) ($\forall g \in G$) $e * g = g * e = g$
- Setiap elemen memiliki invers ($\forall g \in G$) ($\exists g^{-1} \in G$) $g * g^{-1} = g^{-1} * g = e$

Himpunan G yang membentuk grup terhadap operasi " $*$ " yang didefinisikan padanya, dinotasikan dengan $(G, *)$.

Definisi 2 [2]

Diberikan $(G, *)$ adalah grup. Himpunan G disebut grup abelian jika memenuhi sifat komutatif, yaitu:

$$(\forall g_1, g_2 \in G) g_1 * g_2 = g_2 * g_1$$

Definisi 3 [1]

Himpunan $\emptyset \neq S \subseteq G$ merupakan semigrup terhadap operasi biner " \cdot " jika memenuhi sifat:

- Tertutup ($\forall s_1, s_2 \in S$) $s_1 \cdot s_2 \in S$
- Asosiatif ($\forall s_1, s_2, s_3 \in S$) $(s_1 \cdot s_2) \cdot s_3 = s_1 \cdot (s_2 \cdot s_3)$

Himpunan S yang membentuk semigrup terhadap operasi " \cdot " yang didefinisikan padanya dinotasikan dengan (S, \cdot) .

Definisi 4 [1]

Diberikan himpunan $R \neq \emptyset$. Pada R didefinisikan operasi-operasi biner " $+$ " dan " \cdot ".

Himpunan R disebut ring terhadap kedua operasi biner tersebut, jika:

- I. Terhadap operasi " $+$ ", $(R, +)$ adalah grup abelian
- II. Terhadap operasi " \cdot ", (R, \cdot) adalah Semigrup jika memenuhi sifat;
 - i. Tertutup $(\forall a, b \in R) a \cdot b \in R$
 - ii. Asosiatif $(\forall a, b, c \in S) (a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$

III. i). Distributif Kiri

$$(\forall a, b, c \in R) a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$$

ii). Distributif Kanan

$$(\forall a, b, c \in R) (a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$$

Himpunan R yang membentuk ring terhadap operasi penjumlahan dan pergandaan yang didefinisikan padanya dinotasikan dengan $(R, +, \cdot)$.

Definisi 5 [4]

Diberikan himpunan $N \neq \emptyset$. Pada N didefinisikan operasi-operasi biner " $+$ " dan " \cdot ".

Himpunan N disebut *near-ring* terhadap kedua operasi biner tersebut, jika memenuhi:

- i) $(N, +)$ adalah grup
- ii) (N, \cdot) adalah semigrup
- iii) Distributif Kanan $(\forall a, b, c \in R) (a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$

Himpunan N yang membentuk *near-ring* terhadap operasi penjumlahan dan pergandaan yang didefinisikan padanya dinotasikan dengan $(N, +, \cdot)$.

Contoh 1

Diberikan $(G, +)$ grup. Pada himpunan G didefinisikan operasi " \cdot " sebagai berikut

$$(\forall a, b \in G) a \cdot b = a$$

Dapat ditunjukkan bahwa $(G, +, \cdot)$ merupakan *near-ring*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Near Ring Polinomial

Definisi 6 [3]

Diberikan himpunan N yang tidak kosong $(N, +, \cdot)$ merupakan suatu *near ring*, jika memenuhi:

1. $(N, +)$ adalah grup, dengan 0 adalah elemen netral terhadap $+$
2. Untuk setiap $m, n \in N$ didefinisikan $m \cdot n = m$, maka (N, \cdot) disebut semigrup
3. $1 \in N$ sedemikian sehingga $1 \cdot x = x$ untuk setiap $x \in N$
4. $(a + b)c = ac + bc$ hanya memenuhi sifat distributif kanan di N untuk setiap $a, b, c \in N$

Dari sifat-sifat diatas terbukti himpunan N merupakan suatu *near ring*. Suatu *near ring* dengan sifat-sifat tersebut disebut *near ring khusus*.

Definisi 7 [3]

Diberikan himpunan N yang tidak kosong, $(N, +, \cdot)$ merupakan suatu *near ring khusus* dan x suatu *indeterminated* dengan $N(x)$ disebut *near ring polinomial* dimana

$$N(x) = \{ \sum_{i=0}^{\alpha} n_i x^i \mid n_i \in N \} \text{ jika memenuhi:}$$

- i.) $(N(x), +)$ merupakan grup, dengan $0 = 0 + 0x + \dots + 0x^n + \dots$ dimana 0 ditetapkan sebagai 0 polinomial. Dengan definisi operasi penjumlahan sebagai berikut:

$$p(x) + q(x) = (p_0 + q_0) + (p_1 + q_1)x + \dots + p_n x^n (q_m x^m), \text{ jika } n > m \text{ (jika } m > n)$$
- ii.) $(N(x), \cdot)$ merupakan semigrup. Dengan definisi operasi pergandaan sebagai berikut:

$$(\forall p(x), q(x) \in N(x)) p(x) \cdot q(x) = p(x)$$

- iii.) Distributif Kanan

$$(\forall p(x), q(x) \in N(x)) (p(x) + q(x))r(x) = p(x)r(x) + q(x)r(x)$$

Himpunan $N(x)$ yang membentuk *near ring* polinomial terhadap operasi penjumlahan dan pergandaan yang didefinisikan padanya dinotasikan $(N(x), +, \cdot)$.

Definisi 8 [3]

Suatu himpunan $N(x)$ *near ring* polinomial dikatakan sama jika:

$$(\forall p(x), q(x) \in N(x)) p(x) = p_0 + p_1 x + \dots + p_n x^n, q(x) = q_0 + q_1 x + \dots + q_m x^m$$

Jika dan hanya jika $p_i = q_i$ dan $m = n$ untuk setiap i .

Contoh 2

Diberikan $Z_3[x]$ *near ring* polinomial dengan derajat tertinggi lebih dari sama dengan 2 dengan

$$Z_3[x] = \left\{ \begin{array}{l} 0, 1, 2, x, 2x, x+2, x+1, 2x+1, 2x+2, x^2, 2x^2, x^2+2, x^2+1, \\ x^2+x, x+2x^2, x+x^2+1, x+2x^2+1, 2x+x^2+1, 2+x+x^2, \\ 2x+2x^2+2, 2x+2+x^2, 2x^2+2x+1, x+2x^2+2, 2+2x^2, \\ 2x^2+2x, 2x^2+1, 2x+x^2 \end{array} \right\}$$

didefinisikan operasi penjumlahan dan pergandaan dengan aturan sebagai berikut :

i. $p(x) + q(x) =$

$$(p_0 + q_0) + (p_1 + q_1)x + \dots + p_n x^n (q_m x^m), \text{ jika } n > m \text{ (jika } m > n)$$

ii. $p(x) \cdot q(x) = p(x)$

Dapat ditunjukkan $(Z_3[x], +, \cdot)$ merupakan *near ring* polinomial dengan 27 elemen didalamnya.

Penyelesaian :

Akan ditunjukkan $(Z_3[x], +, \cdot)$ adalah *near ring* polinomial.

I. $(Z_3[x], +)$ Grup .

Ambil sebarang $f(x), g(x), h(x) \in Z_3[x]$

Akan ditunjukkan:

1. $f(x) + g(x) \in Z_3[x]$ (Tertutup)
2. $f(x) + (g(x) + h(x)) = (f(x) + g(x)) + h(x)$ (Asosiatif)
3. $f(x) + e(x) = f(x); e(x) \in Z_3[x]$ (Terdapat elemen netral)
4. $f(x) + s(x) = e(x); s(x) \in Z_3[x]$ (Terdapat invers)

Diperoleh:

Berdasarkan definisi operasi penjumlahan maka diperoleh hasilnya seperti pada tabel 1 berikut;

+	0	1	2	x	2x	...
0	0	1	2	x	2x	...
1	1	2	0	x +	2x +	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(tabel lengkap pada lampiran)

Berdasarkan tabel 1 maka terbukti $(Z_3[x], +)$ adalah grup dengan elemen netralnya 0.

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

II. $(Z_3[x], \cdot)$ Semigrup.

Ambil sebarang $f(x), g(x), h(x) \in Z_3[x]$

Akan ditunjukkan:

1. $f(x) \cdot g(x) \in Z_3[x]$ (Tertutup)
2. $f(x) \cdot (g(x) \cdot h(x)) = (f(x) \cdot g(x)) \cdot h(x)$ (Asosiatif)

Diperoleh:

Berdasarkan definisi operasi pergandaan maka diperoleh hasilnya seperti pada tabel 2 berikut;

(.)		$g(x)$					
$(f(x) \cdot g(x))$		0	1	2	x	2x	...
$f(x)$	0	0	0	0	0	0	...
	1	1	1	1	1	1	...
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\ddots

(tabel lengkap pada lampiran)

Berdasarkan tabel 2 maka terbukti $(Z_3[x], \cdot)$ adalah semigrup.

III. Distributif kanan

Ambil sebarang $f(x), g(x), h(x) \in Z_3[x]$

Akan ditunjukkan

$$(f(x) + g(x)) \cdot h(x) = (f(x) \cdot h(x)) + (g(x) \cdot h(x))$$

Diperoleh :

Karena telah terbukti $Z_3[x]$ tertutup terhadap penjumlahan dan pergandaan sehingga untuk elemen berapa pun di $f(x) + g(x)$ hasilnya tertutup terhadap penjumlahan di $Z_3[x]$ dan berdasarkan pendefinisian operasi pergandaan pada definisi maka $(f(x) + g(x)) \cdot h(x) = f(x) + g(x)$ dan dapat ditulis sebagai $(f(x) \cdot h(x)) + (g(x) \cdot h(x)) = f(x) + g(x)$.

Sehingga terbukti $(f(x) + g(x)) \cdot h(x) = (f(x) \cdot h(x)) + (g(x) \cdot h(x))$

berlaku sifat distributif kanan pada $Z_3[x]$.

Berdasarkan I, II dan III terbukti $(Z_3[x], +, \cdot)$ adalah *near ring* polinomial. ■

Definisi 8 [3]

Diberikan himpunan N yang tidak kosong $N(x)$ merupakan *near ring* polinomial. Untuk $0 \neq f(x) = a_0 + a_1x + \dots + a_mx^m$ dimana $a_m \neq 0$. Pada N didefinisikan *degree* (derajat) $f(x)$ adalah m , dimana $\deg f(x)$ adalah index pangkat tertinggi koefisien yang tak nol di $f(x)$,

$$\deg[f(x) \cdot g(x)] = \deg f(x)$$

Hal inilah yang membuat perbedaan antara *ring* polinomial dan *near ring* polinomial.

Contoh 4

Berdasarkan contoh 2 diperoleh $\deg[f(x) \cdot g(x)] = \deg f(x)$ untuk setiap $f(x), g(x) \in Z_3[x]$.

Penyelesaian:

Berdasarkan table 1 pada contoh 2 maka jelas $\deg[f(x) \cdot g(x)] = \deg f(x)$.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penulisan pada bab sebelumnya adapun kesimpulan yang dapat penulis ambil ialah:

1. Sifat operasi pergandaan pada *near ring khusus* dan *near ring* polinomial mengakibatkan suatu *near ring* polinomial sudah pasti merupakan suatu *near ring*, tetapi tidak semua *near ring* merupakan *near ring* polinomial
2. Dipandang dari sifat operasi pergandaannya *near ring* polinomial tidak sama dengan ring polinomial, atau dapat dikatakan *near ring* polinomial dan ring polinomial adalah barang yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adkins, W. A., S. H. Weintraub. 1999. *Algebra*, Springer : USA
- [2] Dummit, D. S., R. M. Foote. 1999. *Abstract Algebra*, Second Edition, John William. Inc, N. Y. p.
- [3] Kandasamy, W. B. Vasantha. 2002. *Smarandache Near-rings*, American Research Press, Rehoboth, USA.
- [4] Pilz, Gunter. 1977. *Near-rings*, North Holland Pub. Co
- [5] Robinson, D. J. S. 2003. *An Introduction to Abstract Algebra*, Walter de Gruyter :New York.

STRUKTUR HIMPUNAN LEMBUT

Muhamad Arifin Sangadji

ABSTRAK

Himpunan lembut merupakan struktur himpunan baru dari himpunan klasik dalam matematika yang berkaitan dengan konsep ketidakpastian, *fuzzy* serta beberapa objek yang tidak terdefinisikan dengan jelas. Berbeda dengan himpunan klasik, struktur himpunan lembut diperkenalkan dalam bentuk pasangan (F, A) atas U dengan U adalah semesta pembicaraan dan F merupakan pemetaan dari A ke semua sub himpunan dari U .

Kata Kunci : *Himpunan, Fuzzy, Fungsi, Himpunan Lembut.*

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Masalah yang sulit dalam bidang ekonomi, teknik, dan lingkungan, tidak dapat diselesaikan secara optimal dengan menggunakan metode klasik karena terdapat berbagai macam ketidakpastian yang muncul dalam masalah-masalah tersebut. Terdapat tiga teori yang secara umum sering digunakan untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian tersebut yaitu teori probabilitas, teori himpunan fuzzy, dan interval matematika. Namun semua teori ini memiliki kesulitannya masing-masing.

Dalam perkembangannya, teori peluang hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan stokastik. Tanpa melangkah lebih jauh kedalam detail matematika, sebagai contoh untuk fenomena stabilitas stokastik haruslah terdapat batasan dari rata-rata sampel μ_n dalam percobaan jangka panjang. Dengan x_i sama dengan 1 jika fenomena terjadi dalam percobaan dan x_i sama dengan 0 jika fenomena tidak terjadi. Untuk menguji keberadaan dari batasan tersebut haruslah menggunakan percobaan dalam skala besar. Hal ini dapat dilakukan dalam ilmu teknik, namun tidak dapat digunakan dalam ilmu ekonomi, lingkungan dan masalah sosial.

Teori interval matematik dikenal sebagai suatu metode yang digunakan untuk menghitung kesalahan dalam perhitungan dimana teori ini dibangun oleh perkiraan interval untuk menentukan solusi eksak dari suatu persoalan matematika. Teori interval

ini bermanfaat dalam banyak kasus namun tidak cocok digunakan untuk menyelesaikan persoalan ketidakpastian yang berbeda.

Selain itu, untuk berurusan dengan ketidakpastian teori yang tepat digunakan adalah teori himpunan fuzzy dengan definisinya yaitu untuk setiap $A \subset X$, didefinisikan indikator fungsi μ_A .

$$\mu_A = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \in A \\ 0, & \text{jika } x \notin A \end{cases}$$

ini berkorespondensi antara himpunannya dengan indikator fungsi dimana koresponden yang terjadi adalah korespondensi satu-satu.

Himpunan fuzzy F menggambarkan keanggotaan dari μ_F . Untuk setiap titik $x \in X$, fungsi ini menghubungkan bilangan riil $\mu_F(x)$ pada interval $[0,1]$. Bilangan $\mu_F(x)$ ditafsirkan menjadi titik yakni derajat pada x untuk himpunan fuzzy F .

Sekilas pandang mengenai operasi untuk himpunan fuzzy. Misalkan F dan G himpunan fuzzy, dan μ_F, μ_G anggota fungsinya. Maka, komplemen CF yang didefinisikan oleh fungsi keanggotaannya

$$\mu_{CF}(x) = 1 - \mu_F(x)$$

Irisan $F \cap G$ dapat didefinisikan oleh fungsi keanggotaan berikut

$$\mu_{F \cap G}(x) = \min\{\mu_F(x), \mu_G(x)\},$$

$$\mu_{F \cap G}(x) = \mu_F(x), \mu_G(x),$$

$$\mu_{F \cap G}(x) = \max\{0, \mu_F(x) + \mu_G(x) - 1\}$$

Terdapat tiga kemungkinan fungsi keanggotaan untuk gabungan $F \cup G$ yakni

$$\mu_{F \cup G}(x) = \max\{\mu_F(x), \mu_G(x)\},$$

$$\mu_{F \cup G}(x) = \mu_F(x) + \mu_G(x) - \mu_F(x) \cdot \mu_G(x),$$

$$\mu_{F \cap G}(x) = \min\{1, \mu_F(x), \mu_G(x)\}$$

Pada masa kini, teori himpunan fuzzy berkembang dengan sangat cepat. Tetapi, terdapat kesulitan : bagaimana mengatur fungsi keanggotaan dalam berbagai kasus yang sangat nyata?.

Alasan kesulitannya adalah kemungkinan kekurangan cakupan dari teori-teori tersebut. Akibatnya, diperkenalkan konsep himpunan lembut sebagai alat matematika

untuk berurusan dengan ketidakpastian yang bebas dari kesulitan yang disebutkan diatas.

Teori himpunan lembut sangat berpotensi untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana bentuk himpunan lembut dan sifat-sifatnya.

3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Memperkenalkan bentuk himpunan lembut dan sifat-sifatnya.

4. Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan ini adalah untuk memperkenalkan konsep teori himpunan lembut dan sifat-sifat dari himpunan lembut yang diharapkan mampu memperkaya teori ilmu matematika khususnya dalam bidang aljabar.

II. LANDASAN TEORI

A. Konsep Dasar Himpunan

Definisi 2.1 (Seymour Lipschutz, 1989)

Himpunan merupakan koleksi objek-objek yang terdefinisi dengan jelas. Objek-objek ini disebut elemen-elemen atau anggota-anggota dari himpunan. Himpunan selalu dinyatakan dengan huruf-huruf besar seperti A, B, X, Y dan lain-lain.

Contoh 2.1

Himpunan A dimana setiap elemennya adalah bilangan genap, dinotasikan dengan,

$$A = \{ x \mid x \text{ bilangan genap} \}$$

Definisi 2.2 (Seymour Lipschutz, 1989)

Suatu himpunan disebut sebagai himpunan kosong jika himpunan tersebut tidak memuat elemen-elemen atau dengan kata lain himpunan tersebut tidak memiliki elemen. Himpunan kosong dinotasikan dengan \emptyset .

Contoh 2.2

*Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika*

Misalkan $B = \{x \mid x^2 = 4, x \text{ adalah ganjil}\}$. Maka B adalah himpunan kosong

Definisi 2.3 (Seymour Lipschutz, 1989)

Suatu himpunan A disebut subset atau subhimpunan dari himpunan B jika untuk setiap elemen di A juga merupakan elemen di B , atau lebih khususnya A subhimpunan B artinya jika $x \in A$ maka $x \in B$. Subhimpunan dinotasikan dengan

$$A \subseteq B$$

Contoh 2.3

Himpunan $C = \{1, 3, 5\}$ adalah subhimpunan dari $D = \{1, 3, 5\}$ karena setiap elemen di C yakni 1, 3, 5 juga merupakan elemen di D .

Definisi 2.4 (Seymour Lipschutz, 1989)

Karena setiap himpunan A adalah subhimpunan dari dirinya sendiri, maka suatu himpunan B disebut subhimpunan sejati dari A jika B adalah subhimpunan A dan B tidak sama dengan A . Secara lebih singkat B adalah subhimpunan sejati dari A jika

$$B \subset A \text{ dan } B \neq A$$

Contoh 2.4

Himpunan $C = \{1, 3\}$ adalah subhimpunan sejati dari $D = \{1, 3, 5\}$ atau ditulis $\{1, 3\} \subset \{1, 3, 5\}$.

Definisi 2.5 (Seymour Lipschutz, 1989)

Dalam setiap pemakaian teori himpunan, semua himpunan yang ditinjau adalah subhimpunan dari sebuah himpunan tertentu. Himpunan ini disebut himpunan semesta atau semesta dari uraian (universe of discourse) dan dinyatakan sebagai U .

Contoh 2.5

Himpunan bilangan kompleks, himpunan bilangan riil dan himpunan bilangan bulat.

Definisi 2.6 (Seymour Lipschutz, 1989)

Keluarga dari semua subhimpunan sebuah himpunan S dikatakan himpunan kuasa dari S . Himpunan kuasa dari S dinyatakan dengan

$$2^S$$

Yang menyatakan banyaknya subhimpunan dari himpunan S .

Contoh 2.6

Misalkan $M = \{4, 7, 8\}$. Maka

$$2^M = \{M, \{4, 7\}, \{4, 8\}, \{7, 8\}, \{4\}, \{7\}, \{8\}, \emptyset\}$$

B. Konsep Fungsi

Definisi 2.7 (D. S Malik, John N. Mordeson, M. K. Sen, 2007)

Diberikan himpunan A dan himpunan B yang tak kosong. Sebuah relasi biner f dari A ke B disebut fungsi dari A ke B jika

- i) $\mathcal{D}(f) = A$ dan
- ii) Untuk setiap $(x, y), (x', y') \in f$, $x = x'$ akibatnya $y = y'$.

Saat ii) terpenuhi oleh relasi f , f dikatakan **well defined**.

Fungsi dari A ke B dinotasikan dengan :

$$f: A \rightarrow B$$

Dibaca fungsi f memetakan A ke B .

Contoh 2.7

Diberikan $f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}^\#$ dan $g: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}^\#$ yang didefinisikan oleh

$$f = \{(n, n^2) | n \in \mathbb{Z}\} \text{ dan } g = \{(n, |n|^2) | n \in \mathbb{Z}\}$$

untuk sebarang $n \in \mathbb{Z}$,

$$f(n) = n^2 = |n|^2 = g(n)$$

Akibatnya, $f(n) = g(n)$.

Definisi 2.8 (D. S Malik, John N. Mordeson, M. K. Sen, 2007)

Diberikan fungsi f dari A ke B maka

- i) f dikatakan **sat-satu** jika untuk setiap $x, x' \in A$, $f(x) = f(x')$ maka $x = x'$
- ii) f dikatakan **onto** atau **pada** B jika $\chi(f) = B$ atau dengan kata lain $\chi(f) = B$ jika dan hanya jika untuk setiap $y \in B$, terdapat $x \in A$ sedemikian sehingga $f(x) = y$.

Contoh 2.8

Diberikan $f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$ yang didefinisikan oleh

$$f(n) = 2n, \forall n \in \mathbb{Z}$$

Ambil sebarang $n, n' \in \mathbb{Z}$ dan andaikan bahwa $f(n) = f(n')$ maka $2n = 2n'$ sedemikian sehingga $n = n'$. Akibatnya, f satu-satu. Karena untuk setiap $n \in \mathbb{Z}$, $f(n)$ bilangan bulat genap, dapat dilihat bahwa bayangan bilangan bulat ganjil tidak ada sedemikian sehingga f bukan fungsi *pada*. Bagaimanapun, ingat bahwa f *onto* \mathbb{E} .

Definisi 2.9 (D. S Malik, John N. Mordeson, M. K. Sen, 2007)

Suatu fungsi f dikatakan berkorespondensi satu-satu atau bijektif jika f merupakan fungsi injektif sekaligus fungsi surjektif.

Contoh 2.9

Misalkan himpunan A tak kosong. Fungsi identitas $i_A: A \rightarrow A$ didefinisikan oleh

$$i_A(x) = x, \forall x \in A$$

Merupakan fungsi *satu-satu* sekaligus fungsi *pada* sedemikian sehingga i_A merupakan fungsi *bijektif*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Himpunan Lembut

Diberikan semesta awal U , himpunan parameter E , $P(U)$ yang merupakan himpunan kuasa dari U dan $A \subset E$.

Definisi 3.1 (D. Molodtsov, 1999)

Suatu pasangan (F, A) disebut himpunan lembut atas U , dimana F adalah pemetaan yang diberikan oleh

$$F: A \rightarrow P(U)$$

Dengan kata lain, suatu himpunan lembut atas U adalah keluarga parameter dari subset-subset dari himpunan semesta U . Untuk $e \in A$, $F(e)$ mungkin dipertimbangkan sebagai himpunan dari e -elemen pada himpunan lembut (F, A) atau sebagai himpunan e -elemen aproksimasi dari himpunan lembut.

Contoh 3.1

Andaikan U himpunan rumah yang dipertimbangkan. E himpunan parameter dan setiap parameter merupakan kata atau kalimat. Misalkan

$$E = \left\{ \begin{array}{l} \textit{expensive, beautiful, wooden, cheap, in the green} \\ \textit{surroundings, modern, in good repair, in bad repair} \end{array} \right\}$$

Anggap himpunan lembut (F, A) menggambarkan daya tarik yang digunakan oleh Mr.

Arif dalam membeli rumah. Andaikan terdapat enam rumah dalam semesta

$U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6\}$ yang berada dalam pertimbangan dan

$A = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ merupakan himpunan parameter dengan

$e_1 \in$ parameter '*expensive*',

$e_2 \in$ parameter '***beautiful***',

$e_3 \in$ parameter '*wooden*',

$e_4 \in$ parameter '*cheap*',

$e_5 \in$ parameter '*in the green surroundings*',

Diberikan pemetaan

$$F : A \rightarrow P(U)$$

dan andaikan bahwa

$$F(e_1) = \{h_2, h_4\}$$

$$F(e_2) = \{h_1, h_3\}$$

$$F(e_3) = \{h_3, h_4, h_5\}$$

$$F(e_4) = \{h_1, h_3, h_5\}$$

$$F(e_5) = \{h_1\}$$

Himpunan (F, A) merupakan keluarga aproksimasi $\{F(e_i), i=1, 2, 3, 4, 5\}$ dari subset-subset pada himpunan U yang memberikan deskripsi aproksimasi objek. Sedemikian sehingga diperoleh (F, A) sebagai koleksi dari aproksimasi berikut :

$$(F, A) = \left\{ \begin{array}{l} \textit{expensive houses} = \{h_2, h_4\}, \textit{beautiful houses} = \{h_1, h_3\}, \\ \textit{wooden houses} = \{h_3, h_4, h_5\}, \textit{cheap houses} = \{h_1, h_3, h_5\}, \\ \textit{in the green surroundings} = \{h_1\} \end{array} \right\}$$

Definisi 3.2 (Muhammad Shabir, Mumtaz Ali, Munazza Naz, dan Florentin Smarandanche, 2013)

Untuk dua himpunan lembut (F, A) dan (H, B) atas U . (F, A) disebut sub himpunan lembut dari (H, B) jika

- 1) $A \subseteq B$ dan
- 2) $F(e) \subseteq H(e)$, untuk setiap $e \in A$

Dinotasikan dengan $(F, A) \subset (H, B)$. Dengan cara yang sama (F, A) disebut supersets lembut dari (H, B) jika (H, B) merupakan sub himpunan lembut dari (F, A) yang dinotasikan dengan $(F, A) \supset (H, B)$.

Contoh 3.2

Diberikan $A = \{e_1, e_3, e_5\} \subset U$ dan $B = \{e_1, e_2, e_3, e_5\} \subset U$ buktikan bahwa $(F, A) \subset (H, B)$.

Bukti

Karena $A = \{e_1, e_3, e_5\} \subset U$ dan $B = \{e_1, e_2, e_3, e_5\} \subset U$ dimana setiap elemen pada himpunan A merupakan elemen pada himpunan B sedemikian sehingga $A \subseteq B$. (i)

Selanjutnya misalkan (F, A) dan (G, B) himpunan lembut atas semesta U yang sama yakni $U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6\}$ sedemikian sehingga

$$G(e_1) = \{h_2, h_4\}, \quad G(e_2) = \{h_1, h_3\}, \quad G(e_3) = \{h_3, h_4, h_5\}, \quad G(e_5) = \{h_1\} \quad \text{dan}$$

$$F(e_1) = \{h_2, h_4\}, \quad F(e_3) = \{h_3, h_4, h_5\}, \quad F(e_5) = \{h_1\}. \quad \text{(ii)}$$

Berdasarkan (i) dan (ii) terbukti bahwa $(F, A) \subset (H, B)$.

Definisi 3.3 (Muhammad Shabir, Mumtaz Ali, Munazza Naz, dan Florentin Smarandanche, 2013)

Dua himpunan lembut (F, A) dan (H, B) atas U dikatakan sama lembut jika (F, A) adalah sub himpunan lembut dari (H, B) dan (H, B) merupakan sub himpunan lembut dari (F, A) .

Contoh 3.3

Diberikan $A = \{e_1, e_3, e_5\} \subset U$ dan $B = \{e_1, e_3, e_5\} \subset U$ buktikan bahwa $(F, A) = (H, B)$.

Bukti

Karena $A = \{e_1, e_3, e_5\} \subset U$ dan $B = \{e_1, e_3, e_5\} \subset U$ dimana setiap elemen pada himpunan A merupakan elemen pada himpunan B sedemikian sehingga $A \subseteq B$. (i)

Selanjutnya misalkan (F, A) dan (G, B) himpunan lembut atas semesta U yang sama yakni $U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6\}$ sedemikian sehingga

$$\begin{aligned} G(e_1) &= \{h_2, h_4\}, & G(e_3) &= \{h_3, h_4, h_5\}, & G(e_5) &= \{h_1\} & \text{dan} & & F(e_1) &= \{h_2, h_4\}, \\ F(e_3) &= \{h_3, h_4, h_5\}, & F(e_5) &= \{h_1\}. & & & & & & \end{aligned} \quad \text{(ii)}$$

Berdasarkan (i) dan (ii) terbukti bahwa $(F, A) = (H, B)$.

Definisi 3.4 (Muhammad Shabir, Mumtaz Ali, Munazza Naz, dan Florentin Smarandanche, 2013)

Irisan dari dua himpunan lembut (F, A) dan (G, B) atas semesta umum U adalah himpunan lembut (H, C) , dimana $C = A \cup B$ dan untuk setiap $e \in C$, $H(e)$ didefinisikan sebagai

$$H(e) = \begin{cases} F(e) & \text{Jika } e \in A - B \\ G(e) & \text{Jika } e \in B - A \\ F(e) \cap G(e) & \text{Jika } e \in A \cap B \end{cases}$$

Ditulis $(F, A) \cap_e (G, B) = (H, C)$.

Contoh 3.4

Diberikan $U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9, h_{10}\}$,

$A = \{\text{very costly}; \text{cost } Cy; \text{cheap}\}$ dan

$B = \{\text{beautiful}; \text{in the green surroundings}; \text{cheap}\}$

Tentukan (H, C) yang merupakan irisan dari (F, A) dan (G, B)

Bukti :

Diketahui $U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9, h_{10}\}$,

$A = \{\text{very costly}; \text{costly}; \text{cheap}\}$ dan

$B = \{\text{beautiful}; \text{in the green surroundings}; \text{cheap}\}$

Diberikan pemetaan

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

$$F : A \rightarrow P(U)$$

$$G : B \rightarrow P(U)$$

dan andaikan bahwa

$$F(\text{very costly}) = \{h_2, h_4, h_7, h_8\}$$

$$F(\text{costly}) = \{h_1, h_3, h_5\}$$

$$F(\text{cheap}) = \{h_6, h_9, h_{10}\}$$

$$G(\text{beautiful}) = \{h_2, h_3, h_7\}$$

$$G(\text{in the green surroundings}) = \{h_5, h_6, h_8\}$$

$$G(\text{Cheap}) = \{h_6, h_9, h_{10}\}$$

$$\text{Diperoleh } C = A \cap B = \{\text{cheap}\}$$

$$\text{Sedemikian sehingga } H(\text{cheap}) = \{h_6, h_9, h_{10}\}.$$

$$\text{Jadi, } (F, A) \cap_{\varepsilon} (G, B) = (H, C).$$

Definisi 3.5 (Muhammad Shabir, Mumtaz Ali, Munazza Naz, dan Florentin Smarandanche, 2013)

Gabungan dua himpunan lembut (F, A) dan (G, B) atas semesta umum U adalah himpunan lembut (I, C) , dimana $C = A \cup B$ dan untuk setiap $e \in C$, $I(e)$ didefinisikan sebagai

$$I(e) = \begin{cases} F(e) & \text{Jika } e \in A - B \\ G(e) & \text{Jika } e \in B - A \\ F(e) \cup G(e) & \text{Jika } e \in A \cap B \end{cases}$$

$$\text{Ditulis } (F, A) \cup_{\varepsilon} (G, B) = (I, C).$$

Contoh 3.5

$$\text{Diberikan } U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9, h_{10}\},$$

$$A = \{\text{very costly; costly; cheap}\} \text{ dan}$$

$$B = \{\text{beautiful; in the green surroundings; cheap}\}$$

Tentukan (H, C) yang merupakan irisan dari (F, A) dan (G, B)

Bukti :

$$\text{Diketahui } U = \{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9, h_{10}\},$$

$$A = \{\text{very costly; costly; cheap}\} \text{ dan}$$

$$B = \{\text{beautiful; in the green surroundings; cheap}\}$$

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Diberikan pemetaan

$$F : A \rightarrow P(U)$$

$$G : B \rightarrow P(U)$$

dan andaikan bahwa

$$F(\text{very costly}) = \{h_2, h_4, h_7, h_8\}$$

$$F(\text{costly}) = \{h_1, h_3, h_5\}$$

$$F(\text{cheap}) = \{h_6, h_9, h_{10}\}$$

$$G(\text{beautiful}) = \{h_2, h_3, h_7\}$$

$$G(\text{in the green surroundings}) = \{h_5, h_6, h_8\}$$

$$G(\text{cheap}) = \{h_6, h_9, h_{10}\}$$

Diperoleh

$$C = A \cup B$$

$$= \{\text{very costly}; \text{costly}; \text{cheap}; \text{beautiful}; \text{in the green surroundings}\}$$

Sedemikian sehingga $I(\text{very costly}) = \{h_2, h_4, h_7, h_8\}$, $I(\text{costly}) = \{h_1, h_3, h_5\}$,

$$I(\text{cheap}) = \{h_6, h_9, h_{10}\},$$

$$I(\text{beautiful}) = \{h_2, h_3, h_7\},$$

$$I(\text{in the green surroundings}) = \{h_5, h_6, h_8\}.$$

$$\text{Jadi, } (F, A) \cup_{\varepsilon} (G, B) = (I, C).$$

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan uraian pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Suatu pasangan (F, A) disebut himpunan lembut atas U , dimana F adalah pemetaan yang memetakan A ke himpunan kuasa dari U yakni $P(U)$.
2. Himpunan lembut memiliki beberapa sifat yakni subhimpunan lembut, kesamaan dua himpunan lembut, gabungan dua himpunan lembut serta irisan dua himpunan lembut.

B. Saran

Perlu dilakukan pembahasan lebih lanjut mengenai himpunan lembut serta sifat-sifatnya yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang himpunan lembut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Seymour Lipschutz. 1989. *Seri Buku Schaum Teori dan Soal-soal : Teori Himpunan*. Jakarta : Erlangga.
- [2] Malik D. S, Mordeson John N., Sen M. K., 2007. *Introduction to Abstract Algebra*. USA : Scientific Word.
- [3] D. Moldotsov. 1999. *Computer and Mathematics with Applications : Soft Set Theory First Result, hal. 19-31*. Rusia : Elsevier Science Ltd.
- [4] Shabir Muhammad, Ali Mumtaz, Naz Munazza, and Smarandanche Florentin. 2013. *Neutrosophic Sets and Systems : Soft Neutrosophic Group, , Vol. 1, Hal. 13-25*. USA : NSS.

**Penerapan Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining (SFE)*
Dalam Membelajarkan Materi Fungsi Komposisi dan Fungsi Invers
Pada Siswa SMA Kelas X**

Novalin C Huwaa & Magy Gaspersz
Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP Unpatti Ambon
Email: huwaanova@gmail.com
magygsz@yahoo.com

Abstrak

Matematika merupakan ilmu dasar yang perlu dipahami oleh setiap orang, sehingga merupakan mata pelajaran wajib pada setiap jenjang pendidikan. Namun kenyataannya hasil belajar matematika di sekolah masih tidak memuaskan, termasuk hasil belajar fungsi komposisi dan fungsi invers. Salah satu penyebab rendahnya hasil belajar siswa adalah model pembelajaran yang digunakan belum dapat memotivasi siswa untuk belajar sehingga siswa menjadi pasif dalam proses pembelajaran dan berdampak pada hasil belajar yang tidak memuaskan. Untuk itu perlu adanya perubahan pada proses pembelajaran yang melibatkan siswa yaitu siswa aktif. Model pembelajaran *Student facilitator and Explaining (SFE)* merupakan salah satu tipe dari pembelajaran kooperatif. Dengan penerapan Model Pembelajaran *Student facilitator and Explaining* dalam membelajarkan materi fungsi komposisi dan fungsi invers, siswa menjadi aktif dan diperbiasakan untuk dapat menjelaskan materi yang dipelajari kepada teman sekelompok yang belum mengerti sehingga materi tersebut akan tersimpan lama dalam pikiran siswa dan hasil belajarnya akan menjadi lebih baik.

Kata kunci: Model Pembelajaran *Student facilitator and Explaining*, Fungsi komposisi dan fungsi invers

I. Pendahuluan

Mutu pendidikan sangat erat kaitannya dalam proses pelaksanaan pembelajaran yang dipengaruhi beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi: kurikulum, tenaga kependidikan, proses pembelajaran, sarana dan prasarana, manajemen sekolah dan lingkungan. Hal ini sejalan dengan definisi pendidikan menurut UU SISDIKNAS No. 20 tahun 2003 yaitu Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan,

pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya dan masyarakat.

Proses pembelajaran yang terjadi di dalam kelas pada dasarnya merupakan rangkaian kegiatan yang dilaksanakan oleh guru sebagai pendidik dan siswa sebagai anak didik dalam kegiatan pengajaran dengan menggunakan sarana dan fasilitas pendidikan yang ada untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam kurikulum. Secara khusus, pembelajaran matematika pada dasarnya berkaitan dengan guru, siswa dan materi matematika. Pembelajaran matematika bertujuan untuk mempersiapkan siswa agar dapat mempelajari matematika sebagai pola pikir dalam kehidupan sehari-hari dan matematika sebagai ilmu. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak perubahan pada pembelajaran matematika untuk meningkatkan hasil belajar matematika. Perubahan itu berupa pembelajaran matematika yang disajikan dengan menggunakan berbagai macam model, metode, strategi ataupun pendekatan pembelajaran yang inovatif dan kreatif serta disesuaikan dengan karakteristik siswa dan materi ajar. Hal tersebut dimaksudkan agar pembelajaran matematika di kelas akan lebih menarik, lebih bermakna bagi siswa dan yang terpenting adalah konsep akan tertanam lebih lama serta dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari sehingga tujuan pembelajaran matematika dapat tercapai. Kebanyakan guru masih menggunakan cara lama ketika mengajar matematika yaitu pembelajaran yang bersifat monoton. Hal tersebut mengakibatkan pandangan matematika dikalangan siswa masih banyak yang keliru, siswa memandang matematika adalah pelajaran yang sulit dari segi materi dan cara penyajian oleh guru di dalam kelas kurang menarik sehingga terkesan pelajaran yang membosankan. Hal ini berdampak pada hasil belajar matematika yang tidak memuaskan dan salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa dalam pembelajaran matematika adalah fungsi komposisi dan fungsi invers. Kesulitan yang dialami siswa dalam mempelajari materi ini menyebabkan sering terjadi kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal. Dengan demikian perlu perubahan dalam cara penyajian materi dengan menggunakan model yang sesuai dan dapat mengaktifkan siswa dalam proses pembelajaran sehingga hasil belajar yang diperoleh siswa menjadi lebih baik. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining (SFE)*.

Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining (SFE)* merupakan salah satu model pembelajaran inovatif. Dalam model ini siswa/peserta didik belajar mempresentasikan ide/pendapat pada rekan peserta didik lainnya. Model pembelajaran ini efektif untuk melatih siswa berbicara untuk menyampaikan ide/gagasan atau pendapatnya sendiri (Santoso, 2011: 20). Dengan proses pembelajaran seperti ini siswa dapat meningkatkan keaktifan, minat, motivasi dan kreativitas siswa dalam berfikir sehingga proses belajar akan lebih menarik dan menyenangkan. Model pembelajaran *student facilitator and explaining* lebih cenderung kepada kemampuan individual siswa. Siswa lebih dituntut untuk dapat menunjukkan kemampuan intelektualnya dalam menjelaskan kepada siswa lain tentang materi yang sedang dipelajari. Hal ini dimaksud agar siswa lebih memahami materi yang diajarkan.

Bertolak dari permasalahan di atas maka penulisan makalah ini untuk menerapkan Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* dalam Membelajarkan Materi Fungsi Komposisi dan Fungsi Invers pada Siswa SMA Kelas X.

II. PEMBAHASAN

A. Pengertian Pembelajaran Matematika

Matematika adalah mata pelajaran yang diajarkan dari Sekolah Dasar (SD) sampai dengan Perguruan Tinggi. Matematika merupakan suatu ilmu yang penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia karena itu, untuk menguasai dan memanfaatkan teknologi masa depan diperlukan penguasaan matematika yang kuat sejak dini.

Istilah matematika berasal dari kata Yunani "*mathein*" atau "*manthenein*" yang artinya "mempelajari". Kata tersebut erat hubungannya dengan kata Sanskerta "*medha*" atau "*widya*" yang artinya "kepandaian", "ketahuan", atau "intelegnsi". Dari bahasa belanda "*wiskunde*" yang berarti ilmu pasti (Masykur dan Fathani, 2007:42). Matematika lebih menekankan kegiatan dalam dunia rasio/ penalaran bukan menekankan dari hasil eksperimen atau hasil observasi. Matematika terbentuk karena pikiran-pikiran manusia yang berhubungan dengan idea, proses dan penalaran.

Sujono (Abdul, 2009: 19) mengemukakan tentang beberapa pengertian matematika, di antaranya, matematika diartikan sebagai cabang ilmu pengetahuan yang

eksak dan terorganisasi secara sistematis. Selain itu, matematika merupakan ilmu pengetahuan tentang penalaran logik dan masalah yang berhubungan dengan bilangan. Belajar matematika pada hakikatnya adalah belajar konsep, strukturnya dan mencari hubungan antar konsep dan strukturnya.

Menurut Muhsetyo (2008:26) Pembelajaran matematika adalah proses pemberian pengalaman belajar kepada siswa melalui serangkaian kegiatan yang terencana sehingga siswa memperoleh kompetensi tentang bahan matematika yang dipelajari. Salah satu hakekat matematika adalah sifatnya abstrak, untuk itu seorang guru harus dapat menanamkan konsep matematika dengan baik agar siswa dapat membangun daya nalarnya secara logis, sistematis, konsisten, kritis, dan disiplin.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika adalah proses pemberian pengalaman belajar melalui serangkaian kegiatan oleh guru yang bertujuan untuk mengadakan perubahan tingkah laku siswa terhadap matematika sehingga siswa dapat menggunakan daya nalar secara logis, sistematis, konsisten dan kritis.

B. Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* (SFE)

Model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* merupakan salah satu tipe pembelajaran kooperatif yang menekankan pada struktur khusus yang dirancang untuk mempengaruhi pola interaksi siswa dan memiliki tujuan untuk meningkatkan penguasaan materi. Di dalam kelas kooperatif siswa belajar bersama dalam kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 4-5 orang siswa yang sederajat tetapi berbeda kemampuan, jenis kelamin, suku/ras, dan satu sama lain saling membantu. Tujuan dibentuknya kelompok tersebut adalah untuk memberikan kesempatan kepada semua siswa untuk dapat terlibat secara aktif dalam proses berpikir dan kegiatan belajar mengajar (Trianto, 2007:41).

Menurut Suprijono (2009:71), Model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* (SFE) merupakan model pembelajaran dimana siswa mempresentasikan ide/pendapat pada siswa lainnya. Model pembelajaran ini efektif untuk melatih siswa berbicara menyampaikan ide/gagasan atau pendapatnya sendiri. Model ini merupakan model yang mudah, guna memperoleh keaktifan kelas secara keseluruhan dan tanggungjawab secara individu. Model *Student Facilitator and Explaining* memberikan

kesempatan kepada setiap siswa untuk bertindak sebagai seorang pengajar/penjelas materi dan seorang yang memfasilitasi proses pembelajaran terhadap siswa lain. Dengan model ini, siswa yang selama ini tidak mau terlibat akan ikut serta dalam pembelajaran secara aktif. Kegiatan yang terjadi pada model ini memberikan kebebasan siswa baik untuk mengemukakan ide/gagasan mereka maupun menanggapi pendapat siswa lainnya, sehingga menuntut adanya komunikasi antar siswa agar proses pembelajaran optimal. Selain itu, tanggung jawab terhadap ide atau pendapat yang mereka sampaikan sangat diperlukan.

Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* menjadikan siswa sebagai fasilitator dan diajak berpikir secara kreatif sehingga menghasilkan pertukaran informasi yang lebih mendalam dan lebih menarik serta menimbulkan rasa percaya diri pada siswa. Peran siswa sebagai fasilitator dan penjelas dalam model ini yaitu merencanakan bagaimana cara mereka mengajari materi yang sedang dipelajari kepada satu sama lain dan menyampaikannya secara lisan melalui bagan/peta konsep atau yang lainnya kepada anggota kelompok yang lain. Selain itu menggambarkan bagaimana cara menyelesaikan tugas yang diberikan, memberikan umpan balik yang spesifik mengenai pekerjaan siswa lain dan menyelesaikan tugas dengan meminta siswa lain untuk mendemonstrasikan cara menyelesaikan tugas tersebut (Jhonson, 2010:117)

Peran guru adalah sebagai *manager* yaitu guru memonitor disiplin kelas dan hubungan interpersonal serta ketepatan penggunaan waktu dalam menyelesaikan tugas. Selain itu sebagai mediator, guru memandu berjalannya proses pembelajaran (Isjoni, 2009:63). Dengan kata lain, guru memberikan pengarahan kepada kelompok dengan menyatakan tujuan dari tugas atau materi yang diberikan, mendorong dan memastikan siswa untuk berpartisipasi. Membuat siswa mendapat giliran adalah salah satu cara untuk memformalkan partisipasi seluruh anggota kelompok. Selain itu, memberikan kesempatan untuk menyampaikan umpan balik positif kepada semua anggota.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* adalah salah satu pembelajaran aktif dengan siswa belajar mempresentasikan ide/pendapat/gagasan tentang materi pelajaran pada siswa lainnya.

Menurut Suprijono (2009: 128), terdapat enam langkah dalam pelaksanaan model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining*, yaitu sebagai berikut:

1. Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai.

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

2. Guru mendemonstrasikan atau menyajikan garis-garis besar materi pembelajaran.
3. Memberikan siswa kesempatan untuk menjelaskan kepada siswa lainnya misalnya melalui bagan/peta konsep ataupun lainnya.
4. Guru menyimpulkan ide/pendapat dari siswa.
5. Guru menerangkan/ merangkum semua materi yang disajikan saat itu.
6. Penutup.

C. Penerapan Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining*

Berdasarkan pendapat Suprijono (2009:128), maka langkah-langkah penerapan model pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1
Penerapan Model Pembelajaran *Student Facilitator and Explaining* dalam

Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
Menyampaikan kompetensi yang akan dicapai	Mendengar penjelasan guru
Membentuk siswa dalam beberapa kelompok dengan masing-masing kelompok beranggota 4-5 orang	Membentuk kelompok sesuai perintah guru
Mendemonstrasikan/menyajikan garis-garis besar materi pembelajaran melalui bahan Ajar dan LKS	Menyimak dan mempelajari Bahan Ajar dan LKS
Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjelaskan kembali materi pembelajaran kepada siswa lainnya.	Sebagai fasilitator dan penjelas: Dalam kelompoknya, siswa merencanakan bagaimana cara mereka mengajari materi yang sedang dipelajari kepada siswa lain dan menyampaikannya secara lisan kepada siswa lain.
Sebagai manager, guru memonitor disiplin kelas dan hubungan interpersonal serta memonitor ketepatan penggunaan waktu dalam menyelesaikan tugas	
Sebagai mediator, guru memandu berjalannya proses pembelajaran.	
Memberikan kesempatan kepada siswa lain untuk bertanya atau melengkapi penjelasan yang kurang.	Menanyakan materi yang belum dimengerti atau menambahkan penjelasan yang kurang.
Menyimpulkan Pendapat-pendapat siswa	Menyimak penjelasan guru
Memperjelas/merangkum semua materi yang diberikan	Memperhatikan penjelasan guru
Evaluasi	
Penutup	

Contoh Rencana Pelaksanaan Pembelajaran berdasarkan langkah-langkah SFE dalam membelajarkan materi fungsi komposisi dan fungsi invers sebagai berikut.

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016
Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran
(RPP-01)

Satuan Pendidikan : SMA.....

Mata Pelajaran : Matematika

Kelas / Semester : XI / Genap

Alokasi Waktu : 4 x 45 menit (2 x pertemuan)

Standar Kompetensi

Menentukan komposisi dua fungsi dan invers suatu fungsi.

Kompetensi Dasar

Menentukan komposisi fungsi dari dua fungsi.

Indikator

Menentukan fungsi komposisi dari beberapa fungsi.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran siswa diharapkan dapat menentukan:

Fungsi komposisi dari beberapa fungsi.

Materi Pembelajaran

Fungsi Komposisi

Model atau Metode Pembelajaran

Model pembelajaran : Kooperatif tipe SFE

Metode pembelajaran : Diskusi dan Tanya Jawab.

Langkah-langkah Kegiatan

Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Waktu (menit)
Pendahuluan Apersepsi, mengingatkan kembali materi fungsi yang telah dipelajari di kelas VIII.	Mengingat kembali materi fungsi yang telah dipelajari di kelas VIII.	} ±8
Menginformasikan model pembelajaran yang akan digunakan yaitu model pembelajaran kooperatif tipe	Mendengarkan penjelasan guru	

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

<p><i>Student Facilitator and Explaining(SFE)</i></p> <p>Memotivasi peserta didik dengan memberi penjelasan tentang pentingnya mempelajari materi fungsi komposisi dan fungsi invers. Khususnya indikator yang dipelajari pada pertemuan ini.</p>	<p>Mendengarkan penjelasan guru</p>	
<p>Kegiatan Inti</p> <p>Membagi BA 01 dan LKS 01 kepada siswa.</p> <p>Memberi petunjuk bagi siswa untuk mempelajari materi lewat bahan ajar.</p> <p>Membagi siswa dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 orang secara heterogen berdasarkan hasil tes harian.</p> <p>Memberikan kesempatan bagi siswa bekerja dalam kelompok.</p> <p>Guru berkeliling sambil mengawasi kelompok.</p> <p>Mempersilahkan ketua kelompok/perwakilan dari kelompok untuk mempresentasikan hasil kerja kelompok di depan kelas. Tiap kelompok 1 soal.</p> <p>Meminta tanggapan dari kelompok lain atas jawaban yang dipresentasikan.</p> <p>Memberikan skor/penghargaan berupa pujian bagi kelompok yang hasil kerjanya berhasil.</p>	<p>Menerima BA 01 dan LKS 01.</p> <p>Mendengarkan penjelasan guru (belajar secara individu)</p> <p>Siswa duduk dalam kelompok</p> <p>Siswa berdiskusi dalam kelompok. siswa yang pandai membantu teman sekelompoknya yang lemah agar dapat memahami materi pelajaran.</p> <p>Masing-masing perwakilan kelompok maju dan mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas.</p> <p>Siswa memberi tanggapan.</p> <p>Siswa mengekspresikan keberhasilannya dengan bertepuk tangan.</p>	<p>±15</p> <p>±12</p> <p>±20</p> <p>±20</p> <p>±13</p>
<p>Penutup</p> <p>Memperjelas/merangkum semua materi yang dipelajari</p> <p>Menginformasikan tentang materi pada pertemuan berikutnya.</p>	<p>Memperhatikan guru</p> <p>Memperhatikan guru.</p>	<p>±10</p>

Berikut ini diberikan contoh bahan ajar dan LKS:

Bahan Ajar dan LKS 01

Pertemuan Pertama

Model Pembelajaran SFE

Fungsi Komposisi

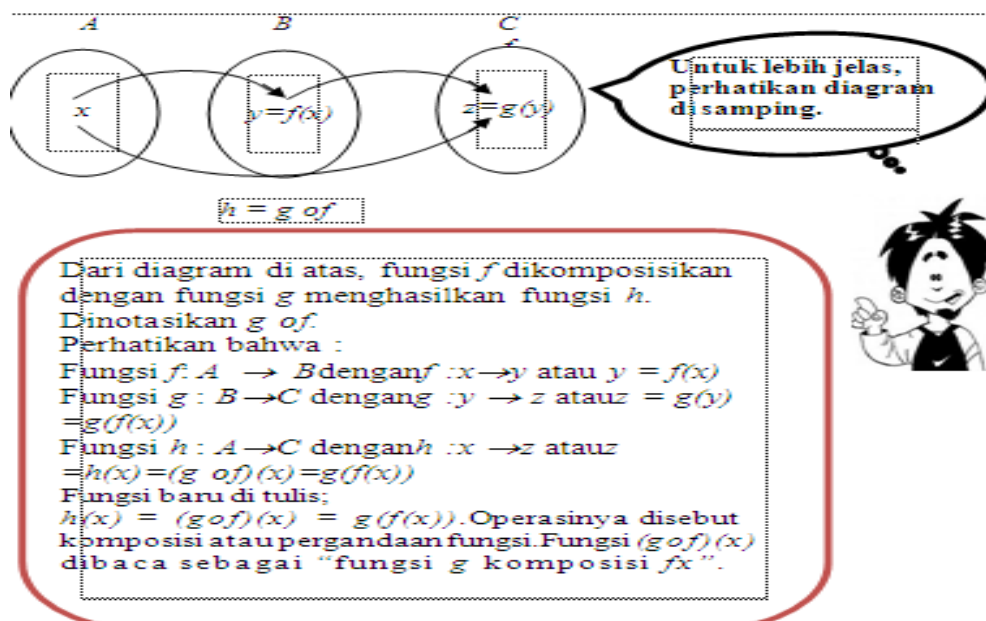
Penyajian Materi

Pengertian Fungsi Komposisi

Penggabungan operasi dua fungsi secara berurutan menghasilkan sebuah fungsi baru yang disebut *komposisi fungsi* dan hasilnya disebut *fungsi komposisi*.

Misalkan; $f: A \rightarrow B$ dan $g: B \rightarrow C$

Jika fungsi dari himpunan A ke himpunan B , kemudian dilanjutkan fungsi dari himpunan B ke himpunan C maka akan membentuk fungsi baru yaitu $h = (g \circ f): A \rightarrow C$ yang dinamakan *fungsi komposisi* dari f dan g .



Ingat..!!

Dalam fungsi komposisi $(g \circ f)(x) = g(f(x))$
ditentukan dengan pengerjaan $f(x)$ terlebih dahulu, kemudian

**II. Menentukan fungsi komposisi dari beberapa fungsi.****II.1. Menentukan fungsi komposisi dari dua fungsi.**Contoh

Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$ dan $g: R \rightarrow R$ dengan

$f(x) = 2x^2 + 1$ dan $g(x) = x + 2$. Tentukan:

$(g \circ f)(x)$ c. $(f \circ g)(x)$

$(g \circ f)(2)$ d. $(f \circ g)(1)$

Jawaban

$$\begin{aligned} (g \circ f)(x) &= g(f(x)) & \text{c. } (f \circ g)(x) &= f(g(x)) \\ &= g(2x^2 + 1) & &= f(x + 2) \\ &= (2x^2 + 1) + 2 & &= 2(x + 2)^2 + 1 \\ &= 2x^2 + 1 + 2 & &= 2(x^2 + 4x + 4) + 1 \\ &= 2x^2 + 3 & &= 2x^2 + 8x + 8 + 1 \\ & & &= 2x^2 + 8x + 9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (g \circ f)(2) &= 2(2)^2 + 3 & \text{d. } (f \circ g)(1) &= 2x^2 + 8x + 9 \\ &= 2 \cdot 4 + 3 & &= 2(1)^2 + 8(1) + 9 \\ &= 8 + 3 & &= 2 + 8 + 9 \\ &= 11 & &= 19 \end{aligned}$$

II.2. Menentukan fungsi komposisi dari tiga fungsi.Contoh

Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$, $g: R \rightarrow R$ dan $h: R \rightarrow R$ dengan $f(x) = x + 1$, $g(x) = 3x$ dan $h(x) = x^2$. Tentukan:

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

$$((f \circ g) \circ h)(x)$$

$$(g \circ (f \circ h))(x)$$

Jawaban

$$((f \circ g) \circ h)(x)$$

$$\text{Misalkan } k(x) = (f \circ g)(x) = f(g(x))$$

$$= f(3x)$$

$$= 3x + 1$$

$$((f \circ g) \circ h)(x) = (k \circ h)(x) = k(h(x))$$

$$= k(x^2)$$

$$= 3(x^2) + 1$$

$$= 3x^2 + 1$$

$$((g \circ (f \circ h))(x)$$

$$\text{Misalkan } m(x) = (f \circ h)(x) = f(h(x))$$

$$= f(x^2)$$

$$= x^2 + 1$$

$$((g \circ (f \circ h))(x) = (g \circ m)(x) = g(m(x))$$

$$= g(x^2 + 1)$$

$$= 3(x^2 + 1)$$

$$= 3x^2 + 1$$

III. Sifat-sifat Komposisi Fungsi

Jika $f: A \rightarrow B$, $f: A \rightarrow B$ dan $f: A \rightarrow B$, maka berlaku:

- i. $(f \circ g)(x) \neq (g \circ f)(x)$ (tidak komutatif)
- ii. $((f \circ g) \circ h)(x) = (f \circ (g \circ h))(x)$ (sifat asosiatif)
- iii. $(f \circ I)(x) = (I \circ f)(x) = f(x)$ (elemen identitas)

Contoh

Diketahui $f(x) = 2x + 1$, $g(x) = 3 - x$, $h(x) = x^2 + 2$ dan $I(x) = x$

$$(f \circ g)(x) = f(g(x))$$

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

$$\begin{aligned}
 &= f(3-x) \\
 &= 2(3-x) + 1 \\
 &= 6 - 2x + 1 \\
 &= 7-2x
 \end{aligned}$$

$$(g \circ f)(x) = g(f(x))$$

$$\begin{aligned}
 &= g(2x + 1) \\
 &= 3 - (2x + 1) \\
 &= 3 - 2x - 1 \\
 &= 2 - 2x
 \end{aligned}$$

$$(g \circ h)(x) = g(h(x))$$

$$\begin{aligned}
 &= g(x^2 + 2) \\
 &= 3 - (x^2 + 2) \\
 &= 3 - x^2 - 2 \\
 &= 1 - x^2
 \end{aligned}$$

Dari hasil di atas tampak bahwa $(f \circ g)(x) \neq (g \circ f)(x)$

$$((f \circ g) \circ h)(x) = (f \circ g)(h(x))$$

$$\begin{aligned}
 &= (f \circ g)(x^2 + 2) \\
 &= 7 - 2(x^2 + 2) \\
 &= 7 - 2x^2 - 2 \\
 &= 3 - 2x^2
 \end{aligned}$$

$$((f \circ (g \circ h))(x) = f((g \circ h)(x))$$

$$\begin{aligned}
 &= f(1-x^2) \\
 &= 2(1-x^2) + 1 \\
 &= 2 - 2x^2 + 1 \\
 &= 3 - 2x^2
 \end{aligned}$$

Dari hasil di atas tampak bahwa $((f \circ g) \circ h)(x) = (f \circ (g \circ h))(x)$

$$(f \circ I)(x) = f(I(x))$$

$$\begin{aligned}
 &= f(x) \\
 &= 2x + 1
 \end{aligned}$$

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

$$\begin{aligned}(Iof)(x) &= I(f(x)) \\ &= I(2x+1) \\ &= 2x + 1\end{aligned}$$

Dari hasil di atas tampak bahwa $(foI)(x) = (Iof)(x) = f(x)$

PETUNJUK

- I. Berdasarkan uraian materi diatas, jelaskan materi tersebut kepada teman-temanmu misalnya melalui bagan/peta konsep ataupun lainnya.
- II. Setelah itu, kerjakanlah soal-soal dibawah ini bersama teman-teman kelompokmu !
- III. Tanyakan kepada guru jika ada yang kurang jelas.

Lembar Kerja Siswa 01

Materi :Menentukan fungsi komposisi dari beberapa fungsi.

Kelompok :

Nama: 1

2

3

4

Hari Tanggal :

Petunjuk...!!!

1. Kerjakan dengan tema sekelompokmu...!!
2. Jika ada yang tidak jelas tanyakan pada guru...!!
3. Isilah titik-titik dengan jawaban yang tepat...!!



1. Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$ dan $g: R \rightarrow R$ dengan $f(x) = 2x + 2$ dan $g(x) = x^2 + x - 2$. Tentukan:
 - a. $(g \circ f)(x)$
 - b. $(g \circ f)(4)$
 - c. $(f \circ g)(x)$
 - d. $(f \circ g)(3)$
2. Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$ dan $g: R \rightarrow R$ dengan $f(x) = 2x^2 + 2x - 1$ dan $g(x) = 3x + 1$. Tentukan:
 - a. $(g \circ f)(x)$
 - b. $(g \circ f)(3)$
 - c. $(f \circ g)(x)$
 - d. $(f \circ g)(2)$
3. Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$, $g: R \rightarrow R$ dan $h: R \rightarrow R$ dengan $f(x) = 2x + 1$, $g(x) = x^2 + 2$ dan $h(x) = 2x + 3$. Tentukan:
 - a. $((f \circ g) \circ h)(x)$
 - b. $((f \circ g) \circ h)(3)$
 - c. $(g \circ (f \circ h))(x)$
 - d. $(g \circ (f \circ h))(1)$
4. Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$, $g: R \rightarrow R$ dan $h: R \rightarrow R$ dengan $f(x) = 2x^2 + 3$, $g(x) = 3x + 1$ dan $h(x) = x^2 + 1$. Tentukan:
 - a. $(f \circ (g \circ h))(x)$
 - b. $(f \circ (g \circ h))(2)$

Jawaban :

$$1a. (g \circ f)(x) = g(f(x))$$

$$= g(\dots\dots\dots)$$

$$= (2x + 2)^2 + (\dots\dots\dots) - 2$$

$$= (\dots\dots\dots) + (\dots\dots\dots) - 2$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$b. (g \circ f)(x) = \dots\dots\dots$$

$$(g \circ f)(4) = 4(\dots)^2 + 10(\dots) + 4$$

$$= 4(\dots) + \dots + 4$$

$$= \dots + \dots + 4$$

$$= \dots$$

$$c. (f \circ g)(x) = f(g(x))$$

$$= f(\dots\dots\dots)$$

$$= 2(\dots\dots\dots) + 2$$

$$= \dots\dots\dots + 2$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$d. (f \circ g)(3) = \dots\dots\dots$$

$$= 2(\dots)^2 + 2(\dots) - 2$$

$$= 2(\dots) + 2(\dots) - 2$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots$$

$$2a. \text{gof}(x) = g(f(x))$$

$$= g(\dots\dots\dots)$$

$$= 3(\dots\dots\dots) + 1$$

$$= \dots\dots\dots + 1$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$b. \text{(gof)}(x) = \dots\dots\dots$$

$$\text{(gof)}(3) = 6(\dots)^2 + 6(\dots) - 2$$

$$= 6(\dots) + 6(\dots) - 2$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots$$

$$c. \text{(fog)}(x) = f(g(x))$$

$$= f(\dots\dots\dots)$$

$$= 2(\dots\dots\dots)^2 + 2(\dots\dots\dots) - 1$$

$$= 2(\dots\dots\dots) + 2(3x + 1) - 1$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$d. \text{(fog)}(x) = \dots\dots\dots$$

$$\text{(fog)}(2) = 18(\dots)^2 + 18(\dots) + 2$$

$$= 18(\dots) + 18 \cdot 2 + 2$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

3a. $(f \circ g \circ h)(x)$

$$\begin{aligned} \text{Misalkan } k(x) &= (f \circ g)(x) = f(g(x)) \\ &= f(\dots\dots\dots) \\ &= 2(\dots\dots\dots) + 1 \\ &= \dots\dots\dots \\ &= \dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ((f \circ g) \circ h)(x) &= (k \circ h)(x) = k(h(x)) \\ &= k(\dots\dots\dots) \\ &= 2(\dots\dots\dots)^2 + 5 \\ &= 2(\dots\dots\dots\dots\dots) + 5 \\ &= \dots\dots\dots\dots\dots + 5 \\ &= \dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}$$

b. $((f \circ g) \circ h)(x) = \dots\dots\dots$

$$\begin{aligned} ((f \circ g) \circ h)(3) &= 8(\dots\dots)^2 + 24(\dots\dots) + 23 \\ &= 8(\dots\dots) + 24(\dots\dots) + 23 \\ &= \dots\dots\dots\dots\dots \\ &= \dots\dots\dots \end{aligned}$$

c. $(g \circ (f \circ h))(x)$

$$\begin{aligned} \text{Misalkan } m(x) &= (f \circ h)(x) = f(h(x)) \\ &= f(\dots\dots\dots) \\ &= 2(\dots\dots\dots) + 1 \\ &= \dots\dots\dots\dots\dots \\ &= \dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ((g \circ (f \circ h))(x) &= (g \circ m)(x) = g(m(x)) \\ &= g(\dots\dots\dots) \\ &= (\dots\dots\dots)^2 + 2 \\ &= (\dots\dots\dots\dots\dots) + 2 \\ &= \dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}$$

d. $(g \circ (f \circ h))(x) = \dots\dots\dots$

$$(g \circ (f \circ h))(1) = \dots\dots(1)^2 + 56(\dots\dots) + 51$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

4a. $(f \circ (g \circ h))(x)$

Misalkan $n(x) = (g \circ h)(x) = g(h(x))$

$$= g(\dots\dots\dots)$$

$$= 3(\dots\dots\dots) + 1$$

$$= \dots\dots\dots + 1$$

$$= \dots\dots\dots$$

$(f \circ (g \circ h))(x) = (f \circ n)(x) = f(n(x))$

$$= f(\dots\dots\dots)$$

$$= 2(\dots\dots\dots)^2 + 3$$

$$= 2(\dots\dots\dots) + 3$$

$$= \dots\dots\dots + 3$$

$$= \dots\dots\dots$$

b. $(f \circ (g \circ h))(x) = \dots\dots\dots$

$$(f \circ (g \circ h))(2) = \dots\dots(2)^4 + \dots\dots(2)^2 + 11$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

Latihan Soal

Diketahui fungsi $f: R \rightarrow R$, $g: R \rightarrow R$ dan $h: R \rightarrow R$ dengan $f(x) = 2x^2 + 3$, $g(x) = 3x + 1$ dan $h(x) = x^2 + 1$. Tentukan:

- $((g \circ f) \circ h)(x)$
- $((g \circ f) \circ h)(2)$



Terima kasih ☺ , karena kalian sudah berusaha untuk menyelesaikan LKS-nya. Kalian anak-anak yang pintar.

Selamat yah, bagi kelompok yang berhasil (sambil tepuk tangan).

Semangatlah dalam Belajar,... Kalian pasti BISA !!



PENUTUP

Kesimpulan

Penerapan model pembelajaran SFE dalam membelajarkan materi fungsi komposisi dan fungsi invers pada siswa kelas X berpatokan pada langkah –langkah yang termuat dalam RPP, Bahan ajar dan LKS yang sudah ada

DAFTAR PUSTAKA

Abdul, H. F. 2009. *Matematika: Hakikat dan Logika*. Yogyakarta:AR-RUZZ MEDIA.

Isjoni. 2009. *Cooperative Learning*. Bandung:Alfabeta

Jhonson. 2010. *Cooperative Learning*. Bandung: Nusa Media

Masykur.M dan Fathani.A.H, 2007. *Mathematical Intellegence:Cara Cerdas Melatih Otak dan Menanggulangi Kesulitan Belajar*. Yogjakarta: AR-RUZZ Media

Muhsetyo.G dkk. (2008). *Pembelajaran Matematika SD*. Jakarta: Universitas Terbuka

Suprijono, A. 2009. *Cooperative Learning*. Yogyakarta: Pustaka belajar.

Trianto. 2007. *Model-model pembelajaran inovatif berorientasi konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

**PERBEDAAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS XI IPA SMA NEGERI 12
AMBON YANG DIAJARKAN DENGAN MODEL PEMBELAJARAN
KOOPERATIF TIPE TGT (*TEAMS GAMES TOURNAMENTS*) DAN MODEL
PEMBELAJARAN LANGSUNG PADA MATERI LIMIT FUNGSI ALJABAR**

Tryfelma Sanders¹, Wilmintjie Mataheru², dan Novalin C Huwaa³

¹Mahasiswa Pendidikan Matematika FKIP UNPATTI

^{2,3}Dosen Pendidikan Matematika FKIP UNPATTI

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe tgt (*teams games tournaments*) dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar. Sampel penelitian ini terdiri dari 2 kelas, yaitu kelas XI IPA₁ sebagai kelas kontrol (model pembelajaran langsung) dan kelas XI IPA₃ sebagai kelas eksperimen (model pembelajaran TGT) pada tahun ajaran 2015/2016. Teknik analisis data dalam penelitian ini terdiri dari analisis deskriptif dan analisis uji-t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar.

Kata Kunci: *Teams Games Tournaments* (TGT), Limit Fungsi Aljabar

PENDAHULUAN

Bidang studi matematika merupakan salah satu komponen pendidikan dasar dalam bidang-bidang pengajaran. Matematika diperlukan untuk proses perhitungan dan proses berpikir yang sangat dibutuhkan orang dalam menyelesaikan berbagai masalah. Mengingat pentingnya bidang studi matematika, maka matematika dijadikan salah satu bidang studi yang wajib dipelajari pada semua jenjang pendidikan, mulai dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Menurut Susanto (2014: 183), matematika merupakan suatu syarat cukup untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang berikutnya. Dengan belajar matematika, kita akan belajar bernalar secara kritis, kreatif, dan aktif.

Menurut Kurniawan (2009: 10), bukan menjadi rahasia lagi bahwa matematika adalah mata pelajaran yang dibenci atau tidak disukai oleh sebagian besar siswa, karena dianggap sebagai mata pelajaran yang berhubungan dengan perhitungan bilangan-bilangan dengan menggunakan rumus-rumus yang sulit dan membingungkan. Hal inilah yang menyebabkan siswa menjadi malas dan kurang termotivasi untuk belajar matematika. Selain itu, proses pembelajaran sebagian besar masih dilakukan dalam bentuk ceramah, belum diarahkan untuk melibatkan siswa secara aktif dalam mengkonstruksikan atau membangun sendiri pengetahuannya, padahal siswa seharusnya terlibat aktif dan dituntut untuk mengkonstruksikan sendiri pengetahuannya.

Hasratuddin (2014), mengemukakan bahwa konsep-konsep matematika tersusun secara hirarki, berstruktur dan sistematis, mulai dari konsep yang paling sederhana sampai pada konsep paling kompleks. Oleh karena itu, dapat dikatakan siswa yang tidak menguasai materi dasar atau materi prasyarat dalam matematika, akan mengalami kesulitan dalam mempelajari materi lanjutan dan akan berdampak pada hasil belajarnya.

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Limit fungsi aljabar adalah salah satu materi dalam mata pelajaran matematika yang dianggap sulit oleh siswa. Dalam menentukan nilai limit fungsi aljabar di suatu titik maupun di tak hingga, sangat diperlukan suatu pemahaman yang baik tentang materi-materi prasyarat yaitu operasi aljabar, bentuk pangkat, dan bentuk akar. Berdasarkan pendapat ahli di atas, materi ini akan lebih mudah dipahami oleh siswa yang sudah menguasai materi-materi prasyarat tersebut daripada siswa yang belum menguasainya. Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh peneliti dan seorang guru pada SMA Negeri 12 Ambon terkait dengan salah satu materi prasyarat, yakni bentuk akar. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum menguasai materi prasyarat ini, sehingga akan berpengaruh pada hasil belajar siswa untuk materi limit fungsi aljabar.

Hosnan (2014: 4) mengatakan bahwa keberhasilan pencapaian tujuan pendidikan banyak bergantung pada bagaimana proses pembelajaran dapat berlangsung secara efektif. Berlangsungnya proses pembelajaran yang efektif tergantung pada bagaimana seorang guru yang memilih strategi pembelajaran yang sesuai dan efisien untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Salah satu strateginya, yaitu: memilih model pembelajaran yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa.

Informasi yang peneliti peroleh dari hasil observasi pada bulan Oktober 2015 sampai Januari 2016 dan wawancara pada tanggal 22 Januari 2016 di SMA Negeri 12 Ambon adalah 1) model pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran di sekolah ini adalah model pembelajaran langsung. Model pembelajaran ini adalah model pembelajaran yang berpusat pada guru sebagai pusat informasi. Model pembelajaran langsung digunakan karena guru secara langsung dapat leluasa menyampaikan informasi-informasi penting pada siswa; 2) kurang lebih 80% siswa lebih sering bertanya kepada teman yang dinilai mampu mengajarkan mereka daripada guru. Dengan kata lain, siswa lebih terbuka kepada teman daripada guru. Hal ini dikarenakan mereka takut dimarahi oleh guru, malu kepada teman-teman, takut ditertawakan dan mereka lebih paham jika diajarkan oleh teman, karena bahasa yang digunakan mudah dipahami.

Salah satu model pembelajaran yang memungkinkan untuk diterapkan guna mengatasi masalah tersebut adalah model pembelajaran kooperatif. Warsono dan Hariyanto (2014: 164) mengatakan bahwa pembelajaran kooperatif terbukti merupakan pembelajaran yang efektif bagi bermacam karakteristik dan latar belakang sosial siswa, karena mampu meningkatkan prestasi akademis siswa, baik bagi siswa yang berbakat, siswa yang kecakapannya rata-rata maupun mereka yang tergolong lambat belajar. Pada model pembelajaran kooperatif siswa diberi kesempatan untuk mengkonstruksikan pengetahuannya sendiri, berkomunikasi dan berinteraksi sosial dengan temannya untuk mencapai tujuan pembelajaran, sementara guru bertindak sebagai motivator dan fasilitator aktivitas siswa. Dalam model pembelajaran kooperatif dikenal adanya beberapa macam tipe. Salah satunya adalah tipe TGT (Teams Games Tournaments).

Model pembelajaran kooperatif tipe TGT (Teams Games Tournaments) adalah salah satu model pembelajaran kooperatif yang mempunyai ciri khas yaitu adanya turnamen antar kelompok. Dengan adanya turnamen di dalamnya, membuat model pembelajaran ini dinilai sangat memotivasi siswa untuk memahami materi yang diajarkan, dan membuat siswa bersemangat untuk saling membelajarkan satu dengan lain dalam memahami materi yang diajarkan.

Tujuan Penelitian

Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016

Pengembangan Penelitian Pendidikan Matematika Untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matematika

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT (*teams games tournaments*) dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar.

Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon tahun ajaran 2015/2016 yang terdiri dari 3 kelas yaitu kelas X_1 , X_2 , dan X_3 , dengan jumlah 87 siswa.

Sampel

Kelas yang dipilih sebagai sampel adalah dua kelas yang mempunyai nilai rata-rata semester ganjil yang relatif sama. Dua kelas yang dipilih adalah kelas XI IPA₁ sebagai kelas kontrol dan kelas XI IPA₃ sebagai kelas eksperimen, sehingga jumlah sampelnya adalah 58 siswa.

Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis data statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan hasil belajar siswa pada materi limit fungsi aljabar. Hasil belajar yang dimaksudkan merupakan nilai yang diperoleh dengan teknik penilaian yang digunakan yaitu:

$$\text{Hasil belajar} = \frac{\text{skor siswa yang diperoleh}}{\text{total skor}} \times 100 \quad (\text{Purwanto, 2009: 12})$$

Selanjutnya nilai dari tes hasil belajar yang telah diketahui akan diklasifikasikan sesuai dengan penilaian acuan patokan (PAP):

Tabel 1.1 Klasifikasi Nilai

Kualifikasi	Nilai
Sangat Baik	$x \geq 90$
Baik	$75 \leq x < 90$
Cukup	$60 \leq x < 75$
Kurang	$40 \leq x < 60$
Sangat Kurang	$x < 40$

(Ratumanan & Laurens, 2011: 25)

2. Statitik Uji-t

Data yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan statistik untuk mengetahui kontribusi model pembelajaran TGT dan model pembelajaran langsung terhadap hasil belajar siswa pada materi limit fungsi aljabar. Data dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan software SPSS versi 20.0. Sebelum dilakukan pengujian dengan Uji-t terlebih dahulu dilakukan uji keabsahan sampel atau uji prasyarat sampel sebagai berikut.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data pada kedua kelompok sampel yang diteliti berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan rumus Chi-kuadrat (χ^2), yaitu:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \quad (\text{Sugiyono, 2006: 123})$$

Keterangan:

f_o = frekuensi pengamatan, f_h = frekuensi yang diharapkan, k = jumlah kelas interval

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji statistic *Chi-Square* pada SPSS 20.0.

Kriteria pengujian normalitas, yaitu:

H_0 diterima jika $\chi^2_{\text{hit}} \leq \chi^2_{\text{tab}}$ atau *Sig* pada output SPSS $\geq \alpha$

H_1 diterima jika $\chi^2_{\text{hit}} > \chi^2_{\text{tab}}$ atau *Sig* pada output SPSS $< \alpha$

Menentukan hipotesis yang akan diuji, yaitu:

H_0 : sampel berdistribusi normal

H_1 : sampel tidak berdistribusi normal

Pengujian dilakukan dengan taraf kepercayaan 95% atau taraf signifikan 5%, db = k-1

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah kedua kelas sampel memiliki varians yang homogen atau tidak. Dalam penelitian ini, pengujian homogenitas varians menggunakan uji F dengan rumus berikut.

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}} \quad (\text{Sugiyono, 2014: 140})$$

Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji F pada SPSS 20.0.

kriteria pengujian hipotesis uji homogenitas, yaitu:

H_0 diterima jika $F_{\text{hit}} \leq F_{\text{tab}}$ atau *Sig* pada output SPSS $\geq \alpha$

H_1 diterima jika $F_{\text{hit}} > F_{\text{tab}}$ atau *Sig* pada output SPSS $< \alpha$

hipotesis yang akan diuji, yaitu:

H_0 : varians sampel homogen

H_1 : varians sampel tidak homogen

Pengujian dilakukan dengan taraf signifikan 5%, db = $n_1 - 1$ untuk pembilang, dan db = $n_2 - 1$ untuk penyebut.

c. Uji Hipotesis

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar kedua kelas setelah diberi perlakuan model pembelajaran TGT dan model pembelajaran langsung digunakan uji t. Rumus yang digunakan, yaitu:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (\text{Sugiyono, 2014: 138})$$

Keterangan:

\bar{X}_1 : nilai rata-rata hitung data kelas eksperimen

\bar{X}_2 : nilai rata-rata hitung data kelas kontrol

s_1^2 : variansi data kelas eksperimen

s_2^2 : variansi data kelas kontrol

n_1 : jumlah siswa pada kelas eksperimen

n_2 : jumlah siswa pada kelas kontrol

kontrol

Setelah harga t_{hit} diperoleh, kemudian dilakukan pengujian kebenaran kedua hipotesis dengan membandingkan besarnya t_{hit} dengan t_{tab} dengan menetapkan terlebih dulu derajat kebebasannya dengan rumus:

$$dk = n_1 + n_2 - 2$$

Dengan diperolehnya dk , maka dapat dicari t_{tab} pada taraf kepercayaan 95% atau taraf signifikan 5%. Kriteria pengujiannya adalah sebagai berikut:

Jika $t_{hit} \leq t_{tab}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak atau *Sig (2-tailed)* pada output SPSS $\geq \alpha$.

Jika $t_{hit} > t_{tab}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima atau *Sig (2-tailed)* pada output SPSS $< \alpha$.

Hipotesis yang ditolak dan diterima pada kriteria di atas dapat dirumuskan sebagai berikut.

H_0 : tidak terdapat perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan model pembelajaran TGT dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar.

H_1 : terdapat perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan model pembelajaran TGT dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar.

Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan dalam penelitian ini menggunakan *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) 20.0. Sesuai dengan tipe penelitian yaitu tipe eksperimen dengan desain *Posttest-Only Control Design*, maka dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 kelas yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan kemampuan rata-rata siswa pada setiap kelas yang relatif sama. Untuk melihat kemampuan akademis siswa, peneliti meminta nilai rata-rata siswa pada semester ganjil. Rata-rata nilai siswa pada semester ganjil sebagai berikut.

Tabel 1.2 Rata-Rata Nilai Semester ganjil

Kelas	Rata-Rata
X ₁	71, 77
X ₂	71, 83
X ₃	71, 75

Kelas XI IPA₃ dipilih sebagai kelas eksperimen dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TGT, sedangkan kelas XI IPA₁ sebagai kelas kontrol dengan menggunakan model pembelajaran langsung. Pada kelas eksperimen, siswa dibantu dengan perangkat pembelajaran berupa BA (Bahan Ajar) dan LKS (Lembar Kerja Siswa), di sini guru hanya sebagai fasilitator yang memberikan penjelasan kepada siswa disaat siswa mengalami kesulitan dalam memahami BA dan mengerjakan LKS yang diberikan. Sedangkan pada kelas kontrol guru memberikan materi sesuai dengan fase-fase pembelajaran pada model pembelajaran yang digunakan.

Setelah proses pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol selesai dilakukan, selanjutnya diadakan tes akhir. Hasil belajar yang diperoleh siswa dari kedua kelas nampak pada tabel berikut ini.

Tabel 1.3 Rata-Rata Hasil Belajar Siswa

Kelas	Rata-rata
Eksperimen	43,10
Kontrol	41,26

Berdasarkan PAP, rata-rata hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan rata-rata hasil belajar siswa pada kelas kontrol sama-sama tergolong kurang.

Pada bagian ini akan dijelaskan uji prasyarat analisa yang terdiri dari uji normalitas dan uji homogenitas, dan pengujian hipotesis yang dilakukan dengan menggunakan uji perbedaan rata-rata atau uji t, sebagai berikut.

3. Uji Prasyarat Analisis

b. Uji Normalitas

Untuk mengetahui sampel yang digunakan normal atau tidak, maka dilakukan perhitungan *Chi-Square* untuk kedua kelas dan diperoleh hasil pada tabel berikut ini.

Tabel 1.4. Hasil Uji Normalitas ($\alpha = 0,05$)

Kelas	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Sig.	α	Kesimpulan
Eksperimen	4,857	33,92444	1,000	0,05	Terima H_0
Kontrol	6,733	28,86930	0,992	0,05	Terima H_0

(diambil dari *output* SPSS 20.0)

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada kelas eksperimen, diperoleh nilai $x^2_{hitung} = 4,857$ lebih kecil dari $x^2_{tabel} = 33,92444$ dan nilai *Sig.* lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yaitu 1,000. Hal serupa juga nampak pada kelas kontrol, nilai $x^2_{hitung} = 6,733$ lebih kecil dari $x^2_{tabel} = 28,86930$ dan nilai *Sig.* lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yakni 0,992. Hal ini berarti bahwa H_1 ditolak dan H_0 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data penelitian yang diambil adalah sampel yang berdistribusi normal.

c. Uji Homogenitas

Untuk mengetahui kemampuan siswa dari kedua kelas homogen atau tidak, maka dilakukan uji kesamaan dua varians menggunakan uji Fishers untuk membandingkan varians kedua kelas. Hasil pengujiannya ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1.5. Hasil Uji Homogenitas ($\alpha = 0,05$)

Kelas	F_{hitung}	F_{tabel}	Sig.	α	Kesimpulan
Eksperimen dan Kontrol	0,431	1,85	0,514	0,05	Terima H_0

(diambil dari *output* SPSS 20.0)

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai $F_{hitung} = 0,431$ lebih kecil dari nilai $F_{tabel} = 1,85$ dan nilai *Sig.* lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yakni 0,514. Hal ini berarti H_1 ditolak dan H_0 diterima, sehingga dapat dikatakan varians kedua kelas adalah homogen, artinya kemampuan siswa kedua kelas sebelum diberikan perlakuan adalah homogen. Dengan demikian analisis data menggunakan uji t dapat digunakan.

4. Pengujian Hipotesis

Setelah diketahui melalui uji prasyarat bahwa sampel yang diambil dinyatakan normal dan homogen, maka selanjutnya uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji perbedaan rata-rata atau uji t diperoleh hasil seperti pada tabel berikut.

Tabel 1.6. Hasil Pengujian Hipotesis dengan Menggunakan Uji-t ($\alpha = 0,05$)

Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Sig. (2-tailed)	A	Kesimpulan
Eksperimen dan Kontrol	0,341	2,0032	0,734	0,05	Terima H_0

(diambil dari *output* SPSS 20.0)

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai $t_{hitung} = 0,341$ lebih kecil dari nilai $t_{tabel} = 2,0032$ dan nilai Sig. (2-tailed) lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yakni 0,734. Hal ini menunjukkan bahwa pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ H_0 diterima, dan H_1 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, tidak ada perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TGT dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar.

PEMBAHASAN

Pada kelas eksperimen yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT, pelaksanaan penelitian dilakukan sebanyak 4 kali pertemuan dan ditambah 1 kali pertemuan untuk pemberian tes akhir (post test). Gambaran penerapan model pembelajaran TGT berdasarkan komponen-komponen model pembelajaran kooperatif tipe TGT sebagai berikut.

Pembentukan Kelompok. Setelah membuka pembelajaran, guru membaca nama-nama anggota kelompok yang heterogen dari kelompok I sampai VI, yang sebelumnya telah dibagi oleh guru berdasarkan gender dan tingkat akademisnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Hosnan (2014: 240) yang mengatakan bahwa tiap kelompok belajar terdiri atas siswa-siswa berbagai tingkat kemampuan, melakukan berbagai kegiatan belajar untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang materi pelajaran yang sedang dipelajari. Kemudian guru mengatur dan menempatkan setiap kelompok pada meja-meja belajar. Pada pertemuan pertama, saat menempati meja-meja belajar, siswa terlihat sangat ribut karena mencari tempat duduk dan mencari teman-teman yang sekelompok. Sedangkan pada pertemuan kedua sampai keempat, siswa sudah lebih tenang karena sudah mengetahui teman sekelompoknya maupun tempat belajar mereka.

Pemberian materi. Siswa diberikan BA untuk didiskusikan dan dipelajari bersama oleh siswa pada masing-masing kelompok. Pada pertemuan pertama komponen ini, sudah terlihat ada proses saling membelajarkan antar anggota kelompok. Namun guru kurang memotivasi dan mengingatkan siswa tentang pentingnya memahami bahan ajar. Guru juga kurang memotivasi dan mengingatkan siswa tentang turnamen yang akan diadakan sekali dalam dua kali pertemuan, sehingga pada komponen ini sebagian besar siswa hanya sekedar membaca BA yang diberikan guru. Tidak ada

usaha untuk memahami materi yang ada pada bahan ajar. Hal ini sesuai dengan pendapat Ratumanan (2015: 140) bahwa motivasi merupakan salah satu unsur penting dalam belajar dan pembelajaran. Siswa yang memiliki motivasi rendah akan mengikuti aktivitas pembelajaran dengan tidak serius. Pada pertemuan berikutnya, peneliti mengingatkan guru tentang pentingnya motivasi dari guru sehingga sudah terlihat perubahan, dimana siswa dalam kelompok sudah saling membelajarkan antara satu dengan yang lain.

Belajar kelompok. Siswa terlihat lebih aktif ketika diberikan LKS untuk dikerjakan dan didiskusikan siswa. Ketika membagi LKS, guru mengingatkan semua siswa agar saling membelajarkan karena akan ada turnamen antar kelompok. Pada masing-masing kelompok, siswa terlihat berdiskusi dan kembali mempelajari BA untuk menyelesaikan masalah yang ada pada LKS. Siswa yang berkemampuan tinggi dan beberapa siswa berkemampuan sedang tampak menerangkan dan menjawab pertanyaan dari teman-teman yang belum memahami materi sambil menyelesaikan masalah pada LKS secara bersama-sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Hosnan (2014: 240) yang menyatakan bahwa setiap anggota kelompok bertanggung jawab untuk tidak hanya belajar apa yang diajarkan, tetapi juga untuk membantu rekan belajar, sehingga bersama-sama mencapai keberhasilan.

Setelah waktu mengerjakan LKS selesai, guru mempersilahkan siswa maju mewakili kelompoknya untuk mempresentasikan hasil kerja mereka di depan kelas dan mempersilahkan kelompok lain untuk menanggapi hasil kerja kelompok yang sedang mempresentasikan hasil kerja kelompoknya. Hanya saja pada pertemuan pertama, guru tidak menyebut nama anggota kelompok secara acak, sehingga yang mempresentasikan hasil kerja kelompok cenderung siswa-siswa yang berkemampuan tinggi. Hal ini menyebabkan siswa yang berkemampuan sedang dan rendah seolah-olah terabaikan, serta terlihat tidak berusaha bertanggung jawab atas pekerjaan kelompoknya dan menyebabkan tidak ada usaha dari beberapa siswa untuk memahami materi yang ada. Peneliti kemudian mengingatkan guru untuk menunjuk siswa secara acak karena akan menimbulkan tidak adanya tanggung jawab dari anggota kelompok. Pada pertemuan berikutnya, guru sudah mengingatkan siswa untuk harus memahami hasil kerjanya sehingga mampu mempertanggung jawabkan hasil kerja kelompoknya. Selain itu, terlihat bahwa ada beberapa kelompok yang tidak dapat menyelesaikan semua masalah yang ada pada LKS yang diberikan karena waktu yang terbatas dan materi limit fungsi aljabar adalah materi baru sehingga siswa membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami materi dan menyelesaikan LKS.

Turnamen. Pada pertemuan kedua dan ketiga, guru mengadakan turnamen antar kelompok. Turnamen dilaksanakan dalam bentuk permainan (*game*) berupa kartu soal yang akan dikerjakan oleh siswa untuk mengumpulkan poin. Guru membagi siswa dalam 9 kelompok turnamen berkemampuan homogen, yaitu: 2 kelompok berkemampuan pandai, 5 kelompok berkemampuan sedang, dan 2 kelompok berkemampuan rendahkemudian menempatkan mereka pada meja-meja turnamen. Pada turnamen I, siswa terlihat bingung dan ribut saat mengatur meja turnamen dan memposisikan diri pada meja-meja turnamen, dikarenakan kegiatan ini merupakan hal yang baru bagi mereka. Kemudian setelah semua siswa duduk dalam meja-meja

turnamen, guru mendatangi setiap meja turnamen dan mempersilahkan siswa menarik undi untuk menentukan tugas para peserta pada setiap putaran turnamen serta meletakkan katong plastik berisi kartu-kartu soal dan jawaban beserta lembaran skor turnamen. Peneliti diminta oleh guru untuk menerangkan peraturan dan cara melaksanakan turnamen agar tidak terjadi kesalahan pada saat turnamen dilaksanakan. Setelah itu guru memimpin turnamen dengan menarik undi nomor soal, dan menentukan waktu pengerjaan soal serta mengakhiri waktu pengerjaan soal. Pada saat turnamen sebagian besar siswa terlihat sangat aktif, bersemangat dan serius mengerjakan soal-soal turnamen.

Pada turnamen II guru mulai membaca nama-nama siswa untuk menempati meja-meja turnamen dan bersama siswa menata kursi dan meja turnamen. Terlihat siswa sudah memahami cara menempati meja turnamen beserta peraturan turnamen, sehingga suasana kelas sudah lebih tenang daripada turnamen I. Disaat turnamen berlangsung semua siswa berusaha mengerjakan soal-soal yang diberikan dengan bersemangat dan serius. Pada turnamen I maupun turnamen II, suasana menjadi ramai ketika guru mempersilahkan siswa yang bertugas mengambil kartu jawaban. Terlihat pada beberapa kelompok turnamen siswa yang mendapat poin sangat senang atas kemenangannya.

Pada turnamen I, ada tiga kelompok yang memenuhi kriteria tim baik dan mendapat predikat tim baik. Sedangkan tidak ada kelompok yang memenuhi kriteria tim super dan tim sangat baik. Hal ini menunjukkan kemampuan setiap anggota kelompok turnamen relatif sama. Namun perolehan kartu jawaban saat turnamen, terlihat bahwa dari 9 kelompok turnamen dengan masing-masing kelompok mengerjakan 8 soal, siswa hanya mampu mengerjakan 40 soal yang berarti, rata-rata soal yang mampu dikerjakan siswa pada setiap kelompok turnamen hanya 4 sampai 5 soal dari 8 soal yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memahami dan menguasai materi yang diajarkan.

Pada turnamen II, ada dua kelompok yang memperoleh predikat tim baik. Sedangkan untuk predikat tim sangat baik, hanya diraih oleh satu kelompok dan untuk predikat tim super tidak ada yang memperolehnya. Sama halnya dengan turnamen I, hal ini menunjukkan kemampuan siswa pada setiap meja turnamen hampir sama. Namun perolehan kartu jawaban saat turnamen, terlihat bahwa dari 9 kelompok turnamen dengan masing-masing kelompok mengerjakan 8 soal, siswa hanya mampu mengerjakan 44 soal yang berarti, rata-rata soal yang mampu dikerjakan siswa pada setiap kelompok turnamen hanya 5 soal dari 8 soal yang diberikan. Hal ini menunjukkan sebagian besar siswa belum memahami materi yang diajarkan dengan baik.

Penghargaan. Pada komponen ini, guru memberikan penghargaan berupa sertifikat yang sudah ditanda tangani oleh guru kepada kelompok-kelompok yang memenuhi kriteria sebagai kelompok super, kelompok sangat baik dan kelompok baik. Pada turnamen pertama, kelompok yang memenuhi kriteria sebagai tim super dan tim sangat baik tidak ada. Kelompok yang memenuhi kriteria sebagai tim baik ada 3 kelompok. Sedangkan, pada turnamen II kelompok yang memenuhi kriteria tim super tidak ada dan yang memenuhi kriteria tim sangat baik hanya 1 kelompok. Kelompok yang memenuhi kriteria sebagai tim baik sebanyak 2 kelompok.

Sertifikat ini membuat kelompok yang memperolehnya bangga dan cukup memotivasi siswa belajar lebih giat lagi. Hal ini terlihat ketika guru memberikan sertifikat dan membuat kelompok yang menang sangat senang dan bangga. Selain itu ketika tes akhir akan dilaksanakan, salah satu siswa mengajukan pertanyaan kepada peneliti. Katanya: “apakah saat tes akhir, kami yang mendapat nilai tertinggi akan mendapat sertifikat?” Peneliti kemudian menjawab bahwa sertifikat hanya diberikan pada turnamen saja. Ia terlihat kecewa dengan jawaban yang peneliti berikan.

Sama seperti kelas eksperimen, pada kelas kontrol yang diajarkan dengan model pembelajaran langsung, pelaksanaan penelitian dilakukan sebanyak 4 kali pertemuan dan ditambah 1 kali pertemuan untuk pemberian tes akhir (*post test*). Pelaksanaan pembelajaran pada kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran langsung, guru menyampaikan materi pembelajaran seperti biasa. Saat proses pembelajaran berlangsung guru banyak mendominasi pembelajaran melalui penyampaian materi pembelajaran sedangkan siswa banyak mencatat dan sebagai pendengar saja. Guru membangun pengetahuan siswa dengan menjelaskan materi secara bertahap, memberikan contoh kemudian menjelaskannya, dan memberikan kesempatan pada siswa untuk bertanya pada setiap materi yang dijelaskan. Terlihat beberapa siswa mengajukan pertanyaan dan kemudian dijawab oleh guru. Namun, ada beberapa siswa yang tidak memperhatikan apa yang disampaikan guru, mereka terlihat bercerita dan bermain dengan teman sebangkunya bahkan ada yang sibuk bermain *handphone*. Hal ini dikarenakan guru terlalu mendominasi proses pembelajaran dengan menyampaikan semua informasi sehingga siswa yang awalnya memperhatikan penjelasan guru lama-kelamaan menjadi bosan dan mencari kesibukan sendiri. Hal ini sejalan dengan pendapat Widaningsih (2010) yang menyatakan bahwa kelemahan model pembelajaran langsung adalah siswa merasa cepat bosan.

Siswa mulai serius belajar dan aktif ketika guru mempersilahkan siswa menghitung nilai limit fungsi aljabar di suatu titik bila didekati dari kiri dan kanan untuk menyelidiki ada tidaknya nilai limit fungsi di titik tersebut, dan juga ketika siswa diberikan soal-soal latihan. Dalam menyelesaikan soal, guru juga masih membimbing siswa dalam menyelesaikan soal-soal yang diberikan. Setelah siswa selesai mengerjakan soal, guru meminta salah seorang siswa untuk menuliskan penyelesaiannya di depan kelas. Setelah itu guru memberikan umpan balik terhadap hasil pekerjaan siswa, dan menutup pembelajaran dengan bersama siswa memberikan rangkuman serta tugas untuk diselesaikan siswa.

Pada kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran langsung, terlihat guru menyampaikan materi secara terperinci. Selain itu, banyak soal yang diberikan dan dibahas bersama oleh guru dan siswa, sehingga siswa dapat memahami dengan baik materi yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Widaningsih (2010), salah satu kelebihan model pembelajaran langsung adalah relatif banyak materi yang bisa tersampaikan.

Setelah diberikan perlakuan pada kelas eksperimen dan diberikan tes akhir, diperoleh rata-rata hasil belajar siswa, yaitu: 43,10 dan pada kelas kontrol yang tidak diberikan perlakuan, setelah diberikan tes akhir diperoleh rata-rata hasil belajar siswa, yaitu: 41,26. Berdasarkan pengamatan peneliti, terlihat bahwa siswa pada

kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT lebih aktif dibandingkan dengan siswa pada kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran langsung. Akan tetapi, hasil tes yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil belajar siswa baik pada kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran TGT maupun model pembelajaran langsung masih tergolong kurang. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal di antaranya:

1. Pada kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe TGT, sebagaimana telah dibahas sebelumnya, pada pertemuan pertama guru kurang memotivasi siswa untuk saling membelajarkan untuk memahami materi, dan tidak ditunjukkannya siswa secara acak untuk mempresentasikan hasil kerja sehingga siswa tidak merasa bertanggung jawab dengan hasil kerja kelompoknya. Selain itu, sifat model pembelajaran ini yang membutuhkan waktu yang relatif lama tidak sebanding dengan waktu pembelajaran di kelas yang sangat terbatas sehingga aktivitas saling membelajarkan tidak dapat berlangsung dengan maksimal.
2. Pada kelas yang diajarkan dengan model pembelajaran langsung, materi yang diberikan sangat terperinci dan banyak soal yang dibahas. Namun, terlalu didominasi oleh guru menyebabkan hanya siswa tertentu saja yang memperhatikan penjelasan guru serta dengan serius berlatih mengerjakan soal. Sedangkan, siswa lainnya tidak mengikuti proses pembelajaran dengan serius karena merasa bosan.
3. Berdasarkan hasil observasi awal ditemukan bahwa sebagian besar siswa belum menguasai materi prasyarat sehingga mempengaruhi hasil belajar siswa dalam penelitian ini.

Setelah dilakukan perhitungan statistik terhadap hasil belajar siswa untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar melalui uji perbedaan rata-rata dengan menggunakan uji-t. Hasil dari uji-t menunjukkan nilai $t_{hitung} = 0,341$ lebih kecil dari nilai $t_{tabel} = 2,0032$ dan *Sig. (2-tailed)* lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yakni 0,734, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TGT dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 12 Ambon yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe TGT dan model pembelajaran langsung pada materi limit fungsi aljabar. Hal ini terlihat dari rata-rata hasil belajar siswa pada kelas eksperimen yaitu 43,10 dan kelas kontrol yaitu 41,26, yang menunjukkan hasil yang relatif sama. Tidak adanya perbedaan ini didukung pula dengan hasil pengolahan data untuk uji-t, yakni $t_{hitung} = 0,341$ lebih kecil dari nilai $t_{tabel} = 2,0032$ dan nilai *Sig. (2-tailed)* lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ yakni 0,734.

Daftar Pustaka

- Hasratuddin. 2014. *Pembelajaran Matematika Sekarang dan yang akan Datang Berbasis Karakter*. (<http://jurnal.unsyiah.ac.id/DM/article/download/2075/2029>, diakses tanggal 11 Maret 2016)
- Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Kurniawan, A. P. 2009. *Keefektifan Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT (Teams Games Tournament) pada Pokok Bahasan Jajar Genjang dan Belah Ketupat di Kelas VII SMP Laboratorium YDWP UNESA*. Jurnal Pendidikan Matematika No. 1. Vol. 4. Surabaya: Program Studi Pendidikan Matematika PPs UNESA
- Purwanto. 2009. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Ratumanan, T. G. 2015. *Belajar dan Pembelajaran serta Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Yogyakarta: Pensil Komunika.
- Ratumanan, T. G & Laurens, Th. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Riduwan. 2013. *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru-Karyawan dan Peneliti Pemula*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Susanto, A. 2014. *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar*. Jakarta: Kencana.
- Warsono & Hariyanto. 2014. *Pembelajaran Aktif: Teori dan Asesmen*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Widaningsih, D. 2010. *Perencanaan Pembelajaran Matematika*. Bandung: Rizqi Press