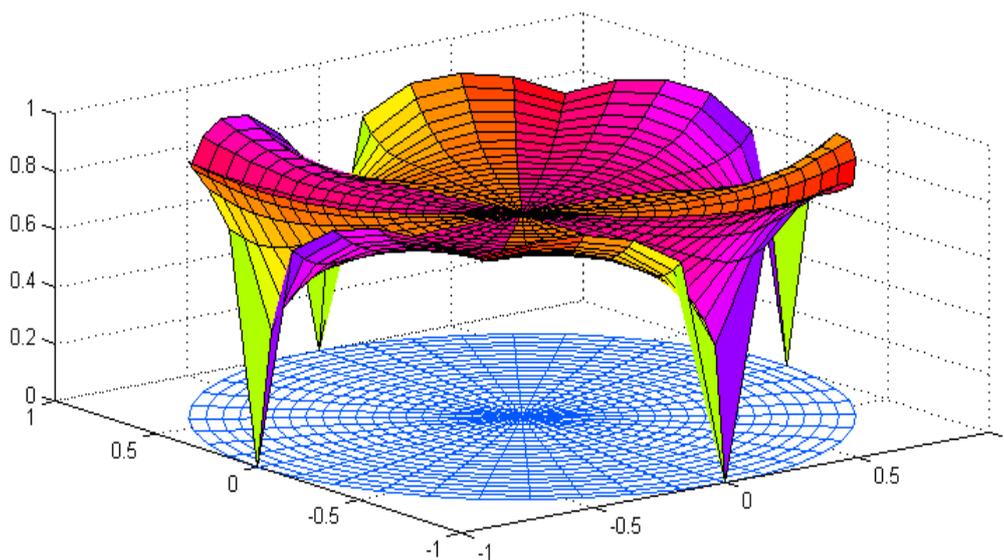


Barekeng

jurnal ilmu matematika dan terapan

p-ISSN 1978-7227 e-ISSN 2615-3017



Barekeng

jurnal ilmu matematika dan terapan

merupakan Jurnal Ilmu Matematika dan Terapannya sebagai suatu media informasi ilmiah yang menyajikan artikel (naskah) hasil penelitian meliputi bidang-bidang, sebagai berikut: matematika (analisis, aljabar & teori bilangan), matematika terapan, statistika, kontrol dan optimasi, matematika diskrit & kombinatorik, pemodelan & simulasi, fisika matematika, analisis numerikal, logika, geometri & topologi, pendidikan matematika dan matematika komputer. Jurnal ini diterbitkan tiga kali dalam setahun yaitu pada bulan Maret, Agustus dan Desember. Artikel atau naskah-naskah di dalam jurnal ini merupakan hasil-hasil penelitian pribadi ataupun kelompok yang belum pernah diterbitkan di jurnal-jurnal atau majalah ilmiah lainnya.

Diterbitkan oleh:

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Pattimura

Ambon

Maret 2019

Copyright © Jurusan Matematika FMIPA Unpatti 2019

PENANGGUNG JAWAB

Ketua Jurusan Matematika
FMIPA - Universitas Pattimura

KETUA DEWAN REDAKSI (EDITOR IN CHIEF)

Yopi Andry Lesnussa, S.Si., M.Si

PENYUNTING AHLI

Prof. Dr. Thomas Pentury, M.Si. (Universitas Pattimura, Ambon)
Prof. Dr. Th. Laurens, M.Pd. (Universitas Pattimura, Ambon)
Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya)
Prof. Dr. Budi Nuraini, MS. (Universitas Padjajaran, Bandung)
Prof. Drs. Marjono, M.Phil., Ph.D. (Universitas Brawijaya, Malang)
Prof. Dr. T. G. Ratumanan, M.Pd. (Universitas Pattimura, Ambon)
Subchan, M.Sc., Ph.D. (Institut Teknologi Kalimantan (ITK), Balikpapan)
Dr. Atje Setiawan Abdullah, MS., M.Kom. (Universitas Padjajaran, Bandung)
Dr. Ikha Magdalena, M.Si. (Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung)
Dr. Rr. Kurnia Novita Sari, M.Si (Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung)
Dr. Sobri Abusini, MT. (Universitas Brawijaya (UB), Malang)
Dr. Fajar Adi Kusumo, M.Si. (Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta)
Dr. Sumardi, M.Si. (Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta)
Dr. Sutikno, S.Si., M.Si. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya)
Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom. (Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor)

ASISTEN PENYUNTING (EDITORIAL TEAM)

M. I. Tilukay, S.Si, M.Si. (Managing Editor)
B. P. Tomasouw, S.Si., M.Si. (Production Editor)
Muh. Y. Matdoan, S.Si, M.Si. (Section Editor)
N. Lewaherilla, ST., M.Si. (Proofreader)
J. E. T. Radjabaycolle, S.Si., M.Cs. (Copy Editor)
Venn Y. I. Ilwaru, S.Si., M.Si. (Layout Editor)

PENERBIT (PUBLISHER)

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura Ambon,
bekerjasama dengan
Himpunan Matematika Indonesia (*The Indonesian Mathematical Society*/ IndoMS)

SEKRETARIAT & ALAMAT EDITOR (EDITORIAL ADDRESS)

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pattimura

Alamat : Kampus FMIPA Universitas Pattimura

Jln. Ir. M. Putuhena, Poka 97233, Ambon – Maluku, Indonesia

Website : <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/>

Email: barekeng.math@yahoo.com; barekeng.jurmath@gmail.com; Telp./HP.: 085243358669

Ucapan Terima Kasih bagi Penyunting Pelaksana (Reviewer) Volume 13 Nomor 1 Maret 2019

Redaksi BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan, mengucapkan terima kasih kepada para penyunting (reviewer) yang telah menelaah dan menyunting naskah BAREKENG pada terbitan Volume 13 Nomor 1, Edisi Maret 2019, berikut:

1. Dr. Faridatul Masruroh, M.Si. (STKIP PGRI Jombang, Jombang)
(Email : faridatul@stkipjb.ac.id)
2. Dr. Ajeng Gelora Mastuti, M.Pd. (IAIN Ambon, Ambon)
(Email : ajeng.gelora.mastuti@iainambon.ac.id)
3. Lexy J. Sinay, S.Si., M.Sc. (Universitas Pattimura, Ambon)
(Email : lexyjz@gmail.com)
4. Ferry Kondo Lembang, S.Si., M.Si. (Universitas Pattimura, Ambon)
(Email : ferrykondolembang@gmail.com)
5. Dr. Christina M. Laamena, M.Sc. (Universitas Pattimura, Ambon)
(Email : christinmath18@gmail.com)
6. Dr. Rusdiana, S.Pd., M.Pd. (Universitas Mulawarman, Samarinda)
(Email : ana_diana183@yahoo.com)
7. Putriaji Hendikawati, S.Si., M.Pd., M.Sc. (Universitas Negeri Semarang, Semarang)
(Email : putriaji.mat@mail.unnes.ac.id)
8. Hasbi Yasin, S.Si., M.Si. (Universitas Diponegoro, Semarang)
(Email : hasbiyasin@live.undip.ac.id)
9. Angga Dwi Mulyanto, M.Si. (Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang)
(Email : angga.dwi.m@mat.iun-malang.ac.id)
10. Rina Amelia, S.Si., M.Si. (Universitas Bangka Belitung, Kepulauan Bangka Belitung)
(Email : rynamelia.babel@gmail.com)
11. Djihad Wungguli, S.Si., M.Si. (Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo)
(Email : djihad@ung.ac.id)
12. Any Muanalifah, S.Si., M.Si. (UIN Walisongo Semarang, Semarang)
(Email : any.muanalifah@walisongo.ac.id)
13. Henry W. M. Patty, S.Si., M.Sc. (Universitas Pattimura, Ambon)
(Email : henrywmpatty81@gmail.com)
14. Fitriani, M.Sc. (Universitas Lampung, Lampung)
(Email : fitriani.1984@fmipa.unila.ac.id)
15. Elohansen Padang, S.Si., MT. (Universitas Papua, Papua)
(Email : elohansen_padang@yahoo.co.id)
16. Dr. Ikah N. P. Pemanasari (Institut Teknologi Sumatera, Lampung)
(Email : ikahning@fi.itera.ac.id)



PENELITIAN

- | | | |
|--|--|------------------|
| <p>PENINGKATAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE MAKE A MATCH (Suatu Kajian Pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon)
<i>The Improvement of Students' Mathematical Achievement through the Application of Cooperative Learning Type Make a Match (A Study on 8th Grade Students of SMP Negeri 15 Ambon)</i></p> | <p>Thasya Juliet Titahena
Maggy Gaspersz
Darma Andreas Ngilawajan</p> | <p>001 - 008</p> |
| <p>MODEL ARCH(1) DAN GARCH(1,1) PADA PERAMALAN HARGA SAHAM PT. COWELL DEVELOPMENT Tbk.
<i>Arch(1) and Garch(1,1) Model in Stock Price Forecasting of Cowell Development Corp.</i></p> | <p>Rosna Ningsih Bilondatu
Nurwan
Dewi Rahmawaty Isa</p> | <p>009 - 018</p> |
| <p>EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION (TAI) DAN GROUP INVESTIGATION (GI) TERHADAP PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA DITINJAU DARI MOTIVASI BELAJAR SISWA
<i>Effectiveness of Team Assisted Individualization (TAI) and Group Investigation (GI) Learning Models on Mathematical Learning Achievement Viewed from Student Learning Motivation</i></p> | <p>Erny Untari
Ana Wahyuningrum</p> | <p>019 - 024</p> |
| <p>PEMILIHAN MODEL TERBAIK PADA ANALISIS REGRESI LINIER MULTIVARIAT DENGAN KRITERIA AIC
<i>Best Model Election on Multivariate Linear Regression Analysis with AIC Criterion</i></p> | <p>Marlon S. Noya van Delsen
Salmon N. Aulele
Henry W. M. Patty
Natalia Kelbulan</p> | <p>025 - 032</p> |
| <p>ANALISIS REGRESI LOGISTIK ORDINAL TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI WAKTU KELULUSAN MAHASISWA S1 DI FMIPA UNPATTI AMBON TAHUN 2016 DAN 2017
<i>Ordinal Logistic Regression Analysis of Factors Influencing Graduation Time for Students in FMIPA Unpatti Ambon on 2016 and 2017</i></p> | <p>Mozart Winston Talakua
Albertina Ratuanak
Venn Yan Ishak Ilwaru</p> | <p>033 - 038</p> |
| <p>JADWAL PELAYANAN SISTEM ANTREAN 5 SERVER DALAM ALJABAR MAX-PLUS INTERVAL
<i>Queue System Service Schedule for 5 Servers in Interval Max-Plus Algebra</i></p> | <p>Sri Rejeki P. W. Pramesthi
Fanny Adibah</p> | <p>039 - 046</p> |
| <p>PENERAPAN TEORI BILANGAN UNTUK MENENTUKAN KONGRUENSI PADA LAMPU LALU LINTAS
<i>Application of Number Theory to Determine Congruence in Traffic Lights</i></p> | <p>Rizal Dwi Wardani
Muh. Shobri Kurniawan</p> | <p>047 - 052</p> |
| <p>ESTIMASI KECEPATAN DAN PANJANG LARIAN LONGSOR BERDASARKAN PENDEKATAN LONGSOR ELM
<i>Estimates of Velocity and Slide Travel Distance using ELM Sliding Approach</i></p> | <p>Matheus Souisa
Sisca M. Sapulete
Sean O. Souisa</p> | <p>053 - 060</p> |

BAREKENG: Jurnal ilmu matematika dan terapan

Terakreditasi Nasional pada Peringkat 3 (SINTA 3)

Surat Keputusan (SK)

Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi,

No.: 34/E/KPT/2018,

dan telah Ter-indeks:



<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/>



barekeng.math@yahoo.com; barekeng.jurmath@gmail.com;



CP. : 085243358669

**PENINGKATAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA
MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF
TIPE MAKE A MATCH
(Suatu Kajian Pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon)**

*The Improvement of Student's Mathematical Achievement through the
Application of Cooperative Learning Type Make a Match
(A Study on 8th Grade Students of SMP Negeri 15 Ambon)*

Thasya Juliet Titahena¹, Maggy Gaspersz², Darma Andreas Ngilawajan^{3*}

^{1,2} Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Pattimura
Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, 97233, Provinsi Maluku, Indonesia

e-mail: ¹thasyatitahena36@gmail.com; ²magygsz.mg.@gmail.com; ^{3*}dngilawajan@kip.unpatti.ac.id;
Corresponding author*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* dalam mempelajari materi sistem persamaan linier dua variabel di kelas VIII SMP. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon yang berjumlah 24 orang siswa. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas dan guru berperan sebagai pengajar dengan berlangsung dalam 2 siklus. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tes dan format observasi. Teknik analisis yang digunakan adalah teknik analisis kualitatif dan teknik analisis data kuantitatif. Hasil belajar siswa pada siklus I menunjukkan bahwa 12 orang siswa memperoleh hasil yang kurang dari KKM (<73) dan 12 orang siswa yang hasil belajarnya mencapai KKM (≥ 73). Sedangkan pada siklus II, jumlah siswa yang mencapai KKM (≥ 73) sebanyak 17 orang dan yang tidak mencapai KKM sebanyak 7 orang. Dari siklus I ke siklus II, terjadi peningkatan hasil belajar dari 5 orang siswa (20,83%) yang sebelumnya tidak mencapai KKM pada siklus I. Dengan demikian, penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem persamaan linier dua variabel di kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon.

Kata Kunci : Hasil belajar, model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match*.

Abstract

This research is intended to find out the improving of student's achievement by using cooperative learning model on type *Make a Match* in learning the topic linear equation system on two variables for 8th grade students. The subjects in this research are 24 students of class VIII at SMP Negeri 15 Ambon. This research is classroom action research which conducted in two cycles. Research's data was collected by using test and observation form. Data was analyzed by using qualitative data analysis and quantitative data analysis. The result shows that students' achievement are improved in from cycle I to cycle II, whereas in cycle I is only 50% or 12 students who have achievement ≥ 73 but in cycle II there are 17 students who achieved results ≥ 73 . In precisely, there are 5 students (20,83%) who improved in cycle II which previously didn't eligible in cycle I. According to the result, there can be concluded that the implementation of cooperative learning on type *Make a Match* can improve 8th grade students' achievement on the topic of linear equation system on two variables at SMP Negeri 15 Ambon.

Keywords: Achievement, cooperative learning on the type *Make a Match*

Diterima: 16 Oktober 2018

Direvisi: 23 Januari 2019

Disetujui: 27 Februari 2019

1. 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. Matematika merupakan salah satu bidang studi yang ada pada semua jenjang pendidikan, mulai dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Matematika sebagai salah satu ilmu dasar, baik aspek terapannya maupun aspek penalarannya, mempunyai peranan yang penting dalam upaya penguasaan ilmu dan teknologi [2]. Menyadari pentingnya matematika dalam berbagai ilmu pengetahuan dan aspek kehidupan maka guru harus lebih kreatif dalam menerapkan model pembelajaran sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan guru tidak hanya menjadi pemeran utama tetapi sebagai fasilitator yang menjadikan siswa sebagai pemeran utama dalam jalannya proses belajar mengajar.

Berdasarkan observasi, peneliti menemukan bahwa guru kurang menciptakan suasana kelas yang menyenangkan. Metode yang digunakan selama pembelajaran adalah metode kerja kelompok, namun metode kelompok yang diterapkan masih sebatas kerja kelompok yang bersifat tradisional yang menempatkan siswa dalam kelompok-kelompok untuk mengerjakan tugas yang diberikan. Metode semacam ini tentu kurang memberikan hasil yang maksimal terhadap hasil belajar siswa dikarenakan kurang memperhatikan keterlibatan seluruh anggota kelompok. Hal-hal tersebut membuat jalannya proses belajar mengajar tidak efektif sehingga kurang memberikan hasil yang optimal terhadap hasil belajar siswa.

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan guru mata pelajaran hasil belajar pada materi SPLDV kurang memuaskan karena siswa masih kesulitan dalam memahaminya padahal materi ini merupakan materi yang mempunyai kegunaan dalam memecahkan masalah di kehidupan nyata dan ketika konsep SPLDV telah dipahami dengan baik maka konsep lain dijenjang yang lebih tinggi misalnya materi program linier pada tingkat SMA siswa dapat dengan mudah memahaminya.

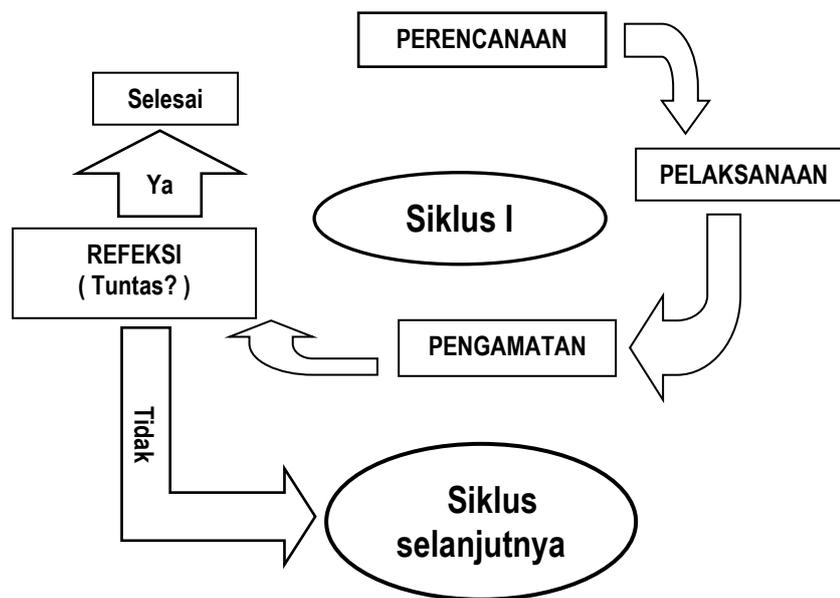
Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match*. Model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* dipilih dengan alasan bahwa model ini dapat mengaktifkan semua siswa dalam pembelajaran karena setiap siswa diberi kesempatan yang sama untuk terlibat dalam pembelajaran yang disetting dalam bentuk permainan kartu, dimana setiap siswa diharuskan mencari kecocokan jawaban antara kartu soal dan kartu jawaban. Melalui aktivitas tersebut, diharapkan dapat menguatkan pemahaman konsep yang baik pada siswa. Perlunya dilakukan Penelitian Tindakan Kelas karena setiap siswa diharuskan mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sesuai tuntutan kurikulum, namun pada kenyataannya masih banyak siswa yang belum bisa mencapai KKM akibat penerapan model pembelajaran konvensional yang cenderung membuat siswa menjadi pasif dalam pembelajaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi: 1) Peneliti, dapat memberikan pengetahuan dan wawasan sebagai calon guru sehingga mampu menerapkan model pembelajaran yang tepat khususnya model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match*. 2) Siswa, dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV). 3) Guru, memperoleh sumbangan pemikiran tentang model pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa. 4) Sekolah, mendapat sumbangan pemikiran dalam proses pembelajaran matematika dengan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* pada khususnya dan untuk kemajuan sekolah pada umumnya.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon Pada Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Make a Match*”

2. METODE PENELITIAN

Tipe penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan model Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Penelitian ini dilakukan di SMP Negeri 15 Ambon, yang berlangsung dari tanggal 30 November 2017 – 13 Desember 2017. Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII₇ SMP Negeri 15 Ambon. Jumlah siswa sebanyak 24 orang dan dalam praktiknya siswa dibagi menjadi 6 kelompok yang beranggotakan 4 orang dengan kemampuan yang berbeda-beda di setiap kelompok.

Desain penelitian yang digunakan adalah desain PTK model John Elliot yang dikembangkan berdasarkan konsep dasar Kurt Lewin yaitu (1) Perencanaan, (2) Tindakan, (3) Pengamatan, (4) Refleksi. Desain penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1, berikut:



Gambar 1. Desain Model PTK John Elliot

Penerapan model PTK John Elliot dalam penelitian ini secara rinci, sebagai berikut:

1. Perencanaan Tindakan Siklus I

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis kurikulum untuk mengetahui kompetensi dasar yang hendak dimiliki siswa. Adapun kegiatan yang peneliti lakukan, sebagai berikut:

- a. Membuat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) 01 & 02 sesuai dengan sintaks model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match*
- b. Menyusun Bahan Ajar (BA) dan Lembaran Kerja Siswa (LKS) 01 & 02
- c. Menyusun kartu soal dan kartu jawaban 01 & 02
- d. Menyusun soal tes akhir siklus pertama
- e. Membuat lembar observasi, baik untuk guru maupun untuk siswa
- f. Menetapkan kriteria, yaitu pelaksanaan tindakan perbaikan dikatakan berhasil jika 65% siswa mencapai ketuntasan belajar minimum, yakni 73.

2. Pelaksanaan Tindakan Siklus I

Melaksanakan proses belajar mengajar yang mengacu pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang telah dibuat.

3. Pengamatan Data Siklus I

Kegiatan ini dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan tindakan. Adapun pengamatan yang dilakukan sebagai berikut.

- a. Melakukan pengamatan terhadap aktivitas siswa
- b. Melakukan pengamatan terhadap pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan oleh guru.

4. Refleksi Siklus I

Hasil yang diperoleh dalam pengamatan kemudian dianalisis. Dari hasil analisis, peneliti dapat melakukan refleksi, apakah ada peningkatan pada kegiatan yang telah dilakukan dan apa saja kekurangan yang harus diperbaiki.

Dari hasil refleksi siklus I dilakukan perencanaan tindakan siklus II, pelaksanaan tindakan siklus II, pengamatan data siklus II, refleksi siklus II dan seterusnya sampai skenario pembelajaran dapat diselesaikan.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tes Hasil Belajar

Tes dilakukan secara tertulis pada akhir pembelajaran setiap siklus, serta dilakukan secara individu yang diawasi oleh guru, peneliti dan 2 orang observer. Hasil tes yang diperoleh data hasil belajar dan data ketuntasan klasikal yang digunakan untuk mengukur keberhasilan penelitian dengan melihat pada indikator keberhasilan yang telah ditetapkan.

2. Pengamatan (*Observation*)

Pengamatan dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung. Para observer akan mengamati aktivitas siswa dan juga aktivitas guru selama proses pembelajaran. Pengamatan dilakukan dengan cara mengisi format observasi oleh 3 orang observer.

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

1. Analisis Data Kuantitatif

Analisis data kuantitatif menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui hasil belajar siswa. Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar yang diperoleh sebelum dan sesudah tindakan, rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Hasil Belajar} = \frac{\text{Jumlah skor jawaban siswa yang benar}}{\text{Jumlah keseluruhan skor}} \times 100$$

Siswa memperoleh hasil belajar sama dengan atau lebih dari 73, maka siswa tersebut dapat dikatakan telah tuntas dalam pembelajaran. Sedangkan siswa dikatakan belum tuntas dalam pembelajaran jika hasil belajarnya kurang dari KKM (KKM = 73). Selanjutnya untuk mengetahui ketuntasan secara klasikal digunakan rumus:

$$\text{Ketuntasan Klasikal (\%)} = \frac{\text{Jumlah siswa yang mencapai KKM}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

2. Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif dianalisa dengan model analisis interaktif yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman [4], yaitu:

a) Reduksi data

Dalam penelitian ini, data-data yang direduksi adalah hasil observasi guru dan siswa yang dianggap tidak penting. Data hasil tes siswa kelas VIII seluruhnya diambil untuk analisis lebih lanjut.

b) Penyajian dan pemaparan data

Data yang peneliti gunakan untuk analisis lebih lanjut, selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram dan uraian singkat.

c) Penarikan Kesimpulan

Data-data yang telah disajikan dalam bentuk diagram dan uraian singkat kemudian dirangkum dan dibuat kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan peningkatan hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon pada materi SPLDV dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match*. Pelaksanaan pembelajaran dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 2 siklus yang masing-masing siklus pembelajaran dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan dan pertemuan kedua akan diakhiri dengan tes hasil belajar. Setiap kali pembelajaran dimulai dengan memberikan motivasi kepada siswa, menyampaikan indikator dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, dan menyampaikan apersepsi.

Pada siklus pertama dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan dengan materi pertemuan pertama adalah PLSV dan PLDV, pertemuan kedua adalah SPLDV, variabel dan koefisien pada SPLDV, Akar dan bukan akar SPLDV. Adapun kompetensi dasar dan indikator pembelajaran sebagai berikut:

Kompetensi Dasar:

A. Menyelesaikan Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV)

Indikator:

1. Menentukan perbedaan PLSV dan PLDV
2. Menentukan penyelesaian PLSV dan PLDV
3. Mengenal SPLDV dalam berbagai bentuk dan variabel
4. Mengenal variabel dan koefisien SPLDV
5. Membedakan akar dan bukan akar SPLDV

Pada siklus kedua dilakukan sebanyak 2 pertemuan dengan materi pada pertemuan pertama adalah menyelesaikan SPLDV, materi pada pertemuan kedua adalah SPLDV dengan Pecahan. Kompetensi dasar dan indikator untuk pertemuan kedua, sebagai berikut:

Kompetensi Dasar:

B. Menyelesaikan Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV)

Indikator:

1. Menentukan penyelesaian SPLDV dengan substitusi, eliminasi, dan grafik
2. Menentukan penyelesaian SPLDV dalam bentuk pecahan.

Pada akhir tiap siklus diadakan tes guna mengetahui hasil belajar siswa untuk mengukur tingkat keberhasilan siswa dalam memahami materi SPLDV. Hasil belajar pada siklus I dan siklus II dapat disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, berikut:

Tabel 1. Nilai Tes Akhir Siklus I

Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM)	Frekuensi	Persentase
≥ 73	12	50%
< 73	12	50%

Berdasarkan Tabel 1, maka terlihat bahwa ada 12 orang siswa (50%) yang mencapai nilai KKM, yaitu 73. Sementara siswa yang belum mencapai nilai KKM ada 12 orang siswa (50%).

Tabel 2. Nilai Tes Akhir Siklus II

Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM)	Frekuensi	Persentase
≥ 73	17	70,83%
< 73	7	29,17%

Dari Tabel 2, terlihat bahwa ada 17 orang siswa (70,83%) yang mencapai nilai KKM, yaitu 73. Sementara siswa yang belum mencapai nilai KKM ada 7 orang siswa (29,17%).

3.2. Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian ini didasarkan pada hasil pengamatan yang dilanjutkan dengan refleksi setiap siklus. Penelitian tindakan kelas ini terdiri dari dua siklus, siklus I dan II terdiri dari dua kali pertemuan. Subjek dalam penelitian ini terdiri dari 24 siswa dan semua siswa memiliki data yang lengkap pada proses pertemuan.

Data hasil tes pada siklus I diperoleh setelah melakukan tindakan pada pertemuan pertama dan kedua. Data tersebut menunjukkan 12 siswa (50%) mencapai nilai lebih dari 73, dan 12 siswa (50%) mencapai nilai kurang dari 73. Ketuntasan yang diperoleh belum mencapai 65% sehingga siklus I belum dikatakan berhasil. Hal ini disebabkan karena sebagian besar siswa belum memahami perbedaan antara PLDV dan SPLDV, juga masih sulit dalam menentukan PLDV. Selain itu, siswa juga masih acuh dan bersikap tidak serius saat mengikuti pembelajaran. Hasil refleksi pada siklus I menunjukkan bahwa ada kekurangan dan kelemahan yang berkaitan dengan proses pembelajaran menyangkut aktivitas siswa, yaitu dalam pembelajaran siswa belum terlihat serius, ada yang aktif tetapi ada juga yang lebih banyak bermain, bersikap acuh, dan lebih sibuk dengan kesibukan sendiri. Begitu juga ketika berkelompok, terdapat siswa yang hanya diam, tidak berusaha mengeluarkan pendapat, tidak bekerja sama dalam kelompok, tidak berusaha memecahkan soal pada kartu soal yang diterima maupun tidak berusaha mencari pasangan baik yang memegang kartu soal maupun kartu jawaban. Slameto mengatakan bahwa kerja sama dalam kelompok sangat diperlukan untuk dapat meningkatkan cara berpikir siswa, agar siswa dapat berinteraksi dalam kelompok untuk memecahkan masalah dengan baik [3]. Namun, hal ini belum ditunjukkan oleh siswa saat proses pembelajaran di siklus I. Siswa masih kedapatan kerja sendiri-sendiri, dan saat diskusi

kelompok lebih didominasi oleh siswa yang pandai, dan siswa yang lainnya pasif, tidak berani mengungkapkan pendapat maupun bertanya.

Saat menyelesaikan soal pada kartu dan mencari pasangan, suasana yang tercipta adalah kompetisi antar siswa. Suasana kompetisi mendorong siswa untuk belajar lebih baik lagi. Sofyan dkk mengungkapkan bahwa suasana persaingan akan memberikan kesempatan kepada para siswa untuk mengukur kemampuan dirinya melalui kemampuan orang lain [1]. Selain itu belajar dengan bersaing akan menimbulkan upaya belajar yang sungguh-sungguh.

Siswa diberi kesempatan selama 5 menit untuk menyelesaikan kartu soal selanjutnya mencari pasangan dari kartunya. Setiap kelompok berhasil menyelesaikan kartu soal yang dimiliki. Ada kelompok yang berhasil menemukan pasangan kartunya dan ada kelompok yang berhasil menyelesaikan kartu soalnya dalam 5 menit namun tidak berhasil menemukan pasangannya. Pada pertemuan pertama siswa ZM dari kelompok I, siswa RH dan HS dari kelompok ke II, siswa FE dari kelompok III, siswa GD dan GA dari kelompok IV, siswa AaB dari kelompok V, dan siswa LS dari kelompok VI yang tidak berhasil menemukan pasangan kartunya.

Pada pertemuan kedua, siswa RL dan HS dari kelompok ke II, RM dari kelompok III, GD dari kelompok IV, AB dan AaB dari kelompok V, LK dan MH dari kelompok VI yang tidak berhasil menemukan pasangan kartunya. Ketika telah menemukan pasangan, siswa diminta untuk saling berdiskusi. Hal ini dilakukan untuk menumpuk rasa ingin tahu siswa tentang suatu hal, sehingga mendorong siswa untuk berusaha memecahkan permasalahannya.

Hasil refleksi pada siklus I diperoleh bahwa ada kekurangan dan kelemahan yang perlu diperhatikan dan diperbaiki untuk siklus berikutnya menyangkut aktivitas guru, yaitu guru perlu lebih memperhatikan pengelolaan kelas agar kondisi kelas menjadi lebih kondusif, mengelolah waktu dengan baik, bersikap lebih tegas kepada seluruh siswa, membimbing siswa untuk lebih serius mendiskusikan materi, membimbing siswa untuk lebih serius dalam kerja kelompok.

Pada siklus I juga masih ada siswa yang belum menguasai materi sehingga berdasarkan hasil tes akhir siklus I banyak siswa yang belum mencapai KKM yang ditetapkan dan juga masih banyak siswa yang belum berhasil menemukan pasangan kartunya maka diputuskan untuk melakukan tindakan lanjutan ke siklus berikutnya dengan melakukan perbaikan terhadap kekurangan-kekurangan pada siklus I. Sebelum masuk pada siklus II karena ada materi siklus I yang belum dipahami siswa maka guru melakukan tindakan dengan cara memberikan soal-soal latihan untuk dikerjakan dengan teman sebangku. Saat belum memahami soal mereka akan meminta guru menjelaskan soal tersebut.

Pelaksanaan tindakan pada siklus II telah dilaksanakan dengan baik oleh guru dengan memperhatikan kekurangan-kekurangan yang ditemui pada siklus I. Dari hasil refleksi menunjukkan bahwa adanya peningkatan proses pembelajaran yang berdampak pada peningkatan hasil belajar siswa. Hal ini disebabkan guru sudah bisa mengelolah kelas dan waktu dengan baik, lebih tegas terhadap siswa sehingga siswa semakin serius dan terpacu untuk aktif belajar, juga kerja sama dalam kelompok.

Trinandita menyatakan hal yang paling mendasar yang dituntut dalam proses pembelajaran adalah keaktifan siswa [5]. Menurut Dimiyati ciri-ciri siswa yang memiliki keaktifan apabila ditemukan antusiasme siswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran [5]. Aktivitas belajar yang timbul dari siswa akan menimbulkan terbentuknya pengetahuan dan keterampilan yang akan mengarah pada peningkatan prestasi. Namun pada siklus II ini masih ada beberapa siswa yang kurang antusias dalam menerima pelajaran sehingga terlihat kurang serius, masa bodoh dan acuh tak acuh, dan kurangnya minat dan kemauan untuk belajar sehingga penyerapan materi kurang maksimal.

Sesuai hasil tes akhir siklus II, dapat dilihat bahwa pelaksanaan tindakan pada siklus II telah dilakukan dengan baik dan telah mencapai kriteria ketuntasan yang ditentukan yaitu 65% siswa harus memperoleh nilai lebih dari atau sama dengan 73. Karena telah mencapai indikator ketuntasan, maka penelitian ini berakhir pada siklus II.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dan adanya peningkatan pada siklus II, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* yang diterapkan oleh guru pada pembelajaran di kelas telah terlaksana dengan baik dan pelaksanaan tindakan telah dilakukan dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis tindakan telah tercapai, yaitu hasil belajar siswa kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon mengalami peningkatan pada materi SPLDV dengan menggunakan kooperatif tipe *Make a Match*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di SMP Negeri 15 Ambon, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* membutuhkan dua siklus untuk mencapai ketuntasan minimal dari sebagian besar siswa.
- b. Hasil belajar siswa pada siklus I menunjukkan 12 orang siswa memperoleh hasil yang kurang dari KKM (<73) dan 12 orang siswa yang hasil belajarnya mencapai KKM (≥ 73). Sedangkan pada siklus II, jumlah siswa yang mencapai KKM (≥ 73) sebanyak 17 orang dan yang tidak mencapai KKM sebanyak 7 orang. Dari siklus I ke siklus II, terjadi peningkatan hasil belajar dari 5 orang siswa, atau terjadi nilai peningkatan sebesar 20,83%, dimana 5 orang siswa ini sebelumnya tidak mencapai KKM pada siklus I.
- c. Mengacu pada point a dan b, maka dapat dikatakan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a Match* dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) di kelas VIII SMP Negeri 15 Ambon.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. S. Wakhyuningsih, "Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Make a Match dalam Pembelajaran Matematika Sebagai Upaya Meningkatkan Motivasi dan hasil belajar matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 9 Yogyakarta". Skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2010.
- [2] R. Soedjadi, "Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia", Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, 2000.
- [3] Slameto, "Belajar dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhinya". Jakarta: PT Rineka Cipta, 2010.
- [4] Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D". Bandung: Alfabeta, 2011.
- [5] Susilofy, "Hakikat Belajar, Prestasi Belajar, dan Aktivitas Belajar", 2010.
<http://susilofy.wordpress.com/2010/09/28/hakikat-belajar-prestasi-belajar-dan-aktivitas-belajar/amp>. [Diakses 29 juni 2018]

MODEL ARCH(1) DAN GARCH(1,1) PADA PERAMALAN HARGA SAHAM PT. COWELL DEVELOPMENT Tbk.

Arch(1) and Garch(1,1) Model in Stock Price Forecasting of Cowell Development Corp.

Rosna Ningsih Bilondatu¹, Nurwan^{2*}, Dewi Rahmawaty Isa³

^{1,2,3} *Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo
Jln. Jenderal Sudirman, No. 6 Kota Gorontalo, Indonesia*

e-mail: ¹rosnabilondatu@yahoo.com; ^{2}nurwan@ung.ac.id; ³dewirahmawatyisa@gmail.com;
Corresponding author**

Abstrak

Penelitian ini memfokuskan pada peramalan harga saham PT. Cowell Development Tbk. menggunakan data pada Januari 2013 sampai Desember 2016. Hasil analisis diperoleh model terbaik adalah model ARIMA(2,1,12). Hasil pengujian asumsi residual white noise menggunakan uji Ljung-Box menunjukkan bahwa model ARIMA(2,1,12) merupakan residual white noise. Hasil uji ARCH-LM menunjukkan data mengandung efek heteroskedastisitas atau unsur ARCH. Model yang diajukan dalam penelitian ini adalah ARCH(1) dan GARCH(1,1). Nilai AIC dan BIC terkecil dari dua model ini adalah ARCH(1). Model ARIMA(2,1,12) dengan residual ARCH(1) merupakan model terbaik untuk meramalkan saham PT. Cowell Development Tbk. Penerapan model ARCH(1) untuk meramalkan harga saham PT. Cowell Development Tbk selama 10 hari periode 2013-2016, menunjukkan bahwa peramalan sudah mendekati data faktual dengan nilai MAPE sebesar 0,043%. Hal ini memberikan indikasi hasil peramalan sudah mendekati data faktual.

Kata Kunci : ARIMA, ARCH, GARCH, MAPE, Peramalan.

Abstract

This study focused on forecasting the stock price of PT. Cowell Development Tbk. using data from January 2013 to December 2016. The results of the analysis are obtained the best model is the ARIMA(2,1,12). The test results residual white noise assume using the Ljung-Box test shows that the model ARIMA(2,1,12) is residual white noise. The ARCH-LM test results show data that contains heteroscedasticity effect or ARCH element. The smallest AIC and BIC values of these two models is ARCH(1). Model ARIMA(2,1,12) with ARCH(1) residual is the best model for forecasting PT. Cowell Development Tbk. Application of model ARCH(1) to forecast the stock price of PT. Cowell Development Tbk for 10 days in the 2013-2016 period, shows that forecasting has approached factual data with MAPE value of 0.043%. This indicates that the forecasting results closer to factual data.

Keywords: ARIMA, ARCH, GARCH, MAPE, Forecasting.

Diterima : 29 Oktober 2018

Direvisi: 14 Februari 2019

Disetujui: 18 Februari 2019

1. PENDAHULUAN

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan salah satu bentuk pasar modal yang ada di Bursa Efek Indonesia (BEI). Kebijakan pemerintah dalam bidang ekonomi sangat dipengaruhi oleh pergerakan IHSG. Indeks ini menggambarkan keadaan harga-harga saham dari semua perusahaan di Indonesia yang tercatat. Setiap investor dalam perdagangan selalu dihadapkan kepada pilihan membeli atau menjual saham. Para investor harus mempertimbangkan dua hal, yaitu tingkat pengembalian (*return*) saham dan juga risiko dari investasi saham tersebut. Keuntungan dari mengetahui resiko adalah dapat mengubah perilaku pemilik saham untuk meminimumkan terjadinya risiko. Sedangkan *return* merupakan keuntungan bagi investor yang melakukan investasi saham [11].

Pergerakan saham terkadang terdapat data yang relatif tinggi dan turun pada waktu tertentu. Keadaan ini merupakan kategori heteroskedastisitas atau adanya gangguan. Kondisi ini dapat diramalkan menggunakan model ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) [12]. Model ARCH yang dikembangkan oleh Engle pada tahun 1982 dan disempurnakan oleh Tim Bollerslev pada tahun 1986. Penyempurnaan model ini adalah memasukan *error term* dimasa lalu dan varian *error term* dimasa lalu. Hasil penyempurnaan model ARCH dikenal dengan nama model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) [12], [1]. Penelitian tentang pasar modal di Indonesia khususnya pada saham-saham terpilih yaitu Indeks saham LQ 45 melalui penerapan model GARCH. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model GARCH(1,1) memberikan hasil koefisien yang lebih signifikan [2]. Pada dasarnya data runtun waktu tidak semuanya memiliki variansi konstan. Variansi merupakan variabel dalam statistik yang menggambarkan seberapa jauh perubahan data terhadap rata-ratanya. Model ARCH merupakan model autoregresif dalam keadaan variansi tidak konstan. Peramalan dengan model ARCH dapat kita lakukan cukup dengan adanya data runtun waktu tunggal. Peramalan dengan model ini tidak perlu memandang aspek-aspek lain yang dapat mempengaruhi perubahan data runtun waktu. Penelitian ini membandingkan model ARCH (1) dan GARCH (1,1) untuk meramalkan harga saham dengan sampel PT. Cowell Development Tbk.

1.1 Fungsi autokorelasi (ACF) dan Fungsi Parsial Autokorelasi (PACF)

Autokorelasi merupakan korelasi antar data pengamatan suatu data runtun waktu. Koefisien autokorelasi untuk *lag-k* diberikan dengan rumus [3].

$$\rho_k = \frac{E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)}{\sqrt{E(X_t - \mu)^2} \sqrt{E(X_{t+k} - \mu)^2}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (1)$$

dimana:

μ = rata-rata

γ_k = autokovariansi pada *lag-k*

ρ_k = autokorelasi pada *lag-k*

t = waktu pengamatan, $t = 1, 2, 3, \dots$

Fungsi autokorelasi merupakan hubungan antara koefisien autokorelasi dengan *lag*-nya. Koefisien autokorelasi untuk *lag-k* dari data runtun waktu diberikan dengan rumus [3].

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \quad (2)$$

dimana:

r_k = koefisien autokorelasi pada *lag-k*

k = selisih waktu

n = jumlah populasi

ρ_k = rata-rata dari pengamatan

x_t = pengamatan pada waktu ke-t

x_{t+k} = pengamatan pada waktu ke $t+k$, $k=1,2,3\dots$

Uji signifikansi dari koefisien autokorelasi mengacu pada hipotesis:

$H_0 : \rho_k = 0$; Koefisien autokorelasi tidak signifikan

$H_1 : \rho_k \neq 0$; Koefisien autokorelasi tidak signifikan

Autokorelasi parsial merupakan korelasi antara X_t dan X_{t+k} dengan mengabaikan ketidakbebasan $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+k-1}$. Persamaan autokorelasi parsial X_t dan X_{t+k} diberikan dengan rumus:

$$X_{t+k} = \phi_{k1} X_{t+k-1} + \phi_{k2} X_{t+k-2} + \dots + \phi_{kk} X_{t+\alpha+k} \quad (3)$$

Uji signifikansi dari koefisien autokorelasi mengacu pada hipotesis:

$H_0 : \phi_{kk} = 0$; Koefisien autokorelasi parsial tidak signifikan

$H_1 : \phi_{kk} \neq 0$; Koefisien autokorelasi parsial signifikan

Statistik uji:

$$t = \frac{\phi_{kk}}{SE\phi_{kk}}; SE\phi_{kk} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Kriteria uji: Tolak H_0 jika $|t_{hit}| > t_{\frac{\alpha}{2}, df}$ [5].

1.2 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA merupakan gabungan antara model *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA). Kedua model tersebut mensyaratkan data yang dianalisis bergerak di sepanjang rata-ratanya yang konstan (stasioner). Jika data tidak stasioner, maka dilakukan proses stasioner data menggunakan proses diferensi.

Model Box-Jenkins biasa disebut dengan dengan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Box dan Jenkins mempopulerkan metode yang terdiri dari tiga tahap dalam memilih model yang cocok untuk melakukan estimasi dan peramalan data runtut waktu univariat, yaitu identifikasi model, estimasi parameter, dan peramalan [7]. Bentuk umum model ARIMA dengan autoregresif orde ke p dan *moving average* orde ke q [7]

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_0 + \beta_1 \varepsilon_t + \beta_2 \varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (5)$$

1.3 Model Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH)

Model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) digunakan untuk mengatasi *error* yang tidak konstan dalam data runtun waktu. Model ARCH diperkenalkan pertama kali oleh Engle pada tahun 1982 [3]. Varians *error* (σ_t^2) pada Model ARCH sangat dipengaruhi oleh *error* diperiode sebelumnya (ε_{t-1}^2). Bentuk umum dari model ARCH adalah [3]:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (6)$$

$$\varepsilon_t = \alpha_t X_t \quad (7)$$

dimana:

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1 \geq 0$$

asumsi:

σ_t dan ε_t saling bebas.

1.4 Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH)

Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) merupakan pengembangan model ARCH dan diperkenalkan oleh Bollerslev pada tahun 1986. Model GARCH (p, q) sebagai berikut [4], [12]:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (8)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t X_t \quad (9)$$

dimana:

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, p$$

$$\beta_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, q$$

$$\alpha_i + \beta_j < 1$$

Model GARCH (1,1) dinyatakan dengan rumus:

$$\sigma_{t-1}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

dimana:

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1 \geq 0 \text{ dan } \beta_1 \geq 0$$

$$\alpha_t^2 = \text{variansi dari error pada waktu } t$$

$$\alpha_0 = \text{komponen konstanta}$$

$$\alpha_1 = \text{parameter pertama dari ARCH}$$

$$\beta_1 = \text{parameter pertama dari GARCH}$$

$$\varepsilon_{t-1}^2 = \text{kuadrat residual pada waktu ke-}t$$

1.5 Uji *Residual White Noise*

Uji *residual White Noise* menggunakan uji Ljung-Box [3] :

$$Q = n(n+1) \sum \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}, \quad n > k \quad (10)$$

Dimana:

k : lag maksimum

n : N-d

N : Jumlah pengamatan

$\hat{\rho}$: Autokorelasi residual untuk lag ke-k

1.6 Kriteria Pemilihan Model terbaik dan *Forecasting*

Kriteria pemilihan model berdasarkan galat dan galat peramalan [5]. Kriteria pemilihan model berdasarkan analisis galat adalah:

1. *Akaike Info Criterion* (AIC)

$$AIC = 2 \ln(l) + 2k$$

2. *Schwarz's Bayesian Criterion* (SBC) atau *Bayesian Information Criterion* (BIC)

$$SBC = -2 \ln(l) + \ln(T)k$$

dimana:

$$l = -\frac{R}{2} \left[1 + \log(2\pi) + \log\left(\frac{\varepsilon \varepsilon'}{R}\right) \right]$$

k = banyaknya parameter
 T = banyaknya pengamatan
 l = nilai fungsi *log likelihood*
 $\varepsilon\varepsilon'$ = kuadrat galat
 R = banyaknya sisaan

Kriteria pemilihan model berdasarkan galat peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* [10]:

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |h_t - \hat{h}_t| \times 100$$

dimana:

l = banyaknya data
 l = ragam faktual
 \hat{h} = ragam dugaan

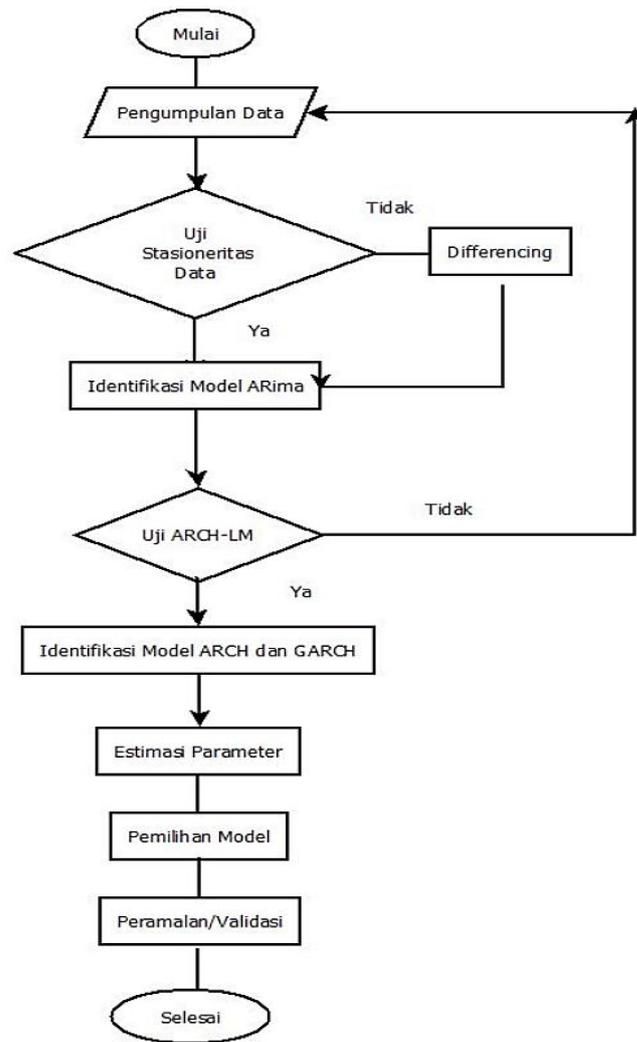
Peramalan yang optimum terlihat pada galat yang dihasilkan. Semakin kecil galat yang dihasilkan, maka semakin akurat peramalan yang dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. Tahap pertama adalah studi pustaka meliputi: kajian literatur melalui buku teks, jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penelitian, dan sumber-sumber *online internet*. Tahapan ini menjadi dasar untuk melakukan analisis permasalahan yang ditetapkan dalam penelitian.
- b. Tahap kedua adalah pengumpulan data. Data diperoleh secara *online* melalui *Finance Yahoo* (finance.yahoo.com). Data yang digunakan adalah Harga Saham PT Cowell Development.Tbk dari januari 2013 sampai Desember 2016 [6].
- c. Tahap ketiga adalah pengujian data yang diperoleh meliputi: uji stasioneritas data, identifikasi model ARIMA, uji ARCH-LM, identifikasi model ARCH dan GARCH, estimasi parameter, pemilihan model dan peramalan/validasi
- d. Tahap keempat adalah penarikan kesimpulan.

Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

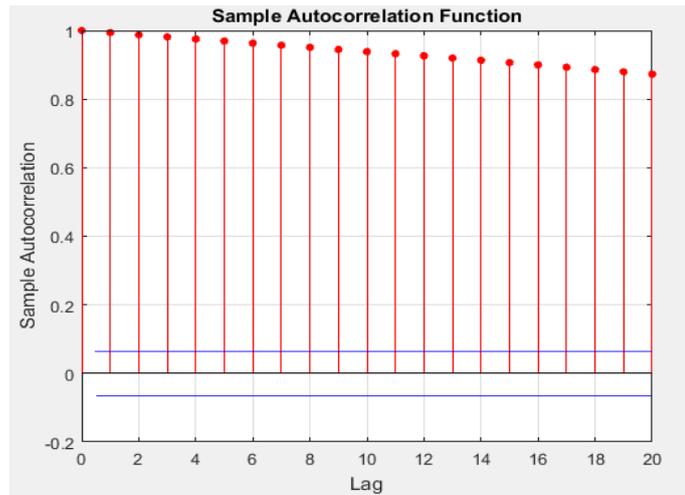
3.1. Uji Stasioneritas

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data pada bulan Januari 2013 sampai Desember 2016 yang diperoleh secara online melalui *finance.yahoo.com* [6]. Data faktual yang digunakan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2, berikut:



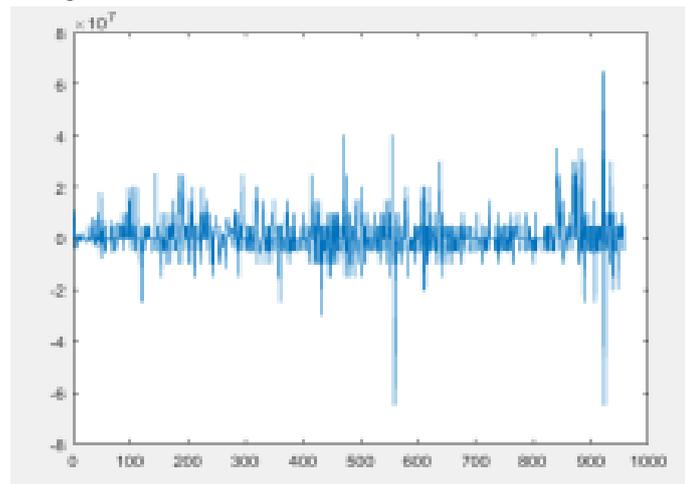
Gambar 2. Data Saham PT. Cowell Development bulan januari 2013 sampai dengan Desember 2016 [6]

Hasil plot *Auto Correlation Function* (ACF) menggunakan data asli PT. Cowell Development ditunjukkan pada Gambar 3.



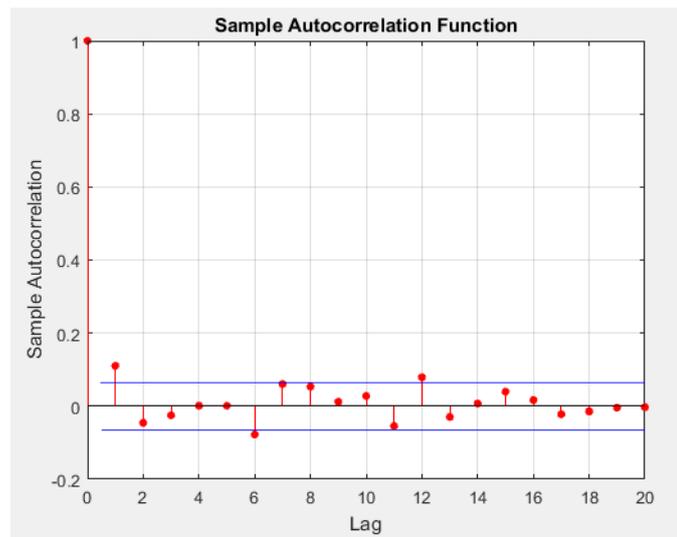
Gambar 3. Plot ACF Data faktual PT. Cowell Development

Berdasarkan plot ACF, terlihat bahwa data faktual tidak stasioner. Oleh karena data tidak stasioner, maka dilakukan *differencing* satu kali untuk memperoleh data runtun waktu yang baru. Hasil plot data runtun waktu yang baru ditunjukkan pada Gambar 4.

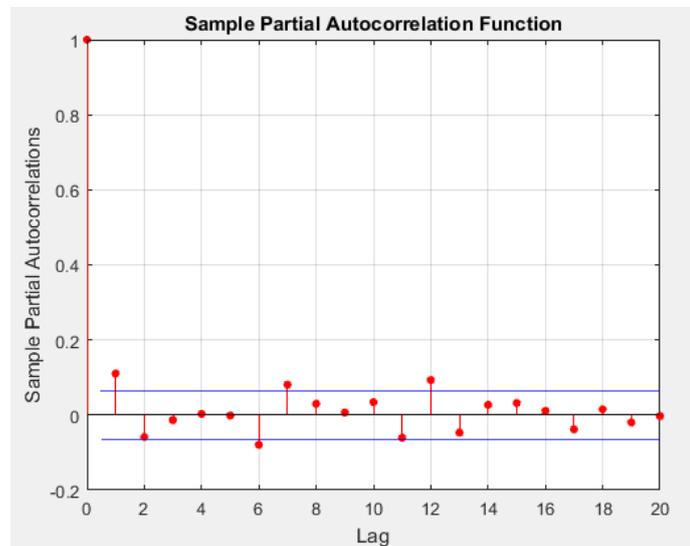


Gambar 4. Plot data setelah dilakukan *differencing* satu kali

Setelah dilakukan *differencing* satu kali, kemudian dilakukan plot ACF seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot ACF setelah *differencing* satu kali



Gambar 6. Plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Berdasarkan plot ACF seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, pada *lag* ketiga mendekati nol dan plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF) pada Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa data stasioner. Berdasarkan grafik ACF dan PACF maka diperoleh model ARIMA sebagai berikut:

ARIMA(2,1,2):

$$\text{harga saham} = 10 + 0,0223484AR(1) - 0,0468558AR(2) - 0,906359MA(1) - 0,0936404MA(2) + \varepsilon_t$$

ARIMA(2,1,7)

$$\text{harga saham} = -7275,54 + 0,0793687AR(1) - 0,421573AR(2) - 0,952475MA(1) - 0,331MA(2) - 0,338548MA(3) - 0,0460106MA(4) - 0,0012775MA(5) - 0,0583303MA(6) + 0,085676MA(7) + \varepsilon_t$$

ARIMA(2,1,12)

$$\text{harga saham} = 9,92975 - 0,391762AR(1) + 0,520264AR(2) - 0,472476MA(1) - 1,03127MA(2) + 0,395538MA(3) + 0,124289MA(4) + 0,00495544MA(5) - 0,0189549MA(6) + 0,108267MA(7) + 0,0800157MA(8) - 0,099418MA(9) + 0,0189549MA(10) - 0,0574785MA(11) + 0,0349046MA(12) + \varepsilon_t$$

ARIMA(7,1,2)

$$\text{harga saham} = 10 + 0,0894492AR(1) - 0,0607639AR(2) - 0,0172518AR(3) - 0,0077317AR(4) + 0,00808745AR(5) - 0,0957012AR(6) + 0,072224AR(7) - 0,967874MA(1) - 0,0246171MA(2) + \varepsilon_t$$

ARIMA(12,1,2)

$$\text{harga saham} = 10 - 0,127725AR(1) - 0,034805AR(2) - 0,0429025AR(3) - 0,00521408AR(4) - 0,00325243AR(5) - 0,0804268AR(6) + 0,0544057AR(7) + 0,0435111AR(8) + 0,00742055AR(9) + 0,0438608AR(10) - 0,0670835AR(11) + 0,0824868AR(12) - 0,736581MA(1) - 0,256181MA(2) + \varepsilon_t$$

Dari model ARIMA yang diperoleh, kemudian ditentukan nilai AIC dan BIC untuk menentukan model terbaik. Nilai AIC dan BIC diperoleh sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai AIC dan BIC Model ARIMA

Model	AIC (10^4)	BIC (10^4)
ARIMA(2,1,2)	3,344274145063612	3,344274145063612
ARIMA(2,1,7)	3,340147231607185	3,337947231607185
ARIMA(2,1,12)	3,338071402701274	3,335871402701274
ARIMA(7,1,2)	3,353804679633980	3,351604679633980
ARIMA(12,1,2)	3,353005367113662	3,350805367113662

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai AIC dan BIC dari ARIMA(2,1,12) adalah 33380,71402701274 dan 33587,1402701274, dengan demikian model ARIMA(2,1,12) merupakan model terbaik. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *residual white noise* menggunakan uji Ljung-Box dengan $\alpha = 0,05$. Hasil pengujian diperoleh *p-value* 0.000 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($0,000 < 0,05$), dengan demikian residual dari persamaan model ARIMA(2,1,12) merupakan *residual white noise*.

Dalam penelitian ini, identifikasi unsur heteroskedastisitas pada data yang diamati dilakukan dengan pengujian ARCH-LM. Hasil uji ARCH-LM diperoleh *p-value* 0.000 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ ($0,000 < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa data mengandung efek heteroskedastisitas atau unsur ARCH.

Model yang diajukan dalam penelitian ini adalah ARCH(1) dan GARCH(1,1), dengan estimasi parameter ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Parameter Model ARCH(1) dan GARCH(1,1)

Model	Parameter	Estimasi
ARCH(1)	α_0	0,000220238
	α_1	0,283139
GARCH(1,1)	α_0	7,55517e-06
	α_1	0,880986
	β_1	0,100194

Berdasarkan parameter pada Tabel 2, diperoleh:
model ARCH(1):

$$\sigma_t^2 = 0,000218394 + 0,303958X_{t-1}^2$$

model GARCH(1,1):

$$\sigma_t^2 = 7,78176e^{-06} + 0,8764X_{t-1}^2 + 1,104696\sigma_{t-1}^2$$

Setelah mengestimasi nilai parameter model ARCH-GARCH, dilakukan pemilihan model terbaik dengan melihat nilai AIC dan BIC terkecil, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai AIC dan BIC

Model	AIC (10^4)	BIC (10^4)
ARIMA(1)	1,466792508988460	1,465792508988460
GARCH(1,1)	1,466801153300554	1,466801153300554

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh kesimpulan model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan harga saham PT. Cowel Development Tbk adalah model ARCH (1) karena model tersebut memiliki nilai AIC dan BIC terkecil.

Berikut hasil peramalan harga saham PT. Cowel Development Tbk dalam kurun waktu 10 hari:

Tabel 4. Perbandingan Data Faktual dan Data Ramalan

Data Faktual	Data Ramalan	Error
1035	1000	0,033
1040	1000	0,038
1040	1000	0,038
1040	1000	0,038
1045	1000	0,043
1045	1000	0,043
1055	1000	0,052
1050	1000	0,047
1055	1000	0,052
1050	1000	0,04

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 4, tidak terdapat error yang cukup besar antara data faktual dan hasil ramalan. Peramalan ARCH (1) didapat nilai MAPE sebesar 0,043 %. Nilai MAPE menunjukkan besarnya rata-rata error yang dihasilkan. Adanya perbedaan antara data faktual dan data ramalan, menunjukkan bahwa semua teknik peramalan tidak akan pernah menyamai data faktual. Hal ini ditunjukkan dengan terdapat selisih atau error antara data faktual dan data ramalan.

4. KESIMPULAN

Model terbaik dalam peramalan saham PT. Cowel Development Tbk adalah ARIMA(2,1,12). Hasil pengujian asumsi *residual white noise* menggunakan uji Ljung-Box menunjukkan bahwa model ARIMA(2,1,12) merupakan *residual white noise* dibuat model ARCH-GARCH. Dalam penelitian ini dipilih model ARCH(1) dan GARCH(1,1). Dari model ini, diperoleh model terbaik berdasarkan nilai AIC dan BIC terkecil adalah model ARCH(1). Hasil penelitian menunjukkan model ARIMA(2,1,12) dengan residual ARCH(1) merupakan model terbaik untuk meramalkan saham PT. Cowel Development Tbk. Model ARCH(1) yang diperoleh berdasarkan data penelitian adalah $\sigma_t^2 = 0,000218394 + 0,303958X_{t-1}^2$. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan model yang lain seperti TGACRH dan EGARCH dan dapat dibandingkan hasilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Widarjono, "Aplikasi Model ARCH Kasus Tingkat Inflasi Indonesia," *Jurnal ekonomi Pembangunan*, vol. 7, no. 1, pp. 71-82, 2002.
- [2] W. Y. Eliyawati, R. R. Hidayat dan D. F. Azizah, "Penerapan Model GARCH (Generalized Autogressive Conditional Heteroscedaticity) untuk Menguji Pasar Modal Efisien di Indonesia," *Jurnal Adminstrasi Bisnis (JAB)*, vol. 7, no. 2, pp. 1-10, 2014.
- [3] W. W. Wei, *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Method*, New York: Pearson Education, 2006.
- [4] M. S. Lo, *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Models*, Simon Fraser University: Simon Fraser University, 2003.
- [5] N. Untari, A. A. Mattjik dan A. Saefuddin, "Analisis Deret Waktu dengan Ragam Galat Heterogen dan Asimetrik," *Forum Statistika dan Komputasi*, vol. 14, no. 1, pp. 22-33, 2009.
- [6] C. JK, "https://finance.yahoo.com/," PT Cowell Development Tbk, 01 April 2018. [Online]. Available: <https://finance.yahoo.com>. [Diakses 1 January 2018].
- [7] W. Enders, *Applied Econometric Time Series*, United States : Wiley Series in Probability and Statistics, 1995.
- [8] S. Makridakis, S. C. Wheelwright dan R. J. Hyn, *Forecasting methods and applications*, United States: John wiley & sons, 2008.
- [9] T. Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity," *Journal of Econometrics*, vol. 31, no. 3, pp. 307-327, 1986.
- [10] Cryer, J. D, Chan dan Kung-Sik, *Time Series Analysis*, Iowa: Springer, 2008.

EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION (TAI) DAN GROUP INVESTIGATION (GI) TERHADAP PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA DITINJAU DARI MOTIVASI BELAJAR SISWA

Effectiveness of Team Assisted Individualization (TAI) and Group Investigation (GI) Learning Models on Mathematical Learning Achievement Viewed from Student Learning Motivation

Erny Untari^{1*}, Ana Wahyuningrum²

^{1,2}Jurusan Pendidikan Matematika, STKIP PGRI Ngawi
Jln. Raya Klitik Km. 05 Kab. Ngawi, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

e-mail: ^{1*}erny1703@gmail.com; ²anawto@gmail.com;
Corresponding author*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan prestasi belajar dari masing-masing model pembelajaran, motivasi serta interaksinya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan populasi seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Kwadungan yang diambil 2 kelas sebagai kelas eksperimen I dan kelas eksperimen II. Sampel penelitian diambil dengan teknik (*purposive sampling*). Teknik pengumpulan data menggunakan metode angket dan metode tes soal kognitif. Uji hipotesis penelitian menggunakan anava dua jalan dengan sel tak sama. Uji lanjut pasca anava menggunakan uji *Scheffe*. Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah (1) Prestasi belajar matematika siswa dengan model *Team Assisted Individualization* lebih baik dibandingkan prestasi belajar matematika siswa dengan model *Group Investigation*, (2) Siswa dengan motivasi tinggi mempunyai prestasi belajar matematika yang relatif sama dengan siswa motivasi sedang, siswa dengan motivasi tinggi dan sedang mempunyai prestasi belajar matematika yang lebih baik dibandingkan siswa dengan motivasi rendah, (3) Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan motivasi terhadap prestasi belajar matematika siswa.

Kata Kunci : Efektivitas, *Group Investigation*, motivasi, prestasi belajar, *Team Assisted Individualization*.

Abstract

This study aims to determine the differences in learning achievement of each learning model, motivation and interaction. This study uses an experimental method with a population of all eighth grade students of State Middle School 2 Kwadungan taken 2 classes as experimental class I and experimental class II. The research sample was taken by technique (purposive sampling). Data collection techniques used the questionnaire method and cognitive question test methods. The research hypothesis test uses two-way anova with unequal cells. Post-anova follow-up tests using the Scheffe test. The conclusions from the results of this study are (1) Mathematics learning achievement of students with the Team Assisted Individualization model is better than students' mathematics learning achievement with the Group Investigation model, (2) High motivated students have relatively similar mathematics learning achievement with moderate motivation students, students with high and moderate motivation have better mathematics learning achievement than students with low motivation, (3) There is no interaction between learning models and motivation towards students' mathematics learning achievement.

Keywords: *Effectiveness, Group Investigation, learning achievement, motivation, Team Assisted Individualization*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu faktor penentu kualitas suatu bangsa. Dalam hal ini pemerintah dan sekolah memiliki peran penting karena pemerintah sebagai pihak yang membuat kebijakan bidang pendidikan. Sedangkan sekolah sebagai tempat untuk menjalankan kebijakan yang terkait dengan penyelenggara pendidikan. Pendidikan di sekolah berkaitan dengan pembelajaran yang dilakukan oleh guru dan peserta didik di tingkat kelas. Keberhasilan suatu pembelajaran dapat dilihat dari segi proses pendidikan serta hasil pendidikan. Ditinjau dari proses, dikatakan berhasil apabila sebagian besar peserta didik terlibat secara aktif, baik secara fisik, mental maupun sosial dalam proses pembelajaran. Ditinjau dari hasil, apabila terjadi perubahan perilaku positif pada diri peserta didik yang meliputi ranah kognitif, afektif dan psikomotorik [1]. Dengan demikian perlu adanya perubahan sistem pembelajaran yang tidak lagi berpusat pada guru melainkan kepada peserta didik, sehingga guru memiliki peran sebagai fasilitator yang membimbing dan mengkoordinasi kegiatan belajar. Hal ini sangat efektif terutama pada pembelajaran matematika. Matematika adalah ilmu pengetahuan yang mendasari berbagai ilmu pengetahuan lain, karena itu matematika sangat perlu diajarkan pada semua jenjang pendidikan. Banyak peserta didik yang menganggap matematika sebagai pelajaran yang relatif sulit sehingga membentuk kesan dan pengalaman secara negatif yang berdampak buruk bagi motivasi belajar matematika [2].

Prestasi belajar matematika tergolong masih rendah. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya prestasi belajar peserta didik. Diantaranya faktor eksternal dan faktor internal. Adapun faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar peserta didik. Model pembelajaran merupakan faktor eksternal yang harus diperhatikan. Pemilihan model pembelajaran yang kurang sesuai dengan karakteristik peserta didik menjadi penyebab rendahnya prestasi. Pada kenyataannya masih banyak guru matematika yang menggunakan model pembelajaran langsung dalam penyampaian materi pembelajaran. “ *Traditional classroom communication is characterised by “teacher dominated classroom talk, most learners silent for most of the time”* [3]. Hal tersebut menjelaskan bahwa dalam pembelajaran tradisional guru lebih dominan, sedangkan peserta didik hanya diam mendengarkan penjelasan guru dalam waktu yang lama. Hal ini mengakibatkan peserta didik akan cepat bosan dan kurang aktif dalam proses belajar mengajar dan menyebabkan pencapaian pembelajaran kurang maksimal. Sehingga, diperlukan pembelajaran yang mengacu pada peserta didik. Salah satunya adalah model pembelajaran kooperatif dimana peserta didik bekerja dalam kelompok kecil yang saling membantu antara peserta didik lainnya sehingga peserta didik termotivasi untuk melaksanakan kegiatan belajar dengan aktif dan tidak mudah bosan.

Model pembelajaran *Team Assisted Individualization (TAI)* dan *Group Investigation (GI)* merupakan model pembelajaran kooperatif yang dapat dipilih untuk mengoptimalkan prestasi belajar peserta didik. Model pembelajaran *TAI* terdiri dari kelompok kecil yang heterogen dengan latar belakang dan cara berfikir yang berbeda untuk saling membantu terhadap peserta didik lain yang membutuhkan bantuan [4]. Sehingga peserta didik termotivasi untuk belajar sehingga diharapkan dapat meningkatkan prestasi belajar. *Group Investigation (GI)* adalah model pembelajaran kooperatif yang memiliki penekanan pada partisipasi dan aktivitas peserta didik untuk mencari secara mandiri materi pelajaran yang akan dipelajari [5]. Dalam proses belajar, peserta didik belajar dari pengalaman sendiri, mengkonstruksi pengetahuan kemudian memberi makna pada pengetahuan itu. Melalui proses belajar yang mengalami sendiri, menemukan sendiri dan secara berkelompok, maka peserta didik menjadi senang, sehingga tumbuh motivasi peserta didik.

Faktor lain yang mempengaruhi prestasi belajar siswa adalah motivasi. Motivasi belajar yaitu keinginan atau dorongan untuk belajar [6]. Agar siswa terdorong oleh kemauannya sendiri untuk mengatasi berbagai kesulitan belajar yang dihadapi perlu adanya motivasi yang besar. Dengan menggunakan metode *Team Assisted Individualization (TAI)* dan *Group Investigation (GI)* diharapkan motivasi siswa dapat meningkat untuk belajar sehingga meningkatkan prestasi belajar. Kurangnya motivasi belajar peserta didik merupakan salah satu penyebab rendahnya prestasi belajar yang berasal dari peserta didik itu sendiri. [7] “*Motivations raises question on why people behave in the way they do it. An individual should therefore, from psychologists’ point of view, be seen as politically, socially and academically motivated depending on the motive behind his or her activities*”. Hal ini menjelaskan bahwa motivasi menimbulkan pertanyaan mengapa orang bertingkah laku dengan cara yang mereka lakukan. Secara individu, dari sudut pandang psikologis, motivasi tergantung pada dorongan atas kegiatan atau aktivitas yang mereka lakukan. Dapat diartikan, motivasi adalah dorongan yang mendasari setiap kegiatan yang dilakukan. Adanya motivasi yang besar dalam diri siswa merupakan syarat agar siswa terdorong oleh kemauannya sendiri untuk mengatasi berbagai kesulitan belajar yang dihadapi.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan prestasi belajar dari masing-masing model pembelajaran *TAI* dan *GI*, kategori motivasi belajar siswa yang memberikan prestasi belajar matematika siswa lebih baik, kategori motivasi tinggi, sedang atau rendah dan adanya interaksi antara model pembelajaran dengan motivasi siswa terhadap prestasi belajar siswa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di SMP Negeri 2 Kwadungan kelas VIII tahun ajaran 2018/2019. Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Sesuai dengan tujuan penelitian, maka dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang menggunakan desain anava 2 jalan sel tak sama. Faktor pertama (A) adalah model pembelajaran *TAI*. Faktor kedua (B) adalah model pembelajaran *GI*.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian kuantitatif ini adalah metode angket dan metode tes [8]. Metode angket digunakan untuk mengukur motivasi siswa terhadap pelajaran matematika. Sedangkan metode tes digunakan untuk mengukur prestasi belajar matematika siswa. Tes yang digunakan adalah tes objektif dengan bentuk soal pilihan ganda yang terdiri dari 20 soal yang dikerjakan dalam waktu 45 menit. Penilaian tes dilakukan untuk menilai prestasi belajar perorangan.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi uji pendahuluan yaitu uji keseimbangan, uji prasyarat yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas, dan uji hipotesis menggunakan uji analisis varian dengan sel tak sama dan uji pasca anava [9].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Data penelitian terdiri dari kemampuan awal siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan, prestasi belajar dan data motivasi siswa yang terdiri atas motivasi tinggi, sedang dan rendah. Pengambilan sampel dengan cara *Purposive sampling* yaitu pengambilan sampel menggunakan pertimbangan tertentu, dari pengambilan sampel tersebut, didapat kelas VIII A sebagai kelas eksperimen I dengan menggunakan model pembelajaran *Team Assisted Individualization* dan kelas VIII C sebagai kelas eksperimen II dengan menggunakan model pembelajaran *Group Investigation*.

Data Prestasi Belajar Siswa

Data ini digunakan untuk mengetahui kemampuan awal kelas eksperimen. Data prestasi belajar siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan menggunakan model pembelajaran *Team Assisted Individualization* dan *Group Investigation* dapat dilihat pada Tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. Data Prestasi Belajar siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan

Kelas Eksperimen	Jumlah Siswa	Rata – Rata Nilai Ulangan	
		Sebelum diberi perlakuan	Sesudah diberi perlakuan
(I) <i>Team Assisted Individualization</i>	32	58,43	75,46
(II) <i>Group Investigation</i>	30	54,5	66,5

Data Motivasi Belajar Siswa

Data ini digunakan untuk mengetahui prestasi belajar siswa berdasarkan kategori motivasi tinggi, sedang dan rendah. Rangkuman data motivasi belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 2, sebagai berikut :

Tabel 2. Data Prestasi Belajar siswa sebelum dan sesudah dilakukan penelitian

Kelas Eksperimen	Kategori Motivasi	Jumlah Siswa	Rata – Rata Nilai Ulangan
(I) <i>Team Assisted Individualization</i>	Tinggi	9	87,78
	Sedang	17	76,3
	Rendah	6	49,16
(II) <i>Group Investigation</i>	Tinggi	7	77,85
	Sedang	16	70,62
	Rendah	7	45,71

Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa siswa dengan motivasi tinggi mempunyai prestasi belajar yang lebih baik dibandingkan siswa yang mempunyai motivasi sedang dan rendah. Sedangkan siswa yang mempunyai motivasi sedang mempunyai prestasi belajar yang lebih baik dibandingkan siswa yang mempunyai motivasi rendah.

3.2. Hasil Pengujian Hipotesis

A. Analisis Uji Pendahuluan

Uji Keseimbangan

Uji keseimbangan dilakukan untuk mengetahui apakah kelompok eksperimen I dan kelompok eksperimen II mempunyai kemampuan yang sama. Hasil analisis data dengan menggunakan uji t pada tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa $t_{hit} = 0,0193$. Daerah kritik untuk uji ini $DK = \{t \mid t > 2,000\}$. Ini berarti H_0 diterima, sehingga disimpulkan bahwa kedua kelompok mempunyai kemampuan yang sama.

Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan metode Lilliefors dengan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$. Hasil analisis uji normalitas kelompok eksperimen I menunjukkan bahwa $L = 0,0952$. Daerah kritik untuk uji ini $DK = \{L/L > L_{0,05;32} = 0,1566\}$. Ini berarti data kelompok eksperimen I berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Sedangkan kelompok eksperimen II menunjukkan bahwa $L = 0,1420$. Daerah kritik untuk uji ini $DK = \{L/L > L_{0,05;30} = 0,161\}$. Sehingga data kelompok eksperimen II berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah variansi – variansi dari sejumlah populasi sama atau tidak. Hasil analisis uji homogenitas pada tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa $\chi^2_{obs} = 0,0525$. Daerah kritik untuk uji ini $DK = \{\chi^2/\chi^2 > \chi^2_{0,05;1} = 3,841\}$. Ini berarti H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa data sampel kedua kelompok homogen.

B. Analisis Uji Hipotesis

Uji Normalitas

Rangkuman hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 3, sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Normalitas

Kelompok Kelas	Kategori	Jumlah Sampel	L_{obs}	L_{tabel}	Keputusan Uji
<i>Team Assisted Individualization</i>	Motivasi Tinggi	9	0,1861	0,271	Berdistribusi Normal
	Motivasi Sedang	17	0,1801	0,206	Berdistribusi Normal
	Motivasi Rendah	6	0,2774	0,319	Berdistribusi Normal
<i>Group Investigation</i>	Motivasi Tinggi	7	0,1617	0,3	Berdistribusi Normal
	Motivasi Sedang	16	0,1056	0,22	Berdistribusi Normal
	Motivasi Rendah	7	0,2355	0,3	Berdistribusi Normal

Dari rangkuman analisis uji normalitas menunjukkan bahwa data kelompok eksperimen I, kelompok eksperimen II maupun kelompok kategori motivasi tinggi, motivasi sedang dan motivasi rendah berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Rangkuman hasil penelitian uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4, sebagai berikut:

Tabel 4. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas	χ^2_{obs}	DK	Keputusan Uji	Kesimpulan
<i>Kelas eksperimen Team Assisted Individualization dan Group Investigation</i>	-1,6429	3,8414	H ₀ Diterima	Homogen

Berdasarkan hasil rangkuman analisis uji homogenitas tersebut menunjukkan menunjukkan bahwa $\chi^2_{obs} = -1,6429$. Daerah kritik untuk uji ini DK = $\{x^2/x^2 > x^2_{0,05;1} = 3,8414\}$. Ini berarti H₀ diterima, sehingga kelompok eksperimen I dan kelas eksperimen II adalah homogen.

Keputusan Uji Hipotesis

berdasarkan analisis uji prasyarat menunjukkan bahwa sampel data amatan berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan masing-masing kategori variabel data homogen. Dengan demikian, analisis variansi dapat dilanjutkan. Rangkuman hasil uji hipotesis pada analisis varian 2 x 3 pada tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dapat dilihat pada Tabel 5, sebagai berikut:

Tabel 5. Uji Hipotesis

Sumber	JK	dk	RK	F _{obs}	F _{tabel}	Keputusan Uji
Model Pembelajaran (A)	642,9458	1	642,9458	4,2202	4,0130	H ₀ ditolak
Motivasi (B)	11975,8977	2	5987,9488	39,3044	3,1619	H ₀ ditolak
Interaksi (AB)	94,1337	2	47,0669	0,3089	3,1619	H ₀ diterima
Galat	8531,4834	56	152,3479			
Total	21244,4606	61				

- $F_a: F_{0,05;1;56} = 4,0130$; DK = $\{F/F_a > 4,0130\}$; $F_{obs} = 4,2202$.
H_{0A} ditolak, ini berarti terdapat perbedaan antara model pembelajaran *Team Assisted Individualization* dan *Group Investigation* terhadap prestasi belajar matematika siswa. Diketahui bahwa rata-rata hasil tes belajar matematika model pembelajaran kooperatif tipe TAI adalah 75,4688 dan model pembelajaran GI adalah 66,5. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *Team Assisted Individualization* lebih baik dibandingkan model pembelajaran *Group Investigation*. Hal ini sesuai bahwa adanya pengembangan kemampuan peserta didik pada model pembelajaran TAI, sehingga siswa mempunyai kesempatan yang sama untuk menyampaikan ide pada saat belajar kelompok [10] dan didukung dengan penghargaan bagi kelompok yang berprestasi sehingga memacu siswa untuk belajar lebih giat [11]
- $F_b: F_{0,05;2;56} = 3,1619$; DK = $\{F/F_b > 3,1619\}$; $F_{obs} = 39,3044$.
H_{0B} ditolak, ini berarti terdapat perbedaan antara motivasi tinggi, sedang dan rendah terhadap prestasi belajar matematika siswa.
- $F_{ab}: F_{0,05;2;56} = 3,1619$; DK = $\{F/F_{ab} < 3,1619\}$; $F_{obs} = 0,3089$.
H_{0AB} diterima, ini berarti tidak ada interaksi antara model model pembelajaran *Team Assisted Individualization* dan *Group Investigation* terhadap prestasi belajar matematika siswa ditinjau dari motivasi. Hal ini dimungkinkan karena tidak adanya variabel bebas lain yang tidak digunakan dalam penelitian ini yang juga berpengaruh diantaranya minat siswa, IQ, gaya belajar siswa dan lain-lain [12].

Analisis Uji Lanjut

Hasil uji anava dua jalan dengan sel tak sama didapat H_{0A} dan H_{0B} ditolak, maka dapat disimpulkan untuk H_{0A} ditolak bahwa ada perbedaan yang signifikan antara model pembelajaran *Team Assisted Individualization* dan model pembelajaran *Group Investigation*. Untuk H_{0B} ditolak sehingga kesimpulannya terdapat perbedaan yang signifikan antara siswa yang memiliki motivasi tinggi, sedang dan rendah, dari hasil uji anava tersebut maka perlu dilakukan uji lanjut pasca anava. Uji lanjut pasca anava yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji Scheffe'. Rangkuman hasil analisis dengan uji Scheffe' pada tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Pasca Anava

	H_0	F_{tabel}	F_{tabel}	Keputusan Uji
Motivasi Siswa	$\mu.1 = \mu.2$	6,0110	6,3237	Ho diterima
	$\mu.2 = \mu.3$	44,3327	6,3237	Ho ditolak
	$\mu.1 = \mu.3$	61,4554	6,3237	Ho ditolak

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa prestasi belajar siswa yang mempunyai motivasi belajar tinggi tidak berbeda secara signifikan dengan siswa yang mempunyai motivasi belajar sedang, prestasi belajar siswa yang mempunyai motivasi belajar sedang berbeda dengan siswa yang mempunyai motivasi rendah, dan prestasi belajar siswa yang mempunyai motivasi belajar tinggi berbeda dengan siswa yang mempunyai motivasi rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sadiana bahwa semakin tinggi motivasi belajar siswa dan kebiasaan belajar maka semakin tinggi pula prestasi belajar matematika yang dicapai siswa tersebut[13].

4. KESIMPULAN

1. Prestasi belajar matematika siswa dengan model *Team Assisted Individualization (TAI)* lebih baik dibandingkan prestasi belajar matematika siswa dengan model *Group Investigation (GI)*.
2. Siswa dengan motivasi tinggi mempunyai prestasi belajar matematika yang relatif sama dengan siswa motivasi sedang. Sedangkan siswa dengan motivasi tinggi dan sedang mempunyai prestasi belajar matematika yang lebih baik dibandingkan siswa dengan motivasi rendah.
3. Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan motivasi terhadap prestasi belajar matematika siswa. Hal ini dimungkinkan karena tidak adanya variabel bebas lain yang juga berpengaruh diantaranya kreativitas siswa, minat siswa, IQ, gaya belajar siswa dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Budiman, M. R. Rasyid, R. Idris, "Perbedaan Tingkat Pemahaman Matematika Peserta Didik Kelas VIII Yang Diajar Menggunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dan Kurikulum 2013 di SMPN 1 dan SMPN 2 Marbo Kab. Takalar", *Jurnal Matematika dan Pembelajaran (MaPaN)*, Vol. 5, No. 1, pp. 125–141, 2017.
- [2] N. R. Siregar, "Persepsi Siswa pada Pelajaran Matematika : Studi pendahuluan pada siswa yang menyenangi game", *Prosiding Temu Ilmiah X Ikatan Psikologi Perkembangan Indonesia*, pp. 224–232, 2017.
- [3] M. Kalantzis, "*Elements of a Science of Education*", *The Australian Educational Researcher*, Vol. 33, No. 2, August 2016.
- [4] P. B. Darmono, "Eksperimentasi Model *Team Assisted Individualization (TAI)* dan Student Team Achievement Division (STAD) Pada Materi Logaritma Ditinjau Dari Motivasi Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri Se-Kabupaten Purworejo Tahun Pelajaran 2011 / 2012", Vol. 4, No. 10, pp. 875–884, 2016.
- [5] I. Kurniasih dan B. Sani, "Ragam Pengembangan Model Pembelajaran", Jakarta: Kata Pena, 2015.
- [6] Sardiman A.M., "Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar", Jakarta: Rajawali, 2014.
- [7] M. S. Abdurrahman and I. M. Garba, "*The Impact of Motivation on Students*", *Academic Achievement In Kebbi State Junior Secondary School Mathematics*, Vol. 2, No. 12, Pp. 1–15, 2014.
- [8] Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D", Bandung: ALFABETA, 2015.
- [9] Budiyo, "Statistika Untuk Penelitian", Surakarta: UNS Press, 2013.
- [10] E. Hariyati, M. Mariyana, B. Usodo, "Efektivitas Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Team Assisted Individualization (TAI)* dan *Problem Based Learning (PBL)* Pada Prestasi Belajar Matematika Ditinjau dari *Multiple Intelligences* Siswa SMP Kabupaten Lampung Timur Tahun Pelajaran 2012/2013", *Jurnal Pembelajaran Matematika*, Vol. 1, No. 7, pp. 721–731, 2013.
- [11] R. D. Laksono, "Pembelajaran Kimia Dengan Model Kooperatif *Team Assisted Individualization* Menggunakan Media Moodle Ditinjau dari Kreativitas Siswa", *Media Prestasi Jurnal Ilmiah STKIP PGRI Ngawi*, Vol. 12 No. 2, pp. 27-32, 2013.
- [12] L. T. Medyasari, "Efektivitas Model Pembelajaran Group Investigation Berbantuan Kartu Soal", *Jurnal Aksioma*, Vol. 8, No. 1, pp. 65–75, 2017.
- [13] S. Lase, "Hubungan Antara Motivasi dan Kebiasaan Belajar Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMP", *Jurnal Warta*, Edisi 56, April 2018.

PEMILIHAN MODEL TERBAIK PADA ANALISIS REGRESI LINIER MULTIVARIAT DENGAN KRITERIA AIC

Best Model Election on Multivariate Linear Regression Analysis with AIC Criterion

M. S. Noya Van Delsen¹, S. N. Aulele^{2*}, H. W. M. Patty³, Natalia Kelbulan⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Pattimura

Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, 97233, Provinsi Maluku, Indonesia

e-mail: ¹ marlonnvd@gmail.com ; ^{2*} salmon.aulele@yahoo.com ; ⁴ nataliakelbulan21@gmail.com

Corresponding author*

Abstrak

Kesejahteraan merupakan tujuan utama pembangunan sebuah negara. Salah satu aspek penting yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesejahteraan adalah kualitas fisik penduduk itu sendiri, dua diantaranya adalah angka kematian bayi dan status gizi buruk. Model regresi multivariat adalah model regresi dengan lebih dari satu variabel respon yang saling berkorelasi dan satu atau lebih variabel prediktor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi angka kematian bayi dan status gizi buruk di Provinsi Maluku dengan menggunakan regresi linier multivariat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase angka kematian bayi tertinggi yaitu di Kabupaten Maluku Tenggara Barat dan persentase status gizi buruk tertinggi di Kabupaten Kepulauan Aru. Faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi angka kematian bayi dan status gizi buruk di Provinsi Maluku dengan menggunakan regresi linier multivariat yaitu persentase ASI Eksklusif (X_1), persentase kunjungan ibu hamil ke Puskesmas untuk memeriksa kandungan (X_3), persentase jumlah sarana kesehatan (X_4) dan persentase penduduk miskin (X_5). Model terbaik untuk Y_1 dan Y_2 diperoleh dengan nilai AIC sebesar 8,440420 dan 0,6999986.

Kata Kunci : Model Regresi Linier Multivariat, Angka Kematian Bayi, Status Gizi Buruk, AIC

Abstract

Welfare is the main objective of developing a country. One important aspect that can be used to measure the level of welfare is the physical quality of the population itself, two of which are infant mortality and poor nutritional status. Infant mortality and poor nutritional status in an area can be influenced by more than one variable. The multivariate regression model is a regression model with more than one correlated response variable and one or more predictor variables. The purpose of this study was to find out what factors influence infant mortality and poor nutritional status in Maluku Province by using multivariate linear regression. The results showed that the highest percentage of infant mortality was in West Southeast Maluku Regency and the highest percentage of malnutrition status was in the Aru Islands Regency. Factors that significantly influence infant mortality and poor nutritional status in Maluku Province using multivariate linear regression, namely the percentage of exclusive breastfeeding (X_1), the percentage of visits of pregnant women to the health center to check the content (X_3), percentage of health facilities (X_4) and percentage of poor people (X_5). The best models for Y_1 and Y_2 are obtained with AIC values of 8,440420 and 0,6999986.

Keywords: Multivariate Regression Model, Infant Mortality, Poor Nutritional Status, AIC

1. PENDAHULUAN

Menurut PBB dan WHO, kematian adalah hilangnya semua tanda-tanda kehidupan secara permanen yang bisa terjadi setiap saat setelah kelahiran hidup. Perubahan jumlah kematian (naik turunnya) di setiap daerah tidaklah sama, tergantung pada berbagai macam keadaan [1]. Besar kecilnya tingkat kematian ini dapat merupakan petunjuk atau indikator bagi tingkat kesehatan dan tingkat kehidupan penduduk di suatu wilayah. Angka Kematian Bayi (AKB) adalah jumlah penduduk yang meninggal sebelum mencapai usia satu tahun yang dinyatakan dalam 1000 kelahiran hidup pada tahun yang sama [8]. Angka kematian bayi juga merupakan indikator yang lazim digunakan untuk menentukan derajat kesehatan masyarakat, baik pada tingkat provinsi maupun nasional. Selain itu program-program kesehatan di Indonesia banyak yang menitikberatkan pada upaya penurunan Angka Kematian Bayi [4].

Berdasarkan data yang diperoleh, terlihat bahwa rata-rata jumlah kematian bayi di Provinsi Maluku Tahun 2015 adalah 35 dimana Kabupaten Maluku Tenggara Barat (MTB) dan Kabupaten Maluku Tengah (Malteng) memiliki jumlah kematian bayi tertinggi yaitu 66 bayi [2]. Jumlah tersebut dianggap terlampau tinggi, karena jika dibandingkan dengan target MDG's maka angka kematian bayi pertahun hanya 17 bayi. Angka-angka kematian tersebut seharusnya dapat di perhatikan oleh pihak-pihak yang berkompeten, sehingga dapat menindak lanjuti guna meminimalisir dan menyelamatkan manusia (bayi), sebagai aset bangsa khususnya daerah Maluku [3]. Selain AKB, indikator lain yang digunakan untuk menentukan derajat kesehatan masyarakat adalah Status Gizi Buruk (SGB).

Dalam perhitungan kedua indikator ini, ternyata mempunyai kesamaan yaitu dipengaruhi oleh faktor-faktor yang sama [4]. Namun dalam penerapannya hal ini tidak dapat diberlakukan secara nasional. Ini dikarenakan letak geografis dan kondisi di setiap daerah yang ada di Indonesia memiliki perbedaan. Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pemilihan model terbaik untuk faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka kematian bayi dan status gizi buruk di Provinsi Maluku pada regresi linier multivariat dengan menggunakan nilai AIC.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Maluku, Profil Kesehatan Provinsi Maluku serta Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2015. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 11, yang merupakan kabupaten/kota yang ada di Provinsi Maluku. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan yaitu variabel respon dan variabel prediktor.

Variabel respon terdiri dari:

- Y_1 = Persentase Angka Kematian Bayi (AKB)
- Y_2 = Persentase Status Gizi Buruk (SGB)

Sedangkan Variabel Prediktor terdiri dari:

- X_1 = Persentase Pemberian Asi Eksklusif
- X_2 = Persentase Bayi Mendapat Imunisasi
- X_3 = Persentase Kunjungan Ibu Hamil ke Puskesmas untuk memeriksa Kandungan
- X_4 = Persentase Jumlah Sarana Kesehatan (Puskesmas)
- X_5 = Persentase Penduduk Miskin

2.2. Tahapan Analisis

Tahapan analisis data adalah (1) Mendeskripsikan variabel respon dan prediktor. (2) Menguji korelasi antar variabel respon, apabila tidak terdapat korelasi antar variabel respon maka dilanjutkan dengan analisis regresi univariat. (3) Menguji normal multivariat variabel respon. (4) Menduga parameter model regresi multivariat. (5) Melakukan pemilihan model terbaik dengan memilih satu persatu variabel prediktor dengan kriteria AIC. (6) Menguji signifikansi model regresi multivariat secara serentak dan parsial. (7) Menguji asumsi residual yaitu identik, independent dan berdistribusi normal [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif Variabel Respon

Statistik deskriptif variabel respon disajikan dalam Tabel 1, berikut:

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Respon

Variabel Respon	N	Minimum	Maksimum	Mean
Angka Kematian Bayi (AKB)	11	0,00	56,00	28,6364
Status Gizi Buruk (SGB)	11	0,00	0,93	0,6318

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa nilai $N = 11$ yang menunjukkan jumlah kabupaten/kota yang ada di Provinsi Maluku. Selain itu dapat dilihat juga persentase Angka Kematian Bayi terendah yaitu 0 (tidak terjadi kematian bayi pada tahun itu) di Kabupaten Kepulauan Aru. Sedangkan angka yang tertinggi yaitu sebesar 56 yang terjadi di Kabupaten Maluku Tenggara Barat. Untuk persentase Status Gizi Buruk terendah yaitu sebesar 0 yang terjadi di Kabupaten Seram Bagian Timur, sedangkan angka tertinggi sebesar 0,93 yang terjadi di Kabupaten Kepulauan Aru.

Statistik Deskriptif Variabel Prediktor

Statistik deskriptif variabel prediktor disajikan dalam Tabel 2, berikut:

Tabel 2. Statistik Deskriptif Variabel Prediktor

Variabel Prediktor	N	Minimum	Maksimum	Mean
Persentase Pemberian ASI Eksklusif (X_1)	11	83,55	98,87	93,7427
Persentase Bayi mendapat Imunisasi (X_2)	11	11,87	73,46	37,5045
Persentase kunjungan ibu hamil ke Puskesmas (X_3)	11	9,90	88,50	60,5091
Persentase Jumlah Sarana Kesehatan/Puskesmas (X_4)	11	9,00	33,00	18,0909
Persentase Penduduk Miskin (X_5)	11	4,64	31,01	22,7100

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa persentase Pemberian ASI Eksklusif terendah yaitu sebesar 83,55% di Kabupaten Kepulauan Aru sedangkan yang tertinggi sebesar 98,87% di Kabupaten Buru Selatan. Untuk persentase Bayi mendapat Imunisasi terendah yaitu sebesar 11,87% di Kabupaten Buru Selatan sedangkan yang tertinggi yaitu sebesar 73,46% di Kabupaten Maluku Tenggara. Untuk persentase Kunjungan Ibu Hamil ke Puskesmas terendah yaitu sebesar 9,90% di Kabupaten Kepulauan Aru sedangkan yang tertinggi sebesar 88,50% di Kabupaten Seram Bagian Timur. Untuk persentase Jumlah Sarana Kesehatan terendah yaitu sebesar 9,00% di Kabupaten Buru sedangkan yang tertinggi yaitu sebesar 33,00% di Kabupaten Maluku Tengah. Untuk persentase Penduduk Miskin terendah yaitu sebesar % di Kota Ambon sedangkan yang tertinggi sebesar 31,01% di Kabupaten Maluku Barat Daya.

3.2. Regresi Multivariat

Sebelum dibentuk suatu model regresi multivariat, terlebih dahulu dilakukan pengujian yaitu pengujian korelasi antar variabel respon dan pengujian normal multivariate variabel respon. Jika variabel respon tidak saling berkorelasi maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan regresi univariat, tetapi sebaliknya jika terdapat korelasi antar variabel respon maka akan dilanjutkan analisis dengan menggunakan regresi multivariat [7].

Pengujian Korelasi Antar Variabel Respon

Untuk menguji korelasi antar variabel respon maka akan digunakan uji *Bartlett Sphericity*. Hipotesis yang digunakan yaitu [9]:

H_0 : Antar variabel respon bersifat *independent*

H_1 : Antar variabel respon bersifat *dependent*

Statistik uji yang diperoleh yaitu:

$$\begin{aligned} x_{hit}^2 &= -\left\{n - 1 - \frac{2q+5}{6}\right\} \ln|R| \\ &= -\left\{11 - 1 - \frac{2 \times 2 + 5}{6}\right\} \ln \left| \begin{bmatrix} 1 & -0,726 \\ -0,726 & 1 \end{bmatrix} \right| \\ &= -(8,5) \ln(0,473) \\ &= -(8,5) (-0,748) = 6,365 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $x_{0,05;2}^2 = 5,991$. Karena nilai $x_{hit}^2 = 6,365$ lebih besar dari nilai $x_{0,05;2}^2 = 5,991$ maka Tolak H_0 sehingga antar variabel respon bersifat *dependent* atau antar variabel respon saling berkorelasi.

Distribusi Normal Multivariat Variabel Respon

Asumsi selanjutnya yang harus dipenuhi dalam analisis regresi multivariat adalah variabel respon berdistribusi normal multivariat. Analisis yang digunakan adalah dengan menggunakan nilai *square distance* (d_i^2). Hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : Variabel respon berdistribusi normal multivariat

H_1 : Variabel respon tidak berdistribusi normal multivariat

Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Distribusi Normal Multivariat

Kabupaten/ Kota	d_i^2	Kabupaten/ Kota	d_i^2
Maluku Tenggara Barat	2,73224	Seram Bagian Timur	1,70413
Maluku Tenggara	5,48220	Maluku Barat Daya	1,97191
Maluku Tengah	6,59034	Buru Selatan	6,71591
Buru	3,75725	Kota Ambon	7,87845
Kepulauan Aru	7,81502	Kota Tual	1,85552
Seram Bagian Barat	3,49702		

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa dari 11 kabupaten/kota, terdapat 7 kabupaten/kota atau sebesar 64% menunjukkan nilai $d_i^2 < x_{tabel}^2 = 5,991$. Karena sudah lebih dari 50% maka terima H_0 sehingga variabel respon berdistribusi normal multivariat. Karena pengujian korelasi antar variabel respon dan pengujian normal multivariate variabel respon telah terpenuhi maka dapat dilanjutkan analisis regresi multivariat.

3.3. Estimasi Parameter

Selanjutnya dilakukan estimasi parameter model dengan melibatkan semua variabel prediktor. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Estimasi Parameter

Variabel Respon	Parameter	Nilai Duga
Angka Kematian Bayi	β_0	-519,4103
	β_1	2,8730
	β_2	-0,2187
	β_3	4,3503
	β_4	1,7501
	β_5	0,2593
Status Gizi Buruk	β_0	5,5322
	β_1	-0,0215
	β_2	0,0024
	β_3	-0,0438
	β_4	-0,0088
	β_5	-0,0133

3.4. Pemilihan Model Terbaik Dengan Metode AIC

Langkah awal untuk pemilihan model dengan menggunakan kriteria AIC adalah membentuk model dengan memasukan satu persatu variabel prediktor [10]. Dari pemodelan regresi multivariat dengan menggunakan kriteria AIC diperoleh model terbaik untuk AKB (Y_1) dan SGB (Y_2) dengan nilai AIC sebesar 8,440420 dan 0,6999986. Model tersebut dengan nilai AIC terkecil yaitu:

$$Y_1 = -614,55 + 1,14X_1 + 2,68X_3 + 0,09X_4 + 0,25X_5$$

$$Y_2 = 0,16 - 0,02X_1 - 0,01X_3 - 0,005X_4 - 0,028X_5$$

3.5. Pengujian Signifikansi Model

Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi secara serentak maupun parsial

Pengujian Signifikansi Model Secara Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui signifikansi parameter secara keseluruhan dalam model dengan menggunakan uji *Wilk's Lambda*. Hipotesis yang digunakan yaitu [12]:

$$H_0 : \hat{\beta}_{11} = \hat{\beta}_{12} = \dots = \hat{\beta}_{p1} = \dots \hat{\beta}_{pq} = 0 \text{ (model tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \hat{\beta}_{pq} \neq 0 \text{ (model signifikan)}$$

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai signifikansi *Wilk's Lambda* sebesar 0,021. Karena nilai signifikansi kurang dari nilai α (0,05) maka tolak H_0 sehingga dapat dikatakan bahwa paling sedikit ada satu parameter yang berpengaruh terhadap angka kematian bayi dan status gizi buruk.

Pengujian Signifikansi Model Secara Parsial

Untuk pengujian signifikansi model secara parsial digunakan uji multivariat *Wilk's Lambda*. Hasil yang diperoleh disajikan dalam Tabel 5, sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji *Wilk's Lambda*

Parameter	Sig.
β_1	0,002
β_3	0,007
β_4	0,007
β_5	0,002

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa nilai signifikan dari ke-4 variabel kurang dari 0,05 sehingga ke-4 variabel prediktor signifikan mempengaruhi variabel respon. Maka faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka kematian bayi (Y_1), dan status gizi buruk (Y_2) di Provinsi Maluku yaitu persentase Pemberian ASI Eksklusif (X_1), persentase kunjungan ibu hamil ke Puskesmas untuk memeriksa kandungan (X_3), persentase jumlah sarana kesehatan/puskesmas (X_4) dan persentase penduduk miskin (X_5).

3.6. Uji Asumsi Residual IIDN

Uji Asumsi Residual Identik

Asumsi selanjutnya yang harus dipenuhi dalam pemodelan secara multivariat adalah matriks varian-kovarian residual homogen. Pengujian dilakukan terhadap nilai dari residual yang terlihat. Hipotesis yang digunakan yaitu [5]:

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \Sigma_i \neq \Sigma_j \text{ untuk } i \neq j$$

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai statistic uji Box's-M adalah 3,529 dan nilai *p-value* sebesar 0,446. Karena nilai *p-value* lebih dari nilai α (0,05) maka terima H_0 yang artinya matriks varian-kovarian residual homogen sehingga dapat disimpulkan bahwa residual identik.

Uji Residual Saling Bebas (*Independent*)

Selain asumsi matriks varian-kovarian residual homogen, asumsi residual saling bebas juga harus dipenuhi [6]. Pengujian asumsi ini dilakukan dengan uji *Bartlett Sphercity*. Hipotesis yang digunakan yaitu:

H_0 : Residual bersifat *independent*

H_1 : Residual bersifat *dependent*

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai $x_{hit}^2 = 1,792$. Dengan menggunakan $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $x_{0,05;2}^2 = 5,991$. Karena $x_{hit}^2 = 1,792$ lebih kecil dari nilai $x_{0,05;2}^2 = 5,991$ maka terima H_0 sehingga dapat dikatakan bahwa residual bersifat *independent* (saling bebas).

Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Selanjutnya asumsi yang harus dipenuhi adalah residual berdistribusi normal multivariat. Hipotesis yang digunakan yaitu :

H_0 : Residual berdistribusi normal multivariat

H_1 : Residual berdistribusi tidak normal multivariat

Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Distribusi Normal Multivariat untuk Residual

d_i^2	
4,30177	5,00055
0,17170	0,65205
2,32594	0,92778
1,46945	0,71162
0,45590	0,36916
3,61407	

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa 11 pengamatan (100%) menunjukkan nilai $d_i^2 < x_{tabel}^2 = 5,991$. Karena sudah lebih dari 50% maka terima H_0 sehingga residual berdistribusi normal multivariat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan maka dapat dibuat kesimpulan, sebagai berikut:

1. Berdasarkan pemilihan model dengan menggunakan kriteria AIC, maka, didapatkan model terbaik yaitu:
 $Y_1 = -614,55 + 1,14X_1 + 2,68X_3 + 0,09X_4 + 0,25X_5$ dengan nilai AIC sebesar 8,440420
 $Y_2 = 0,16 - 0,02X_1 - 0,01X_3 - 0,005X_4 - 0,028X_5$ dengan nilai AIC sebesar 0,6999986
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi dan status gizi buruk di Provinsi Maluku dengan menggunakan regresi linier multivariat adalah persentase Asi Eksklusif (X_1), persentase kunjungan ibu hamil ke puskesmas untuk memeriksa kandungan (X_3), persentase jumlah sarana kesehatan/Puskesmas (X_4) dan persentase penduduk miskin (X_5)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriadji, Wied Hary, Gizi Keluarga, Jakarta: Penebar Swadaya, 1986.
- [2] Badan Pusat Statistik Maluku , “ Analisa Penyusunan Kinerja Makro Ekonomi dan Sosial Maluku Tahun 2015,” Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku, 2015.
- [3] Badan Pusat Statistik Maluku, “ Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku,” dalam *Laporan Eksekutif Kesehatan Provinsi Maluku*, 2015.
- [4] Deparet emen Kesehatan RI, “ Indikator Sehat Indonesia 2010 dan Pedoman Penetapan Indikator Provinsi Sehat dan Kabupaten/Kota Sehat, Keputusan Menteri Kesehatan No. 1202/Menkes/SK/VIII/2003,” Departemen Kesehatan RI, , Jakarta, 2003.
- [5] Draper, N, & Smith, H, Analisis Regresi Terapan, Jakarta: Gramedia, 1992.

- [6] Gujarati, Damodar, *Dasar- Dasar Ekonometrika*, Jakarta: Erlangga, 2006.
- [7] Johnson, R.A, & Wichern, D, *Applied Multivariat Statistical Analysis*, New Jersey: Prentice Hall, 2007.
- [8] Melvie Matulesy, SE. MA, “Kematian Bayi di Maluku masih Tinggi,” www.tribun-maluku.com, 2017.
- [9] Morrison, D.F, “*Multivariat Statistical Methods, Fourth Edition,*,” The Wharton School University of Pennsylvania, 2005.
- [10] Priyatno, Duwi, *Analisis KORELASI, REGRESI dan MULTIVARIAT dengan SPSS*, Yogyakarta: iv+126 hlm: Gava Media, 2013.
- [11] Rencher, A.R, *Methods of Multivariat Analysis Second Edition*, New York.: John Wiley & Sons, 2002.
- [12] Sawyer, S. (2010), “*Multivariate Linier Models,*” <http://www.math.wustl.edu/>, Diakses pada tanggal Juni 2014.

ANALISIS REGRESI LOGISTIK ORDINAL TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI WAKTU KELULUSAN MAHASISWA S1 DI FMIPA UNPATTI AMBON TAHUN 2016 DAN 2017

Ordinal Logistic Regression Analysis of Factors Influencing Graduation Time for Students in FMIPA Unpatti Ambon on 2016 and 2017

Mozart Winston Talakua¹, Albertina Ratuanak², Venn Yan Ishak Ilwaru^{3*}

^{1,2,3} Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Pattimura
Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, 97233, Provinsi Maluku, Indonesia

e-mail: ¹ ocat_talakua@yahoo.com; ^{3*} vennilwaru007@gmail.com ;

Corresponding author*

Abstrak

Analisis regresi logistik ordinal merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mencari pengaruh antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor. Pada penelitian ini analisis regresi logistik ordinal diterapkan untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi waktu kelulusan mahasiswa S1 di FMIPA Unpatti Ambon. Variabel yang digunakan adalah waktu kelulusan mahasiswa, jurusan dan jenis kelamin. Data diperoleh dari bagian akademik FMIPA. Hasil penelitian ini diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi waktu kelulusan mahasiswa S1 FMIPA Unpatti Ambon yaitu faktor internal jurusan.

Kata Kunci : Waktu kelulusan, regresi logistik ordinal

Abstract

Ordinal logistic regression analysis is a statistical method used to find the relationship between response variables with one or more predictor variables. In this study ordinal logistic regression analysis applied to model the factors that affect the graduation time of undergraduate students in FMIPA Unpatti Ambon. The variables used are the time of graduation students, majors and gender. Data obtained from the academic department of FMIPA. The result of this research is known the model of factors influencing the graduation time of S1 FMIPA Unpatti Ambon students.

Keywords: Graduation time, ordinal logistic regression.

Diterima : 12 November 2018

Direvisi: 23 Januari 2019

Disetujui: 27 Februari 2019

Copyright © Jurusan Matematika FMIPA Unpatti 2019

1. PENDAHULUAN

Waktu merupakan suatu dimensi dimana terjadi peristiwa yang dapat dialami dari masa lalu melalui masa kini keemasan yang akan datang [7]. Dalam dunia pendidikan, setiap Perguruan Tinggi memiliki kewajiban untuk mengontrol prestasi belajar setiap mahasiswanya dan menghasilkan lulusan yang berkualitas. Seluruh perguruan tinggi juga dituntut untuk menjamin mutu lulusan, dimana mutu ini dimaksudkan bahwa lulusan perguruan tinggi dapat langsung dimanfaatkan oleh *stakeholders* [1].

Waktu juga merupakan lama jarak tempuh bagi mahasiswa Fakultas MIPA Universitas Pattimura untuk menyelesaikan studinya. Menurut [8] ukuran kesuksesan pembelajaran pada suatu pendidikan tinggi khususnya program sarjana adalah tingkat ketetapan masa studi. Waktu normal yang dibutuhkan untuk seorang mahasiswa dapat menyelesaikan program sarjananya adalah selama delapan semester. Akan tetapi, dalam praktiknya mahasiswa tidak selalu dapat menyelesaikan studinya tersebut dalam waktu normal. Hal itu menunjukkan bahwa seorang mahasiswa dapat menyelesaikan studinya dalam dua tingkat ketetapan masa studi, yaitu cepat dan lambat.

Analisis regresi merupakan alat statistika yang digunakan untuk melihat hubungan antara dua atau lebih variabel sehingga salah satu variabel bisa diramalkan dari variabel yang lain [2]. Variabel yang diestimasi dinyatakan sebagai variabel respon, sedangkan variabel yang dipakai untuk mengestimasi dinyatakan sebagai variabel prediktor. Analisis regresi dibedakan atas analisis regresi linear dan analisis regresi nonlinear. Salah satu analisis regresi nonlinier adalah analisis regresi logistik. Salah satu metode analisis regresi logistik adalah analisis regresi logistik ordinal [5]. Regresi logistik ordinal merupakan salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk memperoleh hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon [4]. Metode kemungkinan nilai maksimum (*Maximum Likelihood Estimator/MLE*) merupakan metode yang digunakan untuk menaksir parameter-parameter model regresi logistik. MLE memberikan nilai estimasi β dengan memaksimumkan fungsi *Likelihood* [3].

Variabel respon pada regresi logistik ordinal memiliki lebih dari dua kategori yang berskala ordinal dan variabel prediktor berupa data kategori dan/atau kontinu dengan dua variabel atau lebih [8]. Salah satu kasus yang melibatkan variabel respon dengan dua atau lebih kategori yang berskala ordinal adalah waktu kelulusan mahasiswa.

Merujuk informasi di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi waktu kelulusan mahasiswa yang ditetapkan pada lama masa studi dengan menggunakan model Analisis Regresi Logistik Ordinal dengan variabel respon terdiri dari empat kategori dan variabel prediktor yang lebih dari satu variabel bebas. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi waktu kelulusan program S1 dengan menggunakan analisis regresi logistik ordinal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari bagian akademik Fakultas MIPA Universitas Pattimura.

2.2 Tipe Penelitian

Tipe penelitian ini menggunakan tipe kuantitatif dengan studi kasus yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi waktu kelulusan mahasiswa S1 di FMIPA Unpatti Ambon dengan pendekatan regresi logistik ordinal.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua antara lain: Variabel yang berperan sebagai variabel respon (Y) adalah waktu kelulusan. Variabel respon ini bersifat kategori berskala ordinal dimana:

$$3,5 \leq Y \leq 4,4 \text{ tahun}$$

$$4,5 \leq Y \leq 5,4 \text{ tahun}$$

$$5,5 \leq Y \leq 6,4 \text{ tahun}$$

$$Y \geq 6 \text{ tahun}$$

Sedangkan variabel prediktor yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$X_{1,i}$ = Jurusan

Dengan i :

1 = Matematika 3 = Fisika
2 = Kimia 4 = Biologi

$X_{2,i}$ = Jenis kelamin

Dengan i :

1 = Laki-laki 2 = Perempuan

Langkah pertama menganalisis karakteristik mahasiswa dengan menggunakan analisis deskriptif dengan membuat tabulasi silang. Estimasi parameter model regresi logistik ordinal, selanjutnya pengujian signifikansi parameter baik secara serentak dan parsial. Kemudian melakukan uji kesesuaian model dan menyimpulkan hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis karakteristik mahasiswa program S1 dengan membuat tabulasi silang.

Tabel 1. Karakteristik Berdasarkan Waktu dan Jurusan

Jurusan	Waktu kelulusan				Total
	$3,5 \leq Y \leq 4,4$ th	$4,5 \leq Y \leq 5,4$ th	$5,5 \leq Y \leq 6$ th	$Y > 6$ th	
Matematika	10	6	4	2	22
	45,4%	27,3%	18,2%	9,1%	100%
Kimia	0	2	4	6	12
	0%	16,7%	33,3%	50%	100%
Fisika	5	8	3	2	18
	27,8%	44,4%	16,7%	11,1%	100%
Biologi	5	10	6	12	33
	15,1%	30,3%	18,2%	36,4%	100%

Tabel 1, menjelaskan bahwa karakteristik mahasiswa FMIPA Unpatti berdasarkan waktu kelulusan dan jurusan maka total lulusan mahasiswa terbanyak adalah jurusan Biologi dengan jumlah mahasiswa sebanyak 12 orang dan waktu kelulusannya > 6 tahun.

Tabel 2. Karakteristik Berdasarkan Waktu Kelulusan dan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Waktu kelulusan				Total
	$3,5 \leq Y \leq 4,4$ th	$4,5 \leq Y \leq 5,4$ th	$5,5 \leq Y \leq 6$ th	$Y > 6$ th	
Laki-laki	6	9	5	7	27
	22,2%	33,3%	18,5%	26%	100%
Perempuan	14	17	12	15	58
	24,1%	29,3%	20,8%	25,8%	100%

Berdasarkan Tabel 2, menjelaskan bahwa karakteristik mahasiswa FMIPA Unpatti berdasarkan Waktu kelulusan dan jenis kelamin maka total lulusan mahasiswa terbanyak adalah mahasiswa yang berjenis kelamin perempuan dengan jumlah mahasiswa sebanyak 17 orang dan waktu kelulusannya $4,5 \leq Y \leq 5,4$ tahun.

3.2 Estimasi Parameter

Selanjutnya dilakukan estimasi parameter model regresi logistik ordinal dengan empat variabel respon dan dua variabel prediktor. Dengan menggunakan *software* SPSS 23 diperoleh hasil estimasi sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi Parameter Model Regresi Logistik Ordinal

Prediktor	Koefisien	SE Koefisien
Konstan (1)	-1.778	0.418
Konstan (2)	-.217	0.361
Konstan (3)	0.816	0.375
$X_{1.1}$	-1.557	0.527
$X_{1.2}$	0.977	0.645
$X_{1.3}$	-1.097	0.542
$X_{1.4}$	0	
$X_{2.1}$	0.244	0.431
$X_{2.2}$	0	

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa terdapat tiga nilai konstan. Hal ini diakibatkan karena adanya empat variabel respon sehingga terdapat tiga model logit. Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter model baik secara serentak maupun parsial.

a. Uji Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model ini bertujuan untuk mengetahui apakah persamaan model yang dibentuk telah sesuai atau tidak. Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0 : Model sesuai

H_1 : Model tidak sesuai

Dengan menggunakan *software* SPSS 23 diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil *Deviance* Untuk Uji Kesesuaian Model

	Chi-Square	df	Sig.
Deviance	9.864	17	0.909

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh nilai *deviance* = 9.864 dan nilai *P-value* = 0.909. Karena nilai *P-value* > 0.05, maka terima H_0 atau dengan kata lain model yang diperoleh telah sesuai.

b. Uji Serentak

Pengujian secara serentak model waktu kelulusan mahasiswa menggunakan *likelihood ratio-test*. Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_j \neq 0, j = 1,2$

Dengan menggunakan *software* SPSS 23 diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Uji Serentak dengan *Likelihood Ratio*

G^2	Chi-Square	df	P-value
56.675	18.062	4	0.001

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai statistik Uji G^2 sebesar 56.675 yang berarti bahwa $G^2 > \chi^2_{(0,05;4)}=9,488$. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian secara serentak model waktu kelulusan mahasiswa dengan regresi logistik ordinal signifikan pada tingkat kepercayaan 95% atau dengan kata lain tolak H_0 yang berarti bahwa minimal ada satu parameter yang signifikan, sehingga perlu dilakukan pengujian secara parsial.

c. Uji Parsial.

Statistik uji yang digunakan secara parsial adalah Wald. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui variable prediktor yang signifikan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : $\beta_k = 0$

H_1 : $\beta_k \neq 0, k = 1,2$

Tabel 6. Statistik Uji Wald Untuk Pengujian Secara Parsial

Prediktor	Koefisien	SE Koefisien	Z	P-value	Odds Rasio
Konstan (1)	-1.778	0.418	18.083	0.000	
Konstan (2)	-0.217	0.361	.360	0.548	
Konstan (3)	0.816	0.375	4.747	0.029	
$X_{1,1}$	-1.557	0.527	8.736	0.003	0,211
$X_{1,2}$	0.977	0.645	2.295	0.130	2,656
$X_{1,3}$	-1.097	0.542	4.098	0.043	0.334
$X_{1,4}$	0				1
$X_{2,1}$	0.244	0.431	0.321	0.571	1,276
$X_{2,2}$	0				1

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa variabel prediktor yang signifikan yaitu variabel $X_{1,1}$ dan $X_{1,3}$ karena memiliki nilai *P-value* yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Sedangkan variabel yang tidak signifikan yaitu variabel $X_{1,2}$, $X_{1,4}$, $X_{2,1}$ dan $X_{2,2}$. Karena variabel respon terdiri dari empat kategori maka terdapat tiga model logit dengan memasukan variabel prediktor yang signifikan sebagai berikut:

$$\text{Logit}(y_1) = \log\left(\frac{y_1}{1-y_1}\right) = -1.778 + (-1.557) X_{1,1} + (-1.097) X_{1,3}$$

$$\text{Logit}(y_2) = \log\left(\frac{y_2}{1-y_2}\right) = -0.217 + (-1.557) X_{1,1} + (-1.097) X_{1,3}$$

$$\text{Logit}(y_3) = \log\left(\frac{y_3}{1-y_3}\right) = 0.816 + (-1.557) X_{1,1} + (-1.097) X_{1,3}$$

Interpretasi model yang terbentuk adalah dengan *odds rasio* yang diperoleh dari $\exp(\beta)$. Berdasarkan Tabel 5, nilai *odds rasio* untuk mahasiswa dengan Jurusan Matematika sebesar $\exp(-1.557) = 0,211$. Sedangkan nilai *odds rasio* untuk mahasiswa dengan Jurusan Fisika sebesar $\exp(-1.097) = 0.334$ yang berarti bahwa Jurusan Fisika memiliki peluang waktu kelulusan mahasiswa lebih besar dibandingkan dengan Jurusan Matematika.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi waktu kelulusan mahasiswa FMIPA Unpatti berasal dari faktor internal di jurusan yaitu dari Jurusan Matematika ($X_{1,1}$) dan Jurusan Fisika ($X_{1,3}$).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agresti, "Categorical Data Analysis," *John Wiley & Sons. Inc, New York*, 1990.
- [2] C. W. Guillory, "A Multilevel Discrete Time Hazard Model of Retention Data in Higher Education," *Louisiana*, 2008.
- [3] D. W. Hosmers dan S. Lemeshow, "Applied Logistic Regression," 2000.
- [4] Makridakis, S., Wheelwright, S., "Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua. Terjemahan Andriyanto, Untung Sus dan Abdul Basith," *Jakarta: Erlangga.*, 1999.
- [5] Nugrasanti Renni, "Locus of Control dan Prokrastinasi Akademik Mahasiswa," *Jurnal Provitae*, p. p. 25 32, 2006; 2.
- [6] S. K. Hyun, "Topics in Ordinal Logistic Regression And It's Application," *Texas : A&M Universit*, 2004.
- [7] Walpole, "Pengantar Statistika, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama," 1995.
- [8] Zakariyah dan Z. Ismaini, "Analisis Regresi Logistik Ordinal Pada Prestasi Belajar Lulusan Mahasiswa di ITS Berbasis SKEM," *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, vol. 4, no. 1., 2015.

JADWAL PELAYANAN SISTEM ANTREAN 5 SERVER DALAM ALJABAR MAX-PLUS INTERVAL

Queue System Service Schedule for 5 Servers in Interval Max-Plus Algebra

Sri Rejeki Puri Wahyu Pramesthi^{1*}, Fanny Adibah²

^{1,2}Prodi Pend. Matematika Fakultas Pend. MIPA IKIP Widya Darma Surabaya
Jln. Ketintang 147-151, Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

e-mail: ¹*purisrwp@gmail.com; ²fany8799@gmail.com;
Corresponding author*

Abstrak

Cukup sering kita melihat beberapa antrean saat berbelanja, saat melakukan pengisian bensin, membeli makanan minuman cepat saji dan lain sebagainya. Semua ini mengakibatkan banyaknya waktu yang tersita bagi kita sebagai pengunjung. Artikel ini akan memperoleh jadwal pelayanan dari sistem antrean 5 server dengan menggunakan aljabar max-plus interval. Tujuan artikel ini agar mempermudah para pengunjung yang mengantre mengetahui kapan waktunya mendapatkan pelayanan dari penyedia layanan tersebut dan dapat memberikan efisiensi waktu. Prosesnya dimulai dengan mengkonstruksi sistem, memperoleh matriks adjasennya dengan lama waktu berupa interval, memperoleh nilai eigen dalam bentuk max-plus interval dan vektor eigen dalam bentuk max-plus interval, dan memperoleh keperiodikan sistem, serta menghasilkan jadwal pelayanan yang periodik yaitu jadwal pelayanan sistem antrean 5 server dalam aljabar max – plus interval. Jadwal pelayanan yang dihasilkan dapat menginformasikan kepada para pengunjung kapan mereka mendapatkan pelayanan.

Kata Kunci: *Aljabar Max-Plus Interval, Antrean, Jadwal Pelayanan.*

Abstract

Quite often we see a few lines when shopping, when refueling, buying fast food drinks and so on. All of this has resulted in the amount of time that is consumed by us as visitors. This article will obtain a service schedule from the 5 server queue system using max-plus interval algebra. The purpose of this article is to make it easier for visitors who queue to know when it's time to get service from these service providers and can provide time efficiency. The process starts with constructing the system, obtaining its adjacency matrix for a long time in the form of intervals, obtaining eigenvalues in the form of max-plus intervals and eigenvectors in the form of max-plus intervals, and obtaining system periodicity, and producing periodic service schedules, namely queue system service schedules 5 servers in max algebra - plus intervals. The service schedule generated can inform visitors when they get service.

Keywords: *Interval Max – Plus Algebra, queue, schedules service.*

Diterima: 12 November 2018

Direvisi: 21 Januari 2019

Disetujui: 27 Februari 2019

Copyright © Jurusan Matematika FMIPA Unpatti 2019

1. PENDAHULUAN

Pada saat berbelanja, mengisi bensin, membeli tiket nonton bioskop, membayar tiket jalan tol, membeli makanan minuman cepat saji dan sebagainya, tidak jarang terdapat antrean yang cukup panjang, meskipun loket yang diberikan oleh penyedia layanan di buka secara maksimal. Pernah juga terlihat ketika para pengunjung menunggu cukup lama untuk mendapatkan pelayanan. Antrean memang sudah menjadi hal biasa pada setiap kegiatan.

Padatnya kegiatan – kegiatan yang dijalani membuat kita sebagai pengunjung harus efektif dan efisien dalam menggunakan waktu. Sehingga sangat diperlukan jadwal pelayanan untuk pengunjung yang mengantre. Tujuannya agar mempermudah para pengunjung yang mengantre mengetahui kapan waktunya mendapatkan pelayanan dari penyedia layanan tersebut dan dapat memberikan efisiensi waktu. Jadwal pelayanan yang akan diperoleh merupakan jadwal pelayanan sistem antrean 5 server dengan menggunakan aljabar max-plus interval.

Aljabar Max-Plus merupakan salah satu teknik analisis pengkajian dari sistem event diskrit (SED) yang mempunyai banyak aplikasi pada teori sistem, kontrol optimal dan petri net [4]. Pendekatan dengan menggunakan aljabar max-plus memperoleh serta menganalisis berbagai sifat dari sistem yang dibuat, tetapi hanya diaplikasikan pada sebagian klas SED yang bisa diuraikan dengan model waktu invariant max-linier. Aljabar max-plus sering digunakan untuk memodelkan suatu permasalahan seperti transportasi, manufaktur, penjadwalan, sistem antrean, lalu lintas dan lain sebagainya.

Penelitian yang relevan dengan artikel ini diantaranya membahas tentang elemen – elemen matriks adjasen yang dianalisis dengan menggunakan aljabar max – plus interval pada tahun 2010 serta penelitian yang membahas pemodelan aljabar max – plus dan evaluasi kinerja jaringan antrian *fork-join* tak siklik dengan kapasitas penyangga tak hingga pada tahun 2008. Sedangkan artikel ini menghasilkan jadwal pelayanan pada sistem antrean 5 server dengan menggunakan aljabar max – plus interval.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Antrean

Atas dasar sifat proses pelayanannya, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran atau *channel* (*single* atau *multiple*) dan *phase* (*single* atau *multiple*) yang membentuk suatu struktur antrean yang berbeda-beda. Istilah saluran atau *channel* menunjukkan jumlah alur (tempat) untuk memasuki sistem pelayanan, yang juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Istilah *place* berarti jumlah loket pelayanan, dimana para langganan harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap [2].

Sistem *multi channel – single phase* terjadi kapan saja, dimana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrean tunggal, sebagai contoh model ini adalah antrean pada *teller* sebuah bank, potong rambut oleh beberapa tukang potong, dan sebagainya.

2.2. Notasi dan Definisi Aljabar Max-Plus

Aljabar max-plus merupakan himpunan \mathbb{R}_{max} dengan dua operasi biner yaitu maksimum yang dinotasikan \oplus dan tambah yang dinotasikan \otimes yang dinyatakan dengan $\mathbb{R}_{max} = (\mathbb{R}_\varepsilon, \oplus, \otimes)$. Himpunan \mathbb{R}_ε adalah himpunan $\mathbb{R} \cup \{\varepsilon\}$ dengan \mathbb{R} adalah himpunan bilangan riil. Didefinisikan $\varepsilon = -\infty$ adalah elemen netral dan $e = 0$ adalah elemen satuan. Untuk setiap $a, b \in \mathbb{R}_{max}$ didefinisikan operasi \oplus dan \otimes adalah $a \oplus b = \max(a, b)$ dan $a \otimes b = a + b$.

2.3. Aljabar Max-Plus Interval

Pada bagian ini diberikan dasar aljabar max-plus interval yang merupakan perluasan dari aljabar max-plus. Interval tertutup x dalam \mathbb{R}_{max} adalah suatu himpunan bagian dari \mathbb{R}_{max} yang berbentuk $x = \{[\underline{x}, \bar{x}] | x \in \mathbb{R}_{max}, \underline{x} \leq_m x \leq_m \bar{x}\}$. Interval x dalam \mathbb{R}_{max} tersebut disebut Interval Max-Plus. Didefinisikan $I(\mathbb{R})_\varepsilon := \{x = [\underline{x}, \bar{x}] | \underline{x}, \bar{x} \in \mathbb{R}, \varepsilon \leq_m \underline{x} \leq_m \bar{x}\} \cup \{\varepsilon\}$ dengan $\varepsilon := [\varepsilon, \varepsilon]$. Pada $I(\mathbb{R})_\varepsilon$, didefinisikan untuk $\forall x, y \in I(\mathbb{R})_\varepsilon$ operasi $\overline{\oplus}$ dan $\overline{\otimes}$ dengan $x \overline{\oplus} y = [\underline{x} \oplus \underline{y}, \bar{x} \oplus \bar{y}]$ dan $x \overline{\otimes} y = [\underline{x} \otimes \underline{y}, \bar{x} \otimes \bar{y}]$. $I(\mathbb{R})_\varepsilon$ merupakan semiring idempotent komutatif dengan elemen netral $\varepsilon := [\varepsilon, \varepsilon]$ dan elemen satuan $0 = [0, 0]$. Semiring idempotent komutatif $(I(\mathbb{R})_\varepsilon, \overline{\oplus}, \overline{\otimes})$ disebut aljabar max-plus interval yang dinotasikan dengan $I(\mathbb{R})_{max}$ [1].

2.4. Nilai Eigen dan Vektor Eigen Max-Plus Interval

Algoritma 2.1 [3].

- Ambil sebarang vektor awal $x(0) = x_0 \neq u[\varepsilon]$, yaitu x_0 mempunyai minimal satu elemen berhingga.
- Iterasi $x(k + 1) = A \otimes x(k)$ hingga ada bilangan bulat p, q dengan $p > q \geq 0$ dan sebuah bilangan riil c sehingga $x(p) = x(q) \otimes c$, hingga suatu nilai periodik didapatkan.
- Hitung nilai eigen $\lambda = \frac{c}{p-q}$.
- Hitung vektor eigen $v = \bigoplus_{j=1}^{p-q} (\lambda^{\otimes(p-q-j)} \otimes x(q + j - 1))$.

Definisi 1.

Diberikan $A \in I(\mathbb{R})_{max}^{n \times n}$, skalar interval $\lambda \in I(\mathbb{R})_{max}$ disebut nilai eigen max-plus interval matriks interval A jika terdapat suatu vektor interval $v \in I(\mathbb{R})_{max}^n$ dengan $v \neq \varepsilon_{n \times 1}$ sehingga $A \otimes v = \lambda \otimes v$. Vektor v tersebut disebut vektor eigen max-plus interval matriks interval A yang bersesuaian dengan λ .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

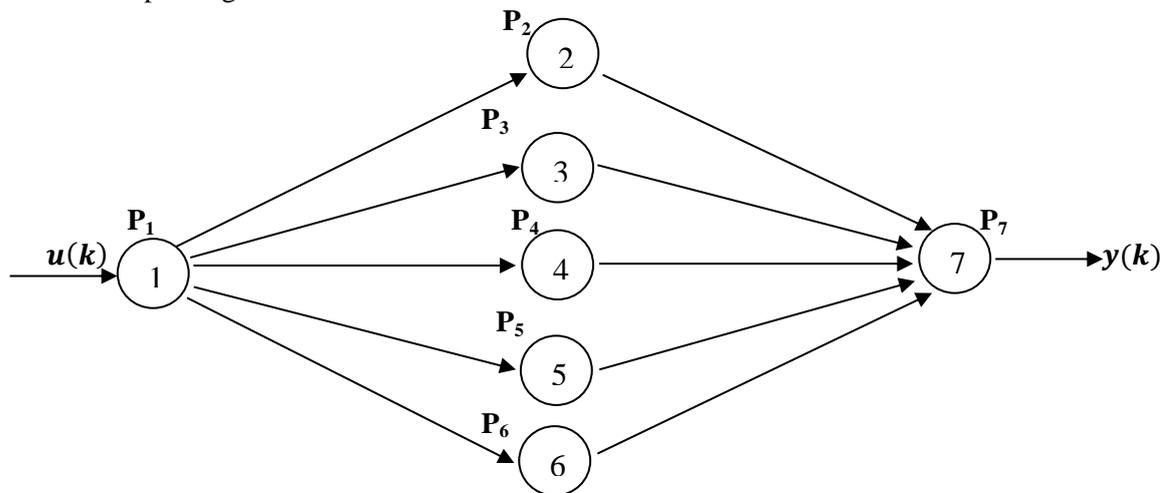
3.1. Konstruksi Sistem Antrean 5 Server

Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam sistem Antrean 5 server, yaitu:

- Sistem pelayanan tidak pernah mengalami gangguan, sumber daya manusia selalu *ready (stand by)*, listrik tidak pernah mengalami gangguan, ketersediaan material selalu ada.
- Lama waktu pelayanan pada masing – masing *place server* diasumsikan sama.

Berikut ini merupakan gambar sistem antrean 5 server:



Gambar 1. Sistem Antrean 5 Server

Gambar 1, di atas merupakan gambar sistem antrean 5 server terdapat $u(k)$ dan $y(k)$, $u(k)$ adalah waktu kedatangan pengunjung ke – k sedangkan $y(k)$ adalah waktu pengunjung ke – k yang telah selesai mendapatkan pelayanan. Gambar tersebut menunjukkan bahwa terdapat 7 *place* dimana *place* 1 (P1) merupakan *place* kedatangan pengunjung (tempat pengunjung mengantre atau tempat pengunjung menunggu waktu untuk mendapatkan pelayanan), *place* 2 (P2), *place* 3 (P3), *place* 4 (P4), *place* 5 (P5), dan *place* 6 (P6) merupakan *place server* (tempat pengunjung mendapatkan pelayanan) serta *place* 7 (P7) merupakan *place* pengunjung mendapatkan pelayanan.

3.2. Matriks Adjacen Sistem Antrean 5 Server

Didefinisikan himpunan *edges* yakni suatu *arc* dari titik j ke titik i ada bila $a_{ij} \neq \varepsilon$, *arc* ini dinotasikan (j, i) , dan jika tidak terdapat *arc* (j, i) , maka $a_{ij} := \varepsilon$.

Sehingga dapat diperoleh matriks A yang elemen – elemennya berupa lama waktu pada sistem dengan $t_1(k) =$ lama waktu dari P1 ke P1, $t_2(k) =$ lama waktu dari P2 ke P2, $t_3(k) =$ lama waktu dari P3 ke P3, $t_4(k)$

= lama waktu dari P_4 ke P_4 , $t_5(k)$ = lama waktu dari P_5 ke P_5 , $t_6(k)$ = lama waktu dari P_6 ke P_6 , $t_7(k)$ = lama waktu dari P_7 ke P_7 , $t_1(k) \otimes t_2(k)$ = lama waktu dari P_1 ke P_2 , $t_1(k) \otimes t_3(k)$ = lama waktu dari P_1 ke P_3 , $t_1(k) \otimes t_4(k)$ = lama waktu dari P_1 ke P_4 , $t_1(k) \otimes t_5(k)$ = lama waktu dari P_1 ke P_5 , $t_1(k) \otimes t_6(k)$ = lama waktu dari P_1 ke P_6 , $t_2(k) \otimes t_7(k)$ = lama waktu dari P_2 ke P_7 , $t_3(k) \otimes t_7(k)$ = lama waktu dari P_3 ke P_7 , $t_4(k) \otimes t_7(k)$ = lama waktu dari P_4 ke P_7 , $t_5(k) \otimes t_7(k)$ = lama waktu dari P_5 ke P_7 , $t_6(k) \otimes t_7(k)$ = lama waktu dari P_6 ke P_7 , dan $t_1(k) \otimes [t_2(k) \oplus t_3(k) \oplus t_4(k) \oplus t_5(k) \oplus t_6(k)] \otimes t_7(k)$ = lama waktu dari P_1 ke P_7 , sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} t_1(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_2(k) & t_2(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_3(k) & \varepsilon & t_3(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_4(k) & \varepsilon & \varepsilon & t_4(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_5(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & t_5(k) & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_6(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & t_6(k) & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes [t_2(k) \oplus t_3(k) \oplus t_4(k) \oplus t_5(k) \oplus t_6(k)] \otimes t_7(k) & t_2(k) \otimes t_7(k) & t_3(k) \otimes t_7(k) & t_4(k) \otimes t_7(k) & t_5(k) \otimes t_7(k) & t_6(k) \otimes t_7(k) & t_7(k) \end{pmatrix}$$

Jika lama waktu di *place i* untuk pengunjung ke $-k$ berupa interval waktu, maka matriks interval **A** menjadi matriks **A** yaitu matriks adjasen interval lama waktu dari sistem antrean 5 server sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} t_1(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_2(k) & t_2(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_3(k) & \varepsilon & t_3(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_4(k) & \varepsilon & \varepsilon & t_4(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_5(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & t_5(k) & \varepsilon & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes t_6(k) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & t_6(k) & \varepsilon \\ t_1(k) \otimes [t_2(k) \oplus t_3(k) \oplus t_4(k) \oplus t_5(k) \oplus t_6(k)] \otimes t_7(k) & t_2(k) \otimes t_7(k) & t_3(k) \otimes t_7(k) & t_4(k) \otimes t_7(k) & t_5(k) \otimes t_7(k) & t_6(k) \otimes t_7(k) & t_7(k) \end{pmatrix}$$

Misal berikut ini diberikan interval lama waktu di *place i* untuk pengunjung ke $-k$:

$t_1(k) = [5,9], t_2(k) = [10,14], t_3(k) = [10,14], t_4(k) = [10,14], t_5(k) = [10,14], t_6(k) = [10,14], t_7(k) = [3,5]$. Sehingga diperoleh matriks interval **A**, sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} [5,9] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [5,9] \otimes [10,14] & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [5,9] \otimes [10,14] & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [5,9] \otimes [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [5,9] \otimes [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon \\ [5,9] \otimes [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon \\ [5,9] \otimes [10,14] \otimes [3,5] & [10,14] \otimes [3,5] \end{pmatrix}$$

Jika matriks interval **A** yaitu matriks adjasen interval lama waktu pada sistem antrean 5 server dilakukan pengoperasian dengan menggunakan operasi dari aljabar max – plus interval yaitu untuk setiap $a, b \in \mathbb{R}_{max}$ didefinisikan operasi \oplus dan \otimes adalah $a \oplus b = \max(a, b)$ dan $a \otimes b = a + b$ serta pada $I(\mathbb{R})_\varepsilon$, didefinisikan untuk $\forall x, y \in I(\mathbb{R})_\varepsilon$ operasi $\overline{\oplus}$ dan $\overline{\otimes}$ dengan $x \overline{\oplus} y = [\underline{x} \oplus \underline{y}, \overline{x} \oplus \overline{y}]$ dan $x \overline{\otimes} y = [\underline{x} \otimes \underline{y}, \overline{x} \otimes \overline{y}]$, maka dapat diperoleh matriks interval **A** yaitu matriks adjasen interval lama waktu pada sistem antrean 5 server berikut ini:

$$A = \begin{pmatrix} [5,9] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon \\ [18,28] & [13,19] & [13,19] & [13,19] & [13,19] & [13,19] & [3,5] \end{pmatrix}$$

Selanjutnya, setelah diperoleh matriks interval **A** yaitu matriks adjasen interval lama waktu pada sistem antrean 5 server, berikut ini diberikan interval lama waktu kedatangan $B = [6,10]$ dan interval lama waktu pengunjung selesai mendapatkan pelayanan $C = [5,7]$. Sehingga diperoleh matriks interval **B** dan matriks interval **C** berikut ini:

$$B = \begin{pmatrix} [6,10] \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \\ \varepsilon \end{pmatrix}$$

dan

$$C = (\varepsilon \ \varepsilon \ \varepsilon \ \varepsilon \ \varepsilon \ \varepsilon \ [5,7]).$$

Apabila telah ditentukan matriks interval **A**, matriks interval **B** serta matriks interval **C**, maka dapat diperoleh matriks dengan mengoperasikan matriks interval **A**, matriks interval **B** dan matriks interval **C** dengan menggunakan operasi aljabar max – plus sesuai dengan $x(k + 1) = (A \oplus B \otimes C) \otimes x(k)$. Sehingga hasil operasi dari $A \oplus B \otimes C$ (misal hasil dari $A \oplus B \otimes C = D$) adalah matriks interval **D** sistem antrean 5 server, sebagai berikut:

$$D = \begin{pmatrix} [5,9] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [11,17] \\ [15,23] & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon & \varepsilon \\ [15,23] & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & [10,14] & \varepsilon \\ [18,28] & [13,19] & [13,19] & [13,19] & [13,19] & [13,19] & [3,5] \end{pmatrix}$$

3.3. Nilai Eigen dan Vektor Eigen Max-Plus Interval

Nilai eigen dan vektor eigen max-plus interval diperoleh dengan menggunakan **Algoritma 2.1** Algoritma Power [5]. Berikut hasil nilai eigen dan vektor eigen dari matriks **D** (matriks \underline{D} dan matriks \overline{D}) sistem antrean 5 server:

Nilai eigen dari matriks **D** adalah $\lambda(\underline{D}) = 14,5$ dan $\lambda(\overline{D}) = 22,5$. Untuk vektor eigen dari matriks **D** adalah

$$\begin{pmatrix} [29, 45] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [32.5, 50.5] \end{pmatrix}.$$

3.4. Analisis Keperiodikan dan Jadwal Pelayanan

Analisis Keperiodikan

Vektor eigen yang telah diperoleh dapat dipergunakan untuk menghitung sistem antrean yang periodik sebagai iterasi pertama atau $x(0)$ dan dengan nilai eigen dapat diperoleh sistem antrean yang periodik untuk memperoleh iterasi berikutnya $x(1), x(2)$, dan seterusnya.

Sehingga dapat diperoleh Sistem Antrean 5 Server yang periodik dengan pengambilan iterasi sebanyak 5 iterasi saja yakni diperoleh berikut ini:

$$\begin{matrix} x(0) & x(1) & x(2) & x(3) & x(4) & x(5) \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} [29, 45] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [29.5, 45.5] \\ [32.5, 50.5] \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} [43.5, 67.5] \\ [44, 68] \\ [44, 68] \\ [44, 68] \\ [44, 68] \\ [44, 68] \\ [47, 73] \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} [58, 90] \\ [58.5, 90.5] \\ [58.5, 90.5] \\ [58.5, 90.5] \\ [58.5, 90.5] \\ [58.5, 90.5] \\ [61.5, 95.5] \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} [72.5, 112.5] \\ [73, 113] \\ [73, 113] \\ [73, 113] \\ [73, 113] \\ [73, 113] \\ [76, 118] \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} [87, 135] \\ [87.5, 135.5] \\ [87.5, 135.5] \\ [87.5, 135.5] \\ [87.5, 135.5] \\ [87.5, 135.5] \\ [90.5, 140.5] \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} [101.5, 157.5] \\ [102, 158] \\ [102, 158] \\ [102, 158] \\ [102, 158] \\ [102, 158] \\ [105, 163] \end{pmatrix}.$$

Jadwal Pelayanan

Dari Sistem Antrean 5 Server yang periodik dengan iterasi sebanyak 5 iterasi dapat dikonversikan ke dalam Jadwal Pelayanan pada Sistem Antrean 5 Server dalam bentuk Jam:Menit:Detik. Misal waktu awal antrean dimulai pada pukul 07.00, maka dapat diperoleh jadwal pelayanan dengan pengambilan iterasi sebanyak 5 iterasi waktu berikut ini:

Tabel 1. Jadwal Pelayanan Sistem Antrean 5 Server

	T0	T1	T2
Place 1	07:00:00 – 07:16:00	07:14:30 – 07:38:30	07:29:00 – 08:01:00
Place 2	07:00:30 – 07:16:30	07:15:00 – 07:39:00	07:29:30 – 08:01:30
Place 3	07:00:30 – 07:16:30	07:15:00 – 07:39:00	07:29:30 – 08:01:30
Place 4	07:00:30 – 07:16:30	07:15:00 – 07:39:00	07:29:30 – 08:01:30
Place 5	07:00:30 – 07:16:30	07:15:00 – 07:39:00	07:29:30 – 08:01:30
Place 6	07:00:30 – 07:16:30	07:15:00 – 07:39:00	07:29:30 – 08:01:30
Place 7	07:03:30 – 07:21:30	07:18:00 – 07:44:00	07:32:30 – 08:06:30
	T3	T4	T5
Place 1	07:43:30 – 08:23:30	07:58:00 – 08:46:00	08:12:30 – 09:08:30
Place 2	07:44:00 – 08:24:00	07:58:30 – 08:46:30	08:13:00 – 09:09:00
Place 3	07:44:00 – 08:24:00	07:58:30 – 08:46:30	08:13:00 – 09:09:00
Place 4	07:44:00 – 08:24:00	07:58:30 – 08:46:30	08:13:00 – 09:09:00
Place 5	07:44:00 – 08:24:00	07:58:30 – 08:46:30	08:13:00 – 09:09:00
Place 6	07:44:00 – 08:24:00	07:58:30 – 08:46:30	08:13:00 – 09:09:00
Place 7	07:47:00 – 08:29:00	08:01:30 – 08:51:30	08:16:00 – 09:14:00

Pada T0 (waktu awal antrean) di *place 1* yaitu *place* kedatangan pengunjung (tempat pengunjung mengantre atau tempat pengunjung menunggu untuk mendapatkan pelayanan), antrean dimulai dengan interval waktu antara pukul 07:00:00 – 07:16:00. *Place 1* terdapat 5 pengunjung pertama yang menunggu untuk mendapatkan pelayanan. Pada saat pukul 07:00:30 – 07:16:30, 5 pengunjung tersebut mendapatkan pelayanan dimana masing – masing pengunjung menempati *place* server (tempat pengunjung mendapatkan pelayanan) yaitu *place 2*, *place 3*, *place 4*, *place 5*, dan *place 6* secara bersamaan. Antara pukul 07:03:30 – 07:21:30 ke – 5 pengunjung telah mendapatkan pelayanan dan berada di *place 7*. Begitu seterusnya sampai di T5 (iterasi ke – 5). Jadwal pelayanan ini sesuai dengan hasil Sistem Antrean 5 Server yang periodik dengan iterasi sebanyak 5 iterasi serta sesuai dengan nilai eigen pada matriks bawah dan matriks batas atas yang telah diperoleh pada tahapan 3.3 yaitu menghitung Nilai Eigen dan Vektor Eigen dalam Max-Plus Interval.

4. KESIMPULAN

Aljabar Max – Plus Interval dapat diaplikasikan ke dalam sistem antrean 5 server. Dari nilai eigen juga vektor eigen dalam max-plus interval sistem antrean 5 server dapat diperoleh sistem antrean 5 server yang periodik, serta menghasilkan jadwal pelayanan sistem antrean 5 server yang periodik. Sehingga dapat mempermudah pengunjung yang mengantre mengetahui kapan waktunya mendapatkan pelayanan dari penyedia layanan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pramesthi, Sri Rejeki Puri W dan Subiono, "Analisis Sistem Jaringan Antrean Dengan Elemen - Elemen Matriks Adjacen Berupa Interval Dalam Aljabar Max - Plus," Proc. Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains UKSW, pp. 786 - 791, June 2010.
- [2] Rudhito M. Andy dan Suparwanto Ari, "Pemodelan Aljabar Max-Plus dan Evaluasi Kinerja Jaringan Antrian Fork-Join Taksiklik Dengan Kapasitas Penyangga Takhingga," Proc. Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains 2008, Fakultas Sains Dan Matematika UKSW, pp. B3-1 – B3-13, Jan 2008.
- [3] Subagyo, P, Dasar – dasar Operation Research. Yogyakarta: BPFE,
- [4] Subiono, "On classes of min-max-plus systems and their application," Ph.D. dissertation, Technische Universiteit,

Delft, Delft, 2000.

[5] Subiono, Aljabar Max-Plus. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2009.

PENERAPAN TEORI BILANGAN UNTUK MENENTUKAN KONGRUENSI PADA LAMPU LALU LINTAS

Application of Number Theory to Determine Congruence in Traffic Lights

Rizal Dwi Wardani^{1*}, Muhammad Shobri Kurniawan²

^{1,2} Jurusan Informatika Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta
Jln. Ring Road Utara, Condongcatu, Depok, Ngringin, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

e-mail: ^{1*} rizal.25@students.amikom.ac.id ; ² muhammad.1253@students.amikom.ac.id

Corresponding author*

Abstrak

Dalam kehidupan sehari-hari teori bilangan sering digunakan untuk memecahkan masalah. Dalam paper ini akan membahas penerapan teori bilangan dalam menguji kesesuaian lampu lalu lintas. Pengujian menggunakan teorema Euclidean yang merupakan bagian dari teori bilangan. Teori bilangan sebagai dasar teoritis untuk paparan kongruensi lampu lalu lintas. Paper ini menyajikan perhitungan dari persimpangan lalu lintas untuk menentukan kesesuaian pada lampu persimpangan lalu lintas. Hasil dalam paper ini menunjukkan bahwa jika persimpangan lalu lintas memiliki kongruensi antara lampu lalu lintas.

Kata Kunci: *Kongruensi, lampu lalu lintas, teorema euclidean, teori bilangan.*

Abstract

In everyday life, number theories are often used to solve problems. In this paper, we will discuss the application of number theory in testing the suitability of traffic lights. Testing uses the Euclidean theorem which is part of number theory. Number theory as a theoretical basis for exposure to traffic light congruence. This paper presents a calculation of traffic intersections to determine the suitability of traffic junction lights. The results in this paper show, that if a traffic junction has congruence between traffic lights.

Keywords: *Congruence, euclidean theorem, number theory, traffic lights.*

Diterima :03 Desember 2018

Direvisi: 20 Januari 2019

Disetujui: 27 Februari 2019

Copyright © Jurusan Matematika FMIPA Unpatti 2019

1. PENDAHULUAN

Matematika diskrit adalah cabang ilmu matematika sebagai dasar dari informatika yang mempelajari obyek-obyek diskrit untuk landasan teori dari ilmu informatika. Matematika diskrit sangatlah diperlukan sebagai landasan untuk menguasai ilmu informatika/komputer, seperti Algoritma, Teknik Pemrograman, Kriptografi, Sistem digital, dan lain-lain. Dalam matematika diskrit terdapat teori-teori yang diterapkan pada kehidupan sehari-hari sehingga dapat menginterpretasikan masalah yang terjadi dalam kehidupan nyata. Salah satu teorinya adalah teori bilangan, yaitu teori dasar pada setiap operasi perhitungan [1].

Teori bilangan dikatakan sebagai ilmu dasar dari setiap teori yang ada, karena setiap teori memiliki minimal satu jenis bilangan. Teori bilangan pada matematika diskrit memiliki sifat pembagian yang difokuskan, salah satunya adalah aritmatika modulo. Salah satu algoritma penting yang dimiliki teori bilangan dan berhubungan dengan sifat pembagian ini yaitu Algoritma Euclidean. Dengan Algoritma Euclidean yang diterapkan ke kongruensi dapat dijadikan perhitungan untuk memecahkan suatu masalah yang ada.

Pada dasarnya banyak masalah yang terjadi pada masyarakat terutama pada lalu lintas. Masyarakat bingung saat pada persimpangan, karena pada jalurnya hitungan waktu tunggu pada lampu merah sangat lama, sementara pada jalur lain lebih cepat dibanding jalurnya. Masyarakat berpikir jika pembagian hitungan waktu tunggu lampu merah tidak adil. Tetapi hitungan waktu tunggu pada lalu lintas sudah dirumuskan sedemikian rupa untuk mencegah kemacetan pada persimpangan. Dengan penggunaan kongruensi dapat di analisa tanpa menghitung secara keseluruhan tentang pembagian waktu pada lampu lalu lintas untuk menyimpulkan persimpangan tersebut adil [2].

Bila masyarakat tidak mendapatkan keadilan biasanya masyarakat mulai resah sehingga menimbulkan demo. Karena itu pembahasan tentang kongruen dijelaskan pada ini diharapkan mampu membantu pemerintahan dalam perkembangan kota kota di Indonesia[3]. Oleh karena itu Matematika dapat dapat juga dikembangkan untuk perkembangan kota misalnya pada matematika diskrit dengan teori bilangan untuk menentukan nilai kongruen [4].

Pembahasan pada ini mengambil kasus lampu lalu lintas di persimpangan empat lalu lintas Angkatan Udara - Janti pada timur JEC (Jogja Expo Center), untuk dijadikan sebagai kasus untuk menentukan kongruensiya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan lampu lalu lintas dari setiap lampu pada persimpangan tersebut. Tujuan dari penulisan yaitu untuk membuktikan bahwa kongruensi pada lampu lalu lintas itu penting, karena setiap pengguna jalan memiliki hak yang sama jadi perhitungan untuk lampu lalu lintas harus dilakukan secara adil tetapi tidak sama rata karena kepadatan jalan pada setiap jalan berbeda.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penulis adalah metode eksperimen. "Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang sistematis, logis, dan teliti di dalam melakukan kontrol terhadap kondisi." Data yang digunakan berasal dari pengamatan dan pencatatan langsung dari tempat penelitian, yaitu lampu lalu lintas pada persimpangan simpang empat Angkatan Udara Janti, Kota Yogyakarta. Bagian yang di amati adalah waktu tunggu lampu lalu lintas di setiap jalur pada persimpangan tersebut. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 03 November 2018 pukul 09.00 WIB.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penggunaan metode kongruensi maka masalah lamanya waktu lampu lalu lintas menyala dapat digunakan untuk membuktikan kongruensi antara ilmu matematika diskrit ke penerapan di dunia nyata. Maka, pengambilan contoh lampu lalu lintas yang sering sekali dijumpai ketika berada di perjalanan. Lampu lalu lintas dijalankan menggunakan mesin atau listrik. Pada dasarnya, ada dua jenis sinyal pada lampu lalu lintas yang dapat digunakan antara lain, sebagai berikut [5]:

1. Sinyal waktu tetap (*fixed time signals*)

Pada sinyal waktu tetap, lampu dijalankan berdasarkan pada suatu program yang telah ditetapkan pada awal pemasangan dan memiliki durasi yang tetap. Lampu ini dilengkapi dengan saklar waktu untuk mengubah program pada kondisi tertentu untuk mengatasi suatu lalu lintas yang berbeda.

2. Sinyal yang diaktifkan oleh kendaraan (*demand signals*)

Pada jenis sinyal ini, *detector* digunakan untuk mendeteksi jumlah kendaraan yang ada pada jarak jangkauan *detector* dan dihubungkan dengan suatu pengontrol. Dengan terhubungnya *detector* dan pengontrol, maka pengontrol akan menghitung waktu siklus dan merubah sinyal dalam memberikan respon pada permintaan lalu lintas.

Sinyal yang digunakan pada penyelesaian masalah ini adalah sinyal waktu tetap (*fixed time signals*). Dengan begitu tidak ada perubahan dalam pengambilan data saat pengamatan dan pencatatan langsung [7]. Dari pengamatan yang sudah dilakukan, didapatkan tiga data waktu tunggu lampu lalu lintas yaitu lampu merah, lampu kuning dan lampu hijau seperti pada Tabel 1, berikut:

Tabel 1. Data Lampu Lalu Lintas

Jalur	Lampu Lalu Lintas		
	Merah	Kuning	Hijau
Arah Selatan	94	4	39
Arah Utara	98	4	36
Arah Timur	110	4	23
Arah Barat	110	4	23

Data diatas adalah lamanya waktu lampu lalu lintas menyala yang diperoleh dari pengamatan. Perhitungan yang digunakan memadukan rumus antara teorema euclidean dengan kongruensi dengan rumus $m = n.q+r$ dimana disetiap perbandingan variabel n dan r harus sama dengan data yang dibandingkan dan $0 \leq r < n$. Dengan penjelasan seperti berikut [6]:

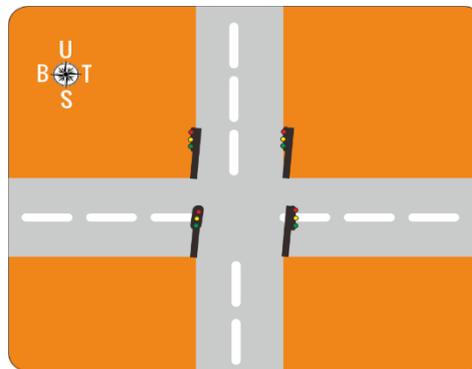
$$m = n.q+r$$

m = Target yang dihitung seperti lampu merah

n = Jumlah dari persimpangan

q = Variabel untuk perkalian

r = Variabel untuk penjumlahan



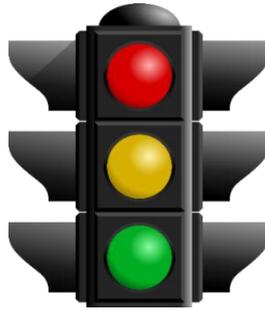
Gambar 1. Ilustrasi Persimpangan Empat Lalu Lintas

Dari ilustrasi Gambar 1, variabel n bernilai 4 karena jumlah persimpangannya ada empat. Selanjutnya setiap jalur dihitung dan dibandingkan jika variabel n dan r bernilai sama maka kongruen. Karena syarat kongruen yaitu mempunyai nilai sama untuk pembagi (n) dan residu (r).

Tabel 2. Hasil Perhitungan Antar Jalur

Jalur	Lampu Merah	Kongruensi	Residu (r)
Arah Selatan	94	YA	2
Arah Utara	98	YA	2
Arah Timur	110	YA	2
Arah Barat	110	YA	2

Pada Tabel 2, nilai yang digunakan untuk perhitungan yaitu lamanya waktu lampu merah menyala dan diperoleh residu yang sama. Jadi untuk kasus lampu persimpangan empat lalu lintas Angkatan Udara - Janti pada timur JEC (Jogja Expo Center) mendapatkan hasil “YA” untuk kongruen.



Gambar 2. Ilustrasi Lampu Lalu Lintas

Dari ilustrasi Gambar 2 variabel n bernilai 3 karena jumlah lampu ada 3. Lalu setiap waktu tunggu lampu dihitung dan dibandingkan ke setiap lampu di satu jalur. Misal semua lampu sudah dihitung, perhitungan dari lampu merah dibandingkan ke lampu kuning, hijau atau sebaliknya.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Antar Lampu Pada Jalur Selatan

Jalur Selatan	Lama Waktu	Kongruensi	Residu (r)
Lampu Merah	94	YA	1
Lampu Kuning	4	YA	1
Lampu Hijau	39	TIDAK	0

Dari Tabel 3, dapat dikatakan lampu hijau tidak kongruen dengan lampu merah dan kuning. Tidak kongruenan tersebut dikatakan untuk lampu hijau belum ada kesamaan antara yang lain. Kemungkinan bisa disebabkan oleh *delay* pada lampu saat berganti warna sehingga data kurang akurat, atau perhitungan tidak berada pada asas kekongruenan. Perhitungan yang dimaksud ialah perhitungan saat membagi waktu tunggu untuk setiap lampu dan perhitungan tersebut meliputi jumlah pengendara, besar jalur, penjumlahan antar lampu dan dipadukan sehingga mendapatkan hasil waktu tunggu lampu pada setiap jalur.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Antar Lampu Pada Jalur Utara

Jalur Utara	Lama Waktu	Kongruensi	Residu (r)
Lampu Merah	98	TIDAK	2
Lampu Kuning	4	TIDAK	1
Lampu Hijau	36	TIDAK	0

Dari Tabel 4, dapat dikatakan semua lampu tidak kongruen. Kemungkinan bisa disebabkan oleh *delay* pada lampu saat berganti warna sehingga data kurang akurat, perhitungan tidak berada pada asas kekongruenan, perhitungan tidak diperbarui setiap tahun, atau perhitungan sudah diperbarui tetapi alat kurang akurat dalam penyampaian hasil tersebut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Antar Lampu Pada Jalur Timur

Jalur Timur	Lama Waktu	Kongruensi	Residu (r)
Lampu Merah	110	YA	2
Lampu Kuning	4	TIDAK	1
Lampu Hijau	23	YA	2

Dari Tabel 5, dapat dikatakan lampu kuning tidak kongruen. Tidak kongruen pada lampu kuning karena *delay* pada lampu saat berganti warna sehingga data kurang akurat, atau perhitungan tidak berada pada asas kekongruenan.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Antar Lampu Pada Jalur Barat

Jalur Barat	Lama Waktu	Kongruensi	Residu (r)
Lampu Merah	110	YA	2
Lampu Kuning	4	TIDAK	1
Lampu Hijau	23	YA	2

Dari Tabel 6, dapat dikatakan lampu kuning tidak kongruen. Tidak kongruenan tersebut dikatakan untuk lampu kuning belum ada kesamaan antara yang lain. Kemungkinan bisa disebabkan oleh *delay* pada lampu saat berganti warna sehingga data kurang akurat, atau perhitungan tidak berada pada asas kekongruenan.

Dari Tabel 2-6 dapat dikatakan bahwa lampu lalu lintas tidak selalu kongruen tetapi jika lampu lalu lintas mempunyai kekongruenan bisa diartikan bahwa waktu tunggu disetiap sisi jalur ideal. Kemudian bila lampu lalu lintas memiliki lampu penyeberangan harus disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dapat dikalkulasikan untuk mendapatkan kekongruenan pada perhitungannya.

Adapun penyebab terjadinya ketidak kongruenan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Jumlah pengendara
Maksud dari jumlah pengendara adalah banyak atau sedikitnya pengguna jalan pada jalur tersebut sehingga waktu tunggu pada lampu kurang atau berlebihan. Contohnya di persimpangan empat Jalan Timoho dari arah timur, jumlah kendaraan terlalu sedikit tetapi waktu tunggu dari lampu tersebut berlebihan dikarenakan akses dari jalan kampung ke kota.
2. Volume lajur jalan
Volume lajur jalan adalah besar kecilnya arus jalan yang mempengaruhi ketidak kongruenan jika jalan lebar maka hitungannya terlalu lama dan jika jalan sempit biasanya hitungannya terlalu cepat.
3. Arah tujuan jalur
Maksud dari arah tujuan jalur yaitu jika pergi ke kota biasanya banyak pengendara yang tujuannya sama sehingga berpengaruh pada jumlah pengendara. Jika menuju jalan perkampungan biasanya sedikit pengendara yang bertujuan sama karena biasanya banyak yang hidup di kota.

4. KESIMPULAN

Penggunaan algoritma euclidean dapat diterapkan untuk menyelesaikan perhitungan kongruensi lampu lalu lintas. Langkah awal yang ditempuh adalah mencari data untuk lampu lalu lintas dan dimasukkan ke dalam tabel untuk memudahkan pengolahan data, tabel tersebut menjadi acuan dalam perhitungan menggunakan algoritma euclidean. Untuk mengetahui apakah data tersebut kongruen, digunakan rumus kongruen yang dikemas ke dalam algoritma euclidean sehingga memiliki syarat pembagi dan residu harus mempunyai nilai yang sama untuk dikatakan kongruen. Jika pada hasil penelitian ada yang tidak kongruen itu tidak mempengaruhi jalannya arus laju kendaraan, karena program pada sistem lampu tersebut sudah mangalami penganalisaan jumlah kendaraan yang ada dan menentukan efektifitas perhitungan atau idealnya hitungan agar arus tetap lancar dan mengalami kemacetan. Pada perbandingan antar lampu lalu lintas mendapatkan kongruen. Oleh sebab itu persimpangan tersebut sudah dapat dikatakan adil, karena perhitungan antara jalur mempunyai keselarasan pada setiap lampu. Sehingga dikatakan idealnya waktu tunggu pada persimpangan empat tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kelancaran untuk mengerjakan peper serta memberikan karunia sehat sehingga kita dapat menyelesaikannya dan kepada dosen kami bapak Ferry Wahyu Wibowo, S.Si., M.Cs. yang telah memberikan ilmu dan memberi kami kesempatan untuk penelitian terhadap kasus penerapan matematika diskrit dalam kehidupan sehari-hari. semoga ilmu ini dapat berguna dan kami terapkan di kehidupan nantinya. Dan juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Telkom Wifi Corner dan Grahatama pustaka yang telah memberikan fasilitas koneksi internet untuk membantu pencarian referensi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kesalahan atau kekurangan dalam penulisan ini. Jika ada saran yang membangun, diperkenankan untuk di sampaikan agar penulis dalam penulisannya semakin baik dan berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Hadi, "Apa yang dimaksud dengan penelitian eksperimental," 8 Agustus 2017. [Online]. Available: <https://www.dictio.id/t/apa-yang-dimaksud-dengan-penelitian-eksperimental/8896>. [Accessed 3 November 2018].
- [2] Hayun A, Anggara sundari, "Penentuan Waktu Penyalaan Lampu Lalu Lintas yang Optimal : Kasus Persimpangan Buah Batu Lingkar Selatan," 2005.
- [3] J. J. SIANG, Logika Matematika, Yogyakarta : Andi Yogyakarta, 2013.
- [4] Nurjanah, Amalia, "Sang Pembelajar," 18 May 2013. [Online]. Available: <https://amalianurjannah.wordpress.com/>. [Accessed 19 January 2019].
- [5] Virgo, NR, "NR_Share," Blogger, 12 March 2014. [Online]. Available: <http://nhoerjanah94.blogspot.com/2014/03>. [Accessed 19 January 2019].
- [6] Wibowo, Ferry Wahyu, "Matematika Diskrit," Universitas AMIKOM Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- [7] Wirahaji, Ida Bagus, "Geriya Agung," 3 January 2014. [Online]. Available: <http://gustu107.blogspot.com/2014/01>. [Accessed 19 January 2019].

ESTIMASI KECEPATAN DAN PANJANG LARIAN LONGSOR BERDASARKAN PENDEKATAN LONGSOR ELM

Estimates of Velocity and Slide Travel Distance using ELM Sliding Approach

Matheus Souisa^{1*}, Sisca M. Sapulete², Sean O. Souisa³

^{1,2,3} *Laboratorium Geosains Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Pattimura*

^{1,2} *Laboratorium Mitigasi Bencana Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Pattimura*

^{1,2} *Laboratorium Landslides Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Pattimura*

Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, 97233, Indonesia

e-mail: ^{1*} thos.phys@gmail.com ; ² sisca_sapulete@yahoo.com ; ³ seanomega9758@gmail.com

*Corresponding author**

Abstrak

Kegagalan lereng yang terjadi pada suatu lereng memiliki bidang gelincir pada struktur bawah permukaan sehingga dapat menimbulkan bencana longsor. Bencana ini terjadi di lokasi penelitian karena berada disekitar jalur patahan sehingga sebagian tanah mengalami retak dan longsor, karena disebabkan oleh hujan dengan durasi beberapa jam, sehingga tanah menjadi jenuh dan terlepas menggelincir mengikuti lereng dengan kecepatan yang tinggi dan panjang larian yang semakin jauh sampai mengendap. Hal inilah yang menyebabkan kerusakan dan kerugian, korban jiwa, pengungsian dan kerusakan lingkungan. Penelitian ini dilakukan di longsor Booi untuk menjelaskan perumusan model fisika dalam menentukan kecepatan dan panjang larian longsor menggunakan hukum kesetimbangan energi mekanik berdasarkan pada model *lumped mass*. Hasil analisis memberikan estimasi kecepatan maksimum 13.3 m/s pada posisi 33.0 m berada pada elevasi 96.2 m.dpl dan panjang larian longsor 102.2 m. Dengan demikian, semakin besar sudut kemiringan lereng terhadap sudut gesekan maka kecepatan longsor semakin tinggi dan panjang larian semakin besar. Alterasi kecepatan longsor sangat tergantung pada elevasi lereng dan jangkauan pengendapan material longsor.

Kata Kunci : *Energi mekanik, estimasi kecepatan, longsor elm, panjang larian.*

Abstract

Slope failure that occurs on a slope has a slip plane on the subsurface structure so that it can cause landslides. This disaster occurred in the research location because it was located around the fault line so that some of the soil was fractured and landslide. This disaster is caused by rain with a duration of several hours and is in a fault line, so that the soil becomes saturated and detached from slipping along the slope at a high speed and the length of the runaway farther until it settles. This is what causes damage and loss, loss of life, displacement and environmental damage. This research was conducted in the Booi landslide to explain the formulation of a physics model in determining the speed and length of a landslide run using the law of mechanical energy equilibrium based on the lumped mass model. The results of the analysis provide an estimated maximum speed of 13.3 m / s at position 33.0 m at the elevation of 96.2 m.dpl and the length of the landslide runoff 102.2 m. The profile model of speed estimation of the length of the Booi landslide run is similar to the velocity profile of the Elm landslide. Thus, the greater the slope angle to the friction angle, the higher the speed of the landslide and the longer the runaway length. Alteration of the speed of landslides depends largely on the slope elevation and the range of sedimentation of the landslide material.

Keywords: *Mechanical energy, velocity estimation, elm landslide, travel distance.*

1. PENDAHULUAN

Bencana alam gerakan tanah (longsor) telah menarik banyak perhatian dari berbagai pihak karena hal ini merupakan salah satu bencana yang sering melanda daerah perbukitan dan pegunungan yang terjal di wilayah Pulau Ambon, terutama di musim hujan. Karena pada musim hujan terjadi alterasi tegangan permukaan dalam pori tanah dan menambah berat massa tanah akibat dari air yang meresap ke dalam tanah sehingga menyebabkan kegagalan lereng. Hal inilah yang menyebabkan kerusakan dan gangguan terhadap lokasi sekitar. Kerusakan yang ditimbulkan tidak hanya berdampak langsung seperti korban jiwa, kehilangan tempat tinggal, kerusakan fasilitas umum maupun lahan pertanian, tetapi berdampak tidak langsung pada kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya. Dengan besarnya dampak yang sering terjadi, maka diperlukan metode-metode estimasi dan data statistik kejadian longsor di Pulau Ambon serta kerugian yang ditimbulkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan karakteristik fisik longsor Booi berdasarkan data yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya [3]. Data ini dikaji dengan menggunakan penggabungan model empirik dan model diskrit (*lumped mass model*) [5] dengan mempertimbangkan mekanisme dan penyebab gerakan massa longsor. Hasil kajian disajikan dalam bentuk nilai estimasi koefisien gesek semu, kecepatan dan jarak jangkauan longsor yang dapat dijadikan sebagai gambaran untuk evaluasi bahaya longsor di wilayah penelitian maupun dapat digunakan dalam mitigasi bencana gerakan tanah.

2. METODE PENELITIAN

Material penyusun lereng ketika terjadi perombakan atau hancur maka material tersebut akan bergerak mengikuti lereng atau bergerak ke arah bawah (*downward*) atau ke arah luar (*outward*) lereng. Hal ini dikenal sebagai gerakan tanah (*mass movement*) (Varnes, 1978 dalam [3]). Dengan kata lain gerakan tanah (longsoran) adalah perpindahan masa batuan/tanah karena pengaruh gaya berat. Hal inilah yang menyebabkan kerusakan infrastruktur dan lingkungan, korban jiwa dan kerugian harta benda yang cukup besar.

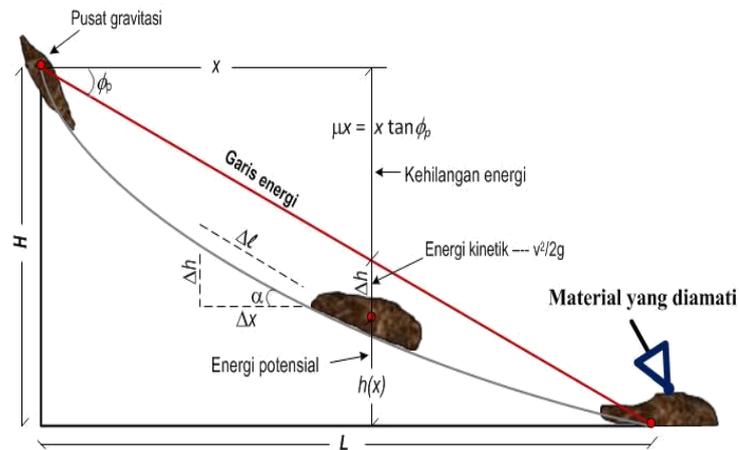
Secara umum, faktor penyebab utama terjadinya longsor di daerah penelitian adalah faktor alami dan non alami. Faktor alami yang memicu terjadinya longsor adalah tingginya tekanan air dalam pori tanah-batuan akibat curah hujan yang berkepanjangan, getaran yang diakibatkan oleh gempa bumi, pemotongan (*undercutting*) lereng menyebabkan erosi dan pembebanan tanah-batuan yang berlebihan di bagian atas lereng. Sedangkan faktor non alam adalah aktivitas pembangunan yang memotong lereng sehingga menjadikan lereng lebih curam, mengalihkan aliran air permukaan atau air tanah ke lokasi yang sebenarnya sudah mempunyai potensi longsor, penumbang pohon ataupun vegetasi lainnya yang menyebabkan tingginya *run-off* air permukaan dan sengaja memodifikasikan *landscape* dengan membangun di lereng yang tidak stabil atau di jalur potensi longsor tanpa melakukan analisis kelerengan.

2.1 Model Fisika Longsor

Jika longsor debris mewakili massa dari slide potensial berupa *lumped mass model*. *Lumped mass model* merupakan model sederhana yang menganggap massa longsoran konstan sepanjang lintasan [1]. Gesekan diantara material longsor dan bidang gelincir akan menghambat penggelinciran dibawah beberapa sudut kemiringan kritis. Diatas sudut kritis percepatan massa mengikuti hukum kedua Newton. Jika massa material longsor memiliki energi potensial H bergerak sejauh x (Gambar 1), maka energi yang hilang selama pergerakan adalah:

$$E_f = mg \int_0^x \cos \alpha \tan \phi_p \frac{dx}{\cos \alpha} \quad (1)$$

dengan m = massa bongkahan batuan (kg), g = percepatan gravitasi (m/s^2), x = jarak horizontal (m), α = sudut kemiringan lereng ($^\circ$), μ = koefisien gesekan dan ϕ_p = sudut gesek semu ($^\circ$).



Gambar 1. Skema model geometri lereng yang digunakan untuk menghitung kecepatan dan jarak larian dari konsep garis energi (dimodifikasi dari [3])

Gambar 1 memperlihatkan energi ditunjukkan oleh tinggi (membagi energi dengan mg), garis energi menunjukkan energi total. $v^2/2g$ ditunjukkan oleh tinggi antara garis energi dan pusat gravitasi dari pergerakan massa [6]. Sudut ϕ_p berhubungan dengan gradien garis energi. Oleh karena itu, longsoran berhenti dimana garis dari area sumber massa debris mulai meluncur dengan kemiringan ϕ_p memotong permukaan topografi. Garis ini adalah garis energi. Dengan demikian, jika sudut ϕ_p diketahui, jarak jangkauan dan kecepatan dapat diestimasi oleh gambaran garis energi.

Pada lokasi longsor dengan ketinggian H bergerak massa debris di atas bidang gelincir sepanjang lintasan l . Dengan meninjau elemen jarak Δl , bekerja gaya horizontal dan vertikal oleh reaksi sudut dan koefisien gesek. Dengan mengacu pada hukum kesetimbangan energi, menghasilkan:

$$\Delta \frac{1}{2} mv^2 = mg \sin \alpha \Delta l - \mu mg \cos \alpha \Delta l \quad (2)$$

dengan $\sin \alpha \Delta l = \Delta h$ dan $\cos \alpha \Delta l = \Delta x$. Jika disederhanakan pers. (2), maka panjang larian longsor, menghasilkan:

$$L = \frac{H}{\mu} = \frac{H}{\tan \phi_p} \quad (3)$$

dengan μ = koefisien kekasaran permukaan lereng perbukitan atau tebing. Berdasarkan Gambar 1, posisi awal suatu massa debris terkandung energi potensial, massa ini mulai bergerak sepanjang lereng ada terjadi pergantian energi potensial menjadi energi kinetik, dan selama gelinciran terdapat energi yang hilang akibat gesekan (E_f). Disini energi rotasi tidak dipertimbangkan demi penyederhanaan. Oleh karena itu, pada lokasi longsor dengan ketinggian H bergerak massa debris di atas bidang gelincir sejauh x , maka mengacu pada hukum kekekalan energy [1,7] diberikan oleh

$$mgH - mgh(x) = \frac{1}{2} mv(x)^2 + mgx\mu \quad (4)$$

Persamaan (4) disederhanakan untuk menghitung kecepatan longsoran di posisi x :

$$v(x) = \sqrt{2g(H - h(x) - x \tan \phi_p)} \quad (5)$$

Persamaan (5) menunjukkan bahwa jika $v(x)$ konstan, kemiringan topografi $\alpha = \phi_p$. Apabila $\alpha > \phi_p$ terdapat longsoran debris dipercepat, dan $\alpha < \phi_p$ longsoran debris melambat [11].

Jika selama menggelincir dipertimbangkan rotasi, maka diasumsikan energi rotasi mewakili sekitar 5% dari energi kinetik bongkahan debris oleh Gerber (1994) [7], dan nilai $f_v \approx \sqrt{0.95} = 0.97$, sehingga kecepatan longsor dari pers.(5), menghasilkan

$$v(x) = f_v \sqrt{2g\Delta h} = 0.97 \sqrt{2g\Delta h} \quad (6)$$

Faktor f_v dapat ditentukan dengan menggunakan pengamatan lapangan untuk memperoleh lebih banyak estimasi presisi kecepatan translasi luncuran debris. Dan jika trayek longsor debris menggelincir berupa garis lurus dengan kemiringan α , kecepatan longoran dihitung dengan rumus empiris oleh Masuya [7], menghasilkan

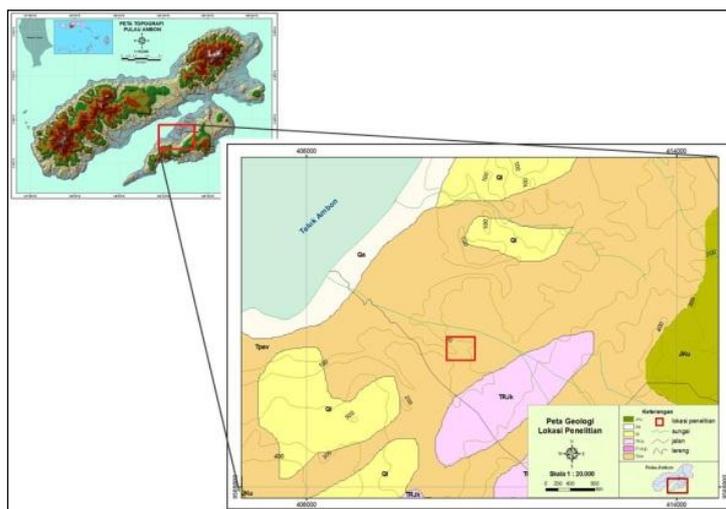
$$v(x) = \chi \sqrt{2g\Delta h} \quad (7)$$

dengan $\chi = \sqrt{1 - \frac{\mu}{\tan \alpha}}$ adalah koefisien garis lurus.

2.2 Lokasi Penelitian

Penentuan $v(x)$ dan L didasarkan pada geometri longsor dalam pengamatan lapangan, dan untuk itu diambil longsor Booi di Kamp. Booi Kelurahan Batu Gajah Ambon [4,8]. Letak longsor pada koordinat $03^{\circ}42'24.2''$ s/d $03^{\circ}42'22.9''$ LS, dan $128^{\circ}11'11.0''$ s/d $128^{\circ}11'12.8''$ BT (Gambar 2). Secara umum topografi disekitar lokasi longsor berupa perbukitan bergelombang dengan ketinggian lebih dari 110 m.dpl.. Berdasarkan Gambar 2, batuan penyusun daerah longsor Booi terdiri batuan gunung api Ambon, yang terdiri dari tuff dan breksi gunung api. Daerah bencana lokasi longsor dan sekitarnya termasuk zona potensi terjadi bahaya longsor tinggi [9].

Model geometri lereng longsor diperoleh dari penelitian sebelumnya [3], dimana panjang garis energi 102 m, lebar rata-rata tanah longsor 40 m, dengan lebar terbesar 65 m di bagian tengah. Elevasi mahkota longsor 125 m.dpl dan kaki longsor adalah masing-masing 64 m.dpl, dengan kemiringan yang terjal. Longsor Booi tergolong tipe slide rotasi dan longsor debris dengan ketinggian 10.5 m dengan panjang longsor menutupi pemukiman penduduk dan sungai.



Gambar 2. Peta geologi lokasi longsor Booi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada umumnya massa longsor yang bergerak pada bidang gelincir diakibatkan oleh adanya gaya tarik gravitasi bumi dan komponen gaya berat yang sejajar permukaan bidang miring. Pada daerah telitian, komponen-komponen ini berasal dari batuan yang lapuk dan mudah luruh jika terkena air hujan, banyaknya air hujan yang meresap ke dalam tanah akibat curah hujan yang tinggi dengan durasi lama serta pepohonan besar dan pemukiman berada diatas maupun disamping lereng. Oleh karena permukaan bidang miring kasar, maka terdapat gaya gesekan yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan luncuran massa longsor.

Setelah dilakukan pengukuran parameter longsor pada volume massa tanah yang tidak stabil yang dilengkapi dengan jarak (x) kelengkungan pada pusat massa longsor dan ketebalan busur longsor, tahapan berikut membuat lintasan lereng berdasarkan hasil pengukuran dan data parameter lereng. Data inilah yang digunakan untuk menentukan estimasi kecepatan dan panjang jangkauan longsor Booi berdasarkan

persamaan-persamaan sebelumnya dan merujuk pada longsor Elm [1]. Estimasi kecepatan longsor hanya dilakukan pada satu slide rotasi sepanjang lintasan. Perhitungan kecepatan longsor Booi, diawali dengan lintasan pertama $x = 0$ dan pada lintasan kedua diambil $x = 33.0$ m (dianggap pusat massa longsor bergerak di titik ini) sesuai sudut kemiringan lereng $\alpha = 41.25^{\circ}$. Hasil perhitungan untuk lintasan pertama menghasilkan persamaan

$$v(x) = 2.33\sqrt{x} \quad (8)$$

dan untuk lintasan kedua

$$v(x) = \sqrt{262.91 - 2.58x} \quad (9)$$

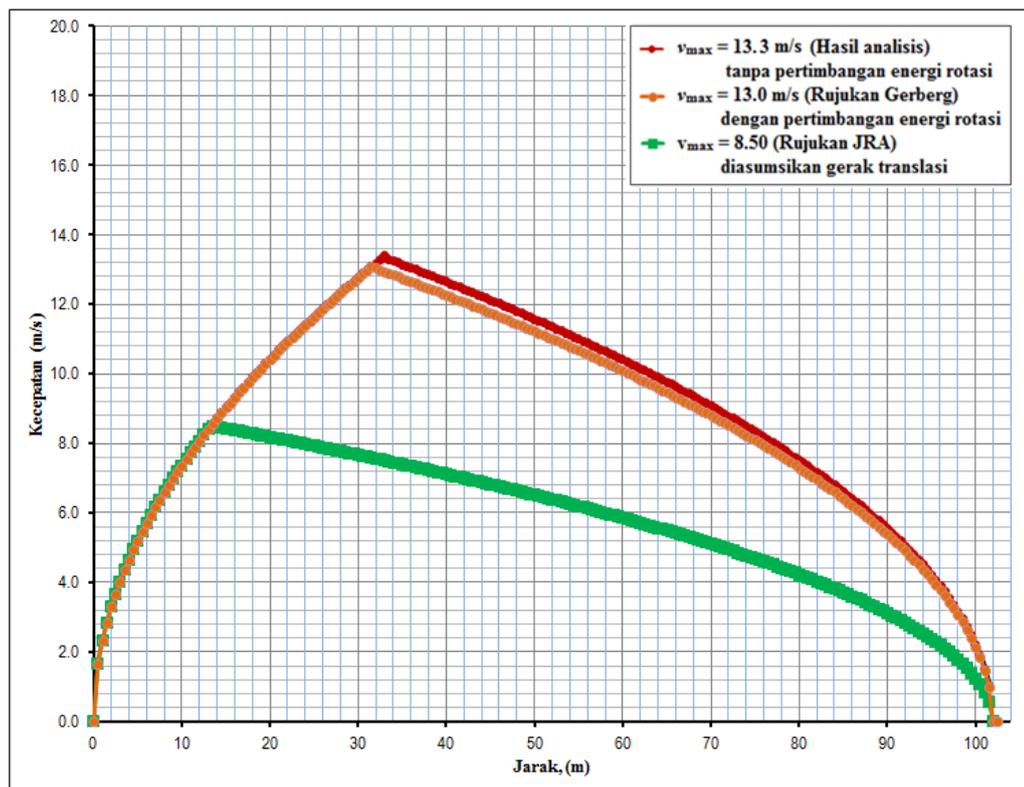
Hasil perhitungan dengan menggunakan pers. (8 dan 9) dan dilanjutkan pers. (6 dan 7) sebagai fungsi dari jarak (x) diperlihatkan dalam Gambar 3, sehingga dapat diestimasi kecepatan maksimum longsor yang diperoleh berdasarkan lintasan memotong kedua kurva (*slope break*) di jarak yang telah ditentukan sehingga menyerupai longsor Elm. Hasil estimasi parameter secara keseluruhan disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis diperoleh estimasi kecepatan longsor maksimum 13.3 m/s pada posisi 33.3 m yang berada pada elevasi maksimum 95.2 m.dpl. Hal ini menunjukkan bahwa turunan dari kecepatan terhadap posisi x tidak terbatas pada titik awal dan akhir lintasan, yang berarti bahwa kecepatan berubah sangat cepat di sekitar titik-titik lintasan ini. Jadi, menurut analisis fisika longsor sederhana ini, longsor berhenti tiba-tiba dan selanjutnya mendorong material yang ada di depannya untuk bergerak menuruni lereng.

Tabel 1. Hasil estimasi parameter longsor Booi

Parameter	Nilai	Satuan
Tinggi mahkota longsor, H	125.0	m.dpl
Sudut gesekan, ϕ	30.9	derajat
Koefisien gesek, μ	0.6	
Sudut kemiringan lereng, α	41.2	derajat
panjang jangkauan (<i>runout</i>)	102.2	m
Kecepatan maksimum, $v(x)_{\max}$	13.3	m/s
Jarak (x) di $v(x)_{\max}$	33.0	m
Elevasi $H(x)$ di $v(x)_{\max}$	96.2	m.dpl
Beda tinggi Δh pada $v(x)_{\max}$	9.2	m
$v(x)_{\max}$ (Gerber)	13.0	m/s
$v(x)_{\max}$ (Masuya)	8.5	m/s

Estimasi kecepatan longsor perhitungan secara analitik dibandingkan dengan empiris (Gerber) mencapai 6.8 %. Nilai persentase ini menunjukkan bahwa massa longsor bergerak mengikuti lereng dengan energi kinetik total, dan kecepatan longsor menurut Gerber lebih kecil dari hasil analitik karena memperhitungkan faktor translasi dan rotasi. Sedangkan untuk estimasi kecepatan longsor menurut Masuya jauh lebih kecil dari estimasi kecepatan longsor secara analitik dan Gerber, karena diduga mempertimbangkan faktor tanah bercampur dengan air hujan. Dalam keadaan ini kecepatannya lebih kecil dengan perbandingan sebesar 36.1 %. Jadi kecepatan longsor tinggi apabila kondisi tanah-batuan dalam keadaan tidak basah, sedangkan kecepatan longsor rendah jika kondisi tanah-batuan dalam keadaan basah dan terseret oleh air hujan. Dengan demikian estimasi kecepatan longsor perhitungan hampir mendekati dengan rumusan empiris yang dikemukakan oleh Gerber.



Gambar 3. Estimasi kecepatan longsor Booi (warna merah menunjukkan lintasan estimasi kecepatan longsor perhitungan, warna coklat menunjukkan lintasan estimasi kecepatan menggunakan rumusan Gerberg dan warna hijau adalah lintasan estimasi kecepatan menggunakan rumusan Masuya)

Hasil analisis, menunjukkan bahwa tipe batuan/tanah dan dimensi massa batuan yang tidak stabil dapat mempengaruhi kecepatan dan panjang larian longsor. Interpretasi litologi longsor Booi berupa lempung pasir bercampur kerikil, batuan ini memiliki kecepatan yang lebih cepat seperti yang dilaporkan oleh Hungr [10] dan jarak jangkauan (*runout*) lebih panjang dari pada jenis batuan lainnya [11]. Jadi kecepatan longsor tergantung pada sifat material dan karakteristik lereng. Keakuratan estimasi kecepatan dan panjang larian longsor tergantung pada pengukuran geometri muka lereng longsor serta penentuan posisi pusat massa longsor dan penentuan besar sudut gesek semu. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dimungkinkan untuk evaluasi lereng, dan memprediksi perilaku longsor dan jarak larian untuk penilaian bahaya longsor, dengan mempelajari mekanisme yang menentukan hilangnya kekuatan energi pasca-kerusakan akibat longsor. Jadi, suatu langkah yang diusulkan untuk prevensi longsor Booi adalah dengan menggunakan model tol air yang dikombinasikan dengan *bioengineering* dan *geoforestry*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data longsor Booi, estimasi kecepatan dan panjang jangkauan hanya menggunakan geometri lereng dengan pendekatan model analitik dan empiris. Estimasi ini telah berhasil dilakukan, sehingga diperoleh kecepatan maksimum 13.3 m/s di posisi 33.0 m yang berada pada elevasi maksimum 96.2 m.dpl. Nilai kecepatan longsor sangat tinggi berada pada bagian atas bidang retak dan membawa energi besar hingga mengecil mengikuti kelerengan dengan panjang jangkauan 102.2 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [3] F. V. de Blasio, "Introduction to the Physics of Landslides", Springer Science+Business Media, New York, B.V. 2011.
- [7] H. Masuya, History And Highlights Of Rock Fall Research In Japan, Interdisciplinary Workshop on Rockfall Protection, Morschach, 2008.

- [4] K.Sassa, "Geotechnical Model for the Motion of Landslides", *In Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides*, Lausanne, Switzerland, Edited by C.Bonnad, Vol.1.A.A., Balkema Rotterdam, The Netherlands, 1988.
- [1] M.Souisa, L.Hendrajaya dan G. Handayani, "Pencitraan Resistivitas Bidang Longsor di Perbukitan Booi dan Erie Kota Ambon Menggunakan Konfigurasi Wenner-Schlumberger", *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, UNJ, Jakarta, Vol.16, No.2, Oktober 2015.
- [2] M. Pastor and L.Picarelli, "Recommendations for runout models for use in landslide hazard and risk mapping", *SafeLand, 7th Framework Programme Cooperation Theme 6 Environment (including climate change) Sub-Activity 6.1.3 Natural Hazards*, Deliverable 1.9, 2010.
- [5] M. Pirulli, "Numerical Modeling of Landslide Runout (A continuum mechanics approach)", Politecnico Di Torino, Department of Structural and Geotechnical Engineering, 2005.
- [6] M. Jaboyedoff, and V.Labiouse, "Technical Note: Preliminary Estimation of Rockfall Run-out Zones", *Nat. Hazards Earth Syst., Sci.* 11, 2011.
- [8] M.Souisa, L.Hendrajaya and G.Handayani, "Determination of Landslide Slip Surface Using Geoelectrical Resistivity Method at Ambon City Moluccas Indonesia", *Jurnal Internasional, IJTAE*, Volume 5, Issue 7, July 20, 2015.
- [9] M.Souisa, L.Hendrajaya and G.Handayani, "Landslide Hazard and Risk Assessment for Ambon City Using Landslide Inventory and Geographic Information System", *Journal of Physics: Conference Series* 739, 2016.
- [10] O.Hungr, J.Corominas and E. Eberhardt, "Estimating landslide motion mechanism, travel distance and velocity", *Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management*, Vancouver, Canada, May-June. 2005.
- [11] M.Souisa, L.Hendrajaya and G.Handayani, Study on Estimates of Travel Distance, "Velocity and Potential Volume of Amahusu Sliding Plane using Energy Conservation Approach in Conjunction with Geoelectric Survey", *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, Vol. 50, No. 2, 2018.

PEDOMAN PENULISAN



Barekeng terbit tiga kali dalam setahun yaitu Bulan Maret, Agustus dan Desember. **Barekeng** menerima naskah dalam bentuk hasil penelitian, catatan penelitian (*note*) atau artikel ulasan balik (*review/ minireview*) dan ulasan (*feature*) baik dalam bahasa Indonesia maupun dalam bahasa Inggris yang berkaitan dengan bidang Matematika dan Terapannya. Naskah yang dikirimkan merupakan naskah asli yang belum pernah diterbitkan di media manapun.

PENGIRIMAN NASKAH

Naskah dikirimkan kepada:

Redaksi Barekeng
Jurusan Matematika
Fakultas MIPA
Universitas Pattimura

Jl. Ir. M. Putuhena, Poka-Ambon, Indonesia

Email: barekeng.math@yahoo.com

Naskah yang dikirimkan harus dalam bentuk naskah naskah lunak (*soft copy*), disertai dengan alamat korespondensi lengkap dan alamat *email* dan nomor kontak yang dapat dihubungi.

Format Naskah:

Format pengetikan menggunakan *Microsoft Word* seperti berikut:

- Naskah diketik 1 spasi pada kertas HVS Ukuran A4 dengan batas tepi 2 cm dan font *Times New Roman* berukuran 11 point.
- Jumlah halaman maksimum 12 halaman termasuk Lampiran (Gambar dan Tabel). Setiap halaman diberi nomor secara berurutan pada tepi kanan atas. Untuk keterangan Lampiran: Tipe huruf Times New Roman berukuran 10 point.
- Persamaan matematika (*equations*) dapat diketik dengan menggunakan *MS Equations* atau *MathType* dengan tipe huruf *Cambria* atau Times New Roman berukuran 11 point.

Naskah lunak (*soft copy*):

Naskah lunak harus disubmit dalam format *Microsoft Word* pada laman *Open Journal System* (OJS) Barekeng pada:

Website: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/> atau dikirim melalui e-mail: barekeng.math@yahoo.com.

SUSUNAN NASKAH

- a. Judul ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.
- b. Nama Lengkap Penulis (tanpa gelar).
- c. Nama Lembaga atau Institusi, disertai Alamat Lengkap dengan nomor kode pos. Untuk korespondensi dilengkapi No. Telp., fax dan *email*.
- d. Judul Ringkas (*Running Title*) (jika diperlukan).
- e. Abstrak (*Abstract*) dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.
- f. Kata Kunci (*Keywords*) dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.
- g. Pendahuluan (*Introduction*) meliputi latar belakang, masalah dan tujuan penelitian.
- h. Tinjauan Pustaka meliputi ulasan (*Review*) penelitian dari beberapa literatur serta teori-teori dasar yang mendukung penelitian.
- i. Metode Penelitian (*Methods and Materials*) meliputi bahan, cara, dan analisis dalam penelitian (jika ada).
- j. Hasil dan Pembahasan (*Results and Discussion*) ditulis secara berkesinambungan dalam satu rangkaian naskah penulisan.
- k. Kesimpulan (*Conclusion*)
- l. Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgements*) (Jika diperlukan)
- m. Daftar Pustaka ditulis memakai sistem indeks sesuai *reference style* IEEE. Di bawah ini beberapa contoh penulisan sumber acuan:
Jurnal:
 - [1] K. R. Gabriel, "The Biplot Graphic Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis," *Biometrika*, vol. 58, pp. 453-467, 1997.**Buku:**
 - [2] D. Rosadi, *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews* (Aplikasi untuk bidang ekonomi, bisnis, dan keuangan), Yogyakarta: Andi Offset, 2012.**Skripsi/ Tesis/ Disertasi:**
 - [3] M. Apri, "Model Biaya Total Jaringan Pipa Transmisi Gas dan Optimasinya," Departemen Matematika ITB, Bandung, 2002.**Informasi dari Internet:**
 - [4] G. Skye, "Transformation," 8 Desember 2012. [Online]. Available: <http://www.livelove.co.uk/ap/>. [Diakses 4 Oktober 2014].
- n. Lampiran meliputi Gambar dan Tabel beserta keterangannya (jika diperlukan).

CATATAN (NOTE)

- Naskah harus dikirimkan ke redaksi selambat-lambatnya 3 (tiga) bulan sebelum bulan penerbitan jurnal (Maret dan Desember).
- Naskah akan dinilai oleh tim penilai yang relevan sebelum diterbitkan dan tim redaksi berhak merubah struktur naskah tanpa merubah isi naskah.
- Naskah dapat diterima atau ditolak. Naskah ditolak, jika tidak memenuhi kriteria penulisan, pelanggaran hak cipta, kualitas rendah, dan tidak menanggapi korespondensi redaksi. Pengumuman naskah ditolak atau diterima paling lambat 1 (satu) bulan setelah naskah terkirim.
- Penulis atau penulis pertama memperoleh 1 (satu) eksemplar jurnal yang sudah diterbitkan.
- Info selengkapnya dapat diperoleh pada website OJS: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/>.

Barekeng
jurnal ilmu matematika dan terapan

© Jurusan Matematika FMIPA Unpatti 2019

