

Konferensi Nasional MATEMATIKA 20 21



PROSIDING

Konferensi Nasional Matematika XX
Tahun 2021

Dipublikasikan Online Pada :
Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology
e-ISSN : 2829-3770

Powered by
IndoMS



Organized by
Universitas Pattimura

PROSIDING

KONFERENSI NASIONAL MATEMATIKA XX

“Peranan Ilmu Matematika dalam Menjawab Tantangan Bangsa yang Semakin Kompleks dan Dinamis di Era Revolusi Industri 4.0”

Diterbitkan oleh Universitas Pattimura

@Hak Cipta dilindungi Undang-undang

e-ISSN: 2829-3770

DOI issue: <https://doi.org/10.30598/PattimuraSci.2021.KNMXX>

Dipublikasikan online pada:

Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology

Terindeks Oleh:



Mei 2022

Editor:

Dr. Harmanus Batkunde, S.Si, M.Si, Berny P. Tomasouw, S.Si, M.Si,
Taufan Talib, S.Pd., M.Si, M. I. Tilukay, S.Si, M.Si, Monalisa E. Rijoly, S.Si, M.Sc.
Z.A. Leleury, S.Si, M.Si, M. B. Mananggal, S.Pd., M.Pd., L. J. Sinay, S.Si, M.Sc.,
Y. A. Lesnussa, S.Si, M.Si. Vicardy Kempa, S.Si, M.Si. M. Yahya Matdoan, S.Si, M.Si.
Novalin C. Huwaa, S.Pd., M.Sc., D. L. Rahakbauw, S.Si, M.Si.

Design cover:

L. J. Sinay, S.Si, M.Sc

Ukuran: 29,7 x 21 cm

Tim *Reviewer*

1. Prof. Dr. Budi Nurani Ruchjana, M.S. (Universitas Padjajaran)
2. Prof. Dr. T. G. Ratumanan, M.Pd. (Universitas Pattimura)
3. Prof. Dr. W. Mataheru (Universitas Pattimura)
4. Dr. Eka Kurnia Lestari.(Universitas Singapebangsa)
5. Dr. Yundari. (Universitas Tanjungpura)
6. Dr. Delsi Kariman (STKIP PGRI Sumatera Barat)
7. Dr. Ch. Laamena. (Universitas Pattimura)
8. Dr. Moch Idris. (Universitas Lambung Mangkurat)
9. Dr. Daniel Salim. (Universitas Parahyangan)
10. Dr. Al Azhary Masta.(Universitas Pendidikan Indonesia)
11. Dr. Risnawita. (IAIN Bukittinggi)
12. Dr. Nicky K. Tumulun.(Universitas Negeri Manado)
13. Dr. Susilawati. (Politeknik Bengkalis Riau)
14. Dr. Debi Oktia Haryeni (Universitas Pertahanan)
15. Dr. Anderson Palinussa (Universitas Pattimura)
16. Dr. Harmanus Batkunde. (Universitas Pattimura)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Tim Reviewer	ii
Kata Pengantar	iii
Susunan Panitia KNM XX	iv
Daftar Isi	vii

ALJABAR

KLASIFIKASI TITIK KRITIS POLINOMIAL DUA VARIABEL BERDERAJAT TIGA Afif Humam	1 – 8
KAJIAN KEKUATAN \mathbb{Z} - MODUL \mathbb{Q} SEBAGAI INSPIRASI MUNCULNYA KONSEP DAN SIFAT DALAM TEORI MODUL Sri Wahyuni, Yunita Septriana Anwar, I Putu Yudi Prabhadika	9 – 14
GRAF PEMBAGI NOL DARI RING KOMUTATIF Maria Vianney Any Herawati	15 – 20
IDEAL TAK TEREDUKSI KUAT ATAS SEMIRING KOMUTATIF Fitriana Hasnani, Nikken Prima Puspita	21 – 26
BATAS ATAS PADA NORM – TAK HINGGA DARI INVERS MATRIKS NEKRASOV Eddy Djauhari	27 – 32
KOREPRESENTASI KOALJABAR $F[G]$ Na'imah Hijriati, Indah Emilia Wijayanti	33 – 40
HUBUNGAN SIFAT BERSIH PADA RING, MODUL, KOMODUL DAN KOALJABAR Nikken Prima Puspita, Indah Emilia Wijayanti, Budi Surodjo	41 – 50
KONTRAKSI PERTINGKATAN PADA PERTINGKATAN PAULI $\mathfrak{S}\mathfrak{L}(N, \mathbb{C})$ Reynald Saputra, Gantina Rachmaputri	51 – 60

ANALISIS

BUKTI ALTERNATIF INTERPOLASI KOMPLEKS RUANG LEBESGUE DENGAN EKSPONEN PEUBAH Dina Nur Amalina dan Denny Ivanal Hakim	61 – 66
SEGITIGA TITIK CIRCUMCENTER PADA MODIFIKASI TEOREMA NAPOLEON Yunisa Fadhilah Hartati, Mashadi	67 – 76
FUNGSI SIMETRI TERHADAP TITIK (a, b) DAN BEBERAPA SIFATNYA Firdaus Ubaidillah	77 – 82
INTERPOLASI KOMPLEKS RUANG MORREY-ADAMS DAN OPERATOR MAKSIMAL FRAKSIONAL Daniel Salim, Moch. Taufik Hakiki, Denny Ivanal Hakim	83 – 90
PENDEKATAN KALKULUS HIDA UNTUK PROSES HERMITE Herry Pribawanto Suryawan	91 – 98
KETAKSAMAAN HARDY DI RUANG HERZ HOMOGEN Pebrudal Zanu, Yudi Soeharyadi, Wono Setya Budhi1	99 – 106
OPERATOR KANTOROVICH PADA RUANG MORREY DIPERUMUM Mu'afa Purwa Arsana, Denny Ivanal Hakim	107 – 114
PERLUASAN DEFINISI RATA-RATA VIA TEOREMA NILAI RATA-RATA Mochammad Idris	115 – 124
SISTEM EIGEN OPERATOR LAPLACE BERBASIS RUAS PADA SUATU POHON KUANTUM Moh. Januar I. Burhan, Yudi Soeharyadi, Wono Setya Budhi	125 – 134

SUKU BANYAK BERNSTEIN DAN OPERATOR KANTOROVICH UNTUK BEBERAPA FUNGSI YANG TIDAK KONTINU Reinhart Gunadi, Denny I. Hakim	135 – 142
KETERBATASAN OPERATOR TIPE VOLTERRA PADA RUANG MORREY ANALITIK $L_{p,\lambda}$ Moch Taufik Hakiki, Wono Setya Budhi, dan Denny Ivanal Hakim	585 - 590
KOMBINATORIK	
PELABELAN GRACEFUL PADA GRAF SIPUT DAN GRAF UBUR-UBUR Kevin Akbar, Kiki Ariyanti Sugeng	143 – 148
DIMENSI METRIK LOKAL PADA GRAF FLOWER DAN GRAF GEAR KORONA GRAF LINTASAN Salma Fauziyah Ashim, Tri Atmojo Kusmayadi, Titin Sri Martini	149 – 154
PELABELAN GRACEFUL PADA GRAF LILIN Rizqi Rachmadhani, Kiki Ariyanti Sugeng	155 – 160
PELABELAN HARMONIS PADA GRAF SEGITIGA BELAH KETUPAT VARIASI LM_n Evi Maharani, Kurniawan Atmadja	161 – 164
PEWARNAAN SIMPUL r – DINAMIS PADA GRAF TERATAI T_n Audi Fierera, Kiki A. Sugeng	165 – 170
SIFAT-SIFAT GRAF CAYLEY GRUP S_n Afifan Hadi, Kiki Ariyanti Sugeng	171-176
PENDIDIKAN MATEMATIKA	
LKPD BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING BERBANTUAN ALAT PERAGA PADA MATERI LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME PRISMA DAN LIMAS Fithroh Nafa Dzillah, Latifah Mustofa Lestyanto	177 – 182
PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA DARING BERBASIS MODEL PENEMUAN TERBIMBING MENGGUNAKAN LIVEWORKSHEETS PADA MATERI PRISMA DAN LIMAS Sania Sururul Khususna, Latifah Mustofa Lestyanto, Eddy Budiono	183 – 188
PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA BERBASIS MASALAH BERBANTUAN GOOGLE FORM UNTUK PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS VII SMP PADA MATERI SEGITIGA DAN SEGIEMPAT Herlin Oktavita, Latifah Mustofa Lestyanto2	189 – 194
EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA GELANG MANIK-MANIK KHAS DAYAK KALIMANTAN SEBAGAI SUMBER PENYUSUNAN LKPD Silvia	195 – 206
ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA DENGAN PEMBELAJARAN MODEL BRAIN BASED LEARNING BERBASIS LEARNING MANANGEMENT SYSTEM N. R. Mumtaz, M. Asikin	207 – 214
PENGEMBANGAN ASESMEN ALTERNATIF DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA KONTEKS LINGKUNGAN LAHAN BASAH UNTUK SISWA TINGKAT SMP/MTS Muhammad Rizal, Noor Fajriah, Agni Danaryanti	215 – 222
MATERI PENGAYAAN TEORI BILANGAN DASAR DI SEKOLAH DASAR Awanga Dijayangrana, Hilda Assiyatun	223-228
KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS TULIS MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH VOLUME BENDA PUTAR MELALUI MODEL PERKULIAHAN KOLABORATIF Fadhila Kartika Sari, Anies Fuady	229 – 236
PERAN PENULISAN JURNAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA SECARA DARING DI MASA PANDEMI COVID-19	237 – 244

Gusti Firda Khairunnisa, Frida Siswiyanti	
ANALISIS KRUSKAL WALLIS UNTUK MENGETAHUI TINGKAT KOSENTRASI BELAJAR MAHASISWA BERDASARKAN PROGRAM STUDI	245 – 250
Venessa Y. A. Brabar, Grace A. V. Hikoyabi, Agustinus Langowuyo	
ANALISIS PENGARUH PEMANFAATAN INTERNET TERHADAP MINAT BELAJAR MAHASISWA PRODI STATISTIKA	251 – 258
Mariana Tanawani, Meilani Yarangga, dan Agustinus Langowuy	
PENGARUH PROSES BELAJAR MENGAJAR LURING DAN DARING TERHADAP HASIL BELAJAR MAHASISWA JURUSAN MATEMATIKA ANGAKATAN 2018 FMIPA UNIVERSITAS CENDERAWASIH	259 – 264
Dewi Rahmawati, Tiara A. Nadapdap, Agustinus Langowuyo	
PENILAIAN ESAI MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN MESIN	265 – 270
Farah Qotrunnada, Marcus Wono Setya Budhi, Hilda Assiyatun	
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS ETNOMATEMATIKA BUDAYA MASYARAKAT NEGERI TULEHU PADA MATERI SEGIEMPAT DAN SEGITIGA UNTUK SISWA DI KELAS VII MTS NEGERI I MALUKU TENGAH.	271 – 276
Heni Rahim, W. Mataheru, J. Takaria	
PENERAPAN FUZZY LINEAR PROGRAMMING UNTUK OPTIMASI PRODUKSI TAHU (STUDI KASUS DI DESA TANJUNGREJO KABUPATEN JEMBER)	277 – 284
Anisa Wahyu Illahi, Agustina Pradjaningsih, Abduh Riski	
PENENTUAN SOLUSI FISIBEL AWAL MASALAH TRANSPORTASI DENGAN MINIMUM DEMAND METHOD	285 – 292
Ulniyatul Ula, Siti Khabibah, Robertus Heri S.U	
OPTIMALISASI RUTE DAN PENJADWALAN PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN METODE INSERTION HEURISTIC DAN INTRA- ROUTE IMPROVEMENT (STUDI KASUS: UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG)	293 – 298
Fara El Nandhita Pratiwi	
MODEL MATEMATIS RUTE WISATA DI RIAU DENGAN MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN GOL	299 – 312
Ihda Hasbiyati, Hasriati, T. P. Nababan	
 MATEMATIKA TERAPAN	
MODEL SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED (SIR) PADA DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD)	313 – 320
Oscar Andhry Barata, Rahmat, Rengga Nanda Pramudya	
ANALISA PERSAMAAN DIFERENSIAL ORDE FRAKSIONAL NUMERIK MENGGUNAKAN METODE EULER DAN APLIKASINYA	321 – 326
Leli Deswita, Syamsudhuha, Asral. M	
TERAPAN FUNGSI SIGMOID UNTUK MENENTUKAN NILAI MAKSIMAL KOEFISIEN GAYA ANGKAT DAN SUDUT STALL PADAKURVA LINEAR C_L TERHADAP α	327 – 334
Angga Septiyana, Singgih Satrio W, Fuad Surastyo P, Try Kusuma Wardana, Ardian Rizaldi, Novita Atmasari, Eries Bagita Jayanti, Prasetyo Ardi P	
IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA BATIK SASAMBO	335 – 340
Muna Malika, Edy Widodo	
 STATISTIKA	
PENERAPAN MODEL SPACE TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED (STARI(1,1,1)) PADA DATA NTP TANAMAN PANGAN DARI TIGA PROVINSI DI PULAU JAWA	341 -350
Fajriatus Sholihah, Kartika Sari, Budi Nurani Ruchjana, Toni Toharudin	
ANALISIS KORESPONDENSI BERGANDA UNTUK MENGETAHUI INDIKATOR-INDIKATOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN LOW BACK PAIN PADA KUSIR	351 - 358

KUDA/DELMAN DI KOTA CIMAH I TAHUN 2019	
Dhita Diana Dewi, Fajriatus Sholihah, Rosa Rosmanah, Lucy Fitria Dewi, Mochamad Yudhi Afrizal, Irlandia Ginanjar	
PROSES POISSON NON HOMOGEN DAN PENERAPANNYA PADA DATA BANYAKNYA ORANG TERKONFIRMASI POSITIF COVID-19 DI JAWA BARAT	359 – 362
Viona Prisyella Balqis, Muhammad Herlambang Prakasa Yudha, Budi Nurani Ruchjana	
PENERAPAN DISTRIBUSI STASIONER RANTAI MARKOV PADA DATA BANYAKNYA ORANG TERKONFIRMASI POSITIF COVID-19 DI JAWA BARAT	363 – 370
Tubagus Robbi Megantara, Ayun Sri Rahmani, Budi Nurani Ruchjana	
SPATIAL CLUSTER ING DENGAN METODE SKATER (K'LUSTER ANALYSIS BY TREE EDGE REMOVAL) UNTUK PENGELOMPOKAN SEBARAN COVID-19 DI KABUPATEN TULUNGAGUNG	371 – 380
Danang Ariyanto, Henny Pramodyo, Novi Nur Aini	
ANALISIS KLASTER KABUPATEN/KOTA INDONESIA BERDASARKAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DENGAN MODEL MIXTURE SKEW-T	381 – 388
Kristoforus Exelsis Pratama, Irwan Susanto, Yuliana Susanti	
ANALISIS INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI KABUPATEN BURU SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA	389 – 396
Muhidin Jariyah, Inayah. P. F. Solong, Juan C. S. Jamco	
TINJAUAN KEPUTUSAN HIPOTESA FUZZY BERBASIS P-VALUE FUZZY (STUDI KASUS DATA COVID-19 DI NUSA TENGGARA BARAT)	397 – 404
Wahidaturrahmi	
PENERAPAN METODE AUTO SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS PADA PERAMALAN DATA INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN DI INDONESIA	405 – 410
Andreas Reza Chrisantama*, Winita Sulandari, Sugiyanto	
PERAMALAN JUMLAH PRODUKSI PERIKANAN DI KABUPATEN BURU SELATAN MENGGUNAKAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL	411 – 418
Asrul Irfanullah, Claudia Sumanik, Romy Makatita	
ANALISIS PENGARUH STRUKTUR KONSUMSI AKHIR RUMAH TANGGA BERDASARKAN KOMPONEN PENGELUARAN KABUPATEN BURU SELATAN PERIODE 2015 – 2019 DENGAN RAKL	419 – 424
Nikita A. Putiray, Dea M. Tuhumury, Angel M.P. Manuputty	
EKSPLORASI SISA USIA BEARING MENGGUNAKAN DISTRIBUSI WEIBULL	425 – 430
Sutawanir Darwis, Nusar Hajarisman, Suliadi, Achmad Widodo	
PENERAPAN MODEL VECTOR AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (VARIMA) UNTUK PRAKIRAAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN DAN KURS RUPIAH TERHADAP USD	431 – 442
Ani Pertiwi, Lucy Fitria Dewi, Toni Toharudin, Budi Nurani Ruchjana	
PENGELOMPOKKAN JUMLAH PENDUDUK KABUPATEN BURU SELATAN BERDASARKAN JENIS KELAMIN PADA TAHUN 2018 DENGAN ALGORITMA K- MEANS	443 – 450
Samir Radjid, Nadia Istifarin, Meylani Tuasella	
PENERAPAN METODE ARIMAX PADA PERAMALAN PRODUKSI DAGING SAPI DI SUKOHARJO	451 – 458
Fitrian Nur Ardyansyah, Winita Sulandari, Sugiyanto	
ANALISIS KEPUASAN DAN POSITIONING SELLER E-MARKETPLACE DENGAN MENGGUNAKAN IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS DAN BILOT	459 – 464
Farah Dibah, Dwi Endah Kusri	
KLASTERISASI LOKASI PASAR KABUPATEN BANYUMAS GUNA MEMPERMUDAH UPTD DALAM MENGELOLA KELAS PASAR	465 – 470
Pradini Nurul Safitri, Abdullah Ahmad Dzikrullah	

PENGARUH MOTIVASI INTRINSIK DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP ORGANIZATIONAL CITIZENSHIP BEHAVIOR	471 – 476
Diya Kasih Puspitasari, Dwi Endah Kusrini	
KLASTERING JUMLAH PENDUDUK BERDASARKAN JENIS KELAMIN PADA KECAMATAN LEKSULA TAHUN 2018 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA K-MEANS	477 – 484
Morensi T. Risakotta, Rensya Siwalette, Rola E. Leasa	
PERAMALAN DENGAN METODE SIMPLE MOVING AVERAGE DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING BROWN (STUDI KASUS: JUMLAH CURAH HUJAN DAN JUMLAH HARI HUJAN KABUPATEN BURU SELATAN)	485 – 494
Apriano R. Narahawarin, Ravensky Silangen, Rahania Patiekon	
PERAMALAN GARIS KEMISKINAN KABUPATEN BURU SELATAN MENGGUNAKAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DARI HOLT	495 – 502
Ade Irma La Murdani, Intan Gainau, Unique Resiloy	
ANALISIS PERBEDAAN PENDAPATAN TOKO WALET MAS SEBELUM DAN SESUDAH PANDEMI COVID-19 DENGAN METODE MANN-WHITNEY	503 – 508
Marselina Ema Koten, Yunida Kurniasih, Agustinus Langowuyo	
ANALISIS PENGARUH BELANJA DAERAH, JUMLAH PENDUDUK, DAN PDRB TERHADAP PENDAPATAN DAERAH DI KABUPATEN BURU SELATAN TAHUN 2013-2020	509 – 516
Dephie Latumahina, Martje Riry, Olfen Sabono	
UJI KECOCOKAN DISTRIBUSI RAYLEIGH BIVARIAT MENGGUNAKAN UJI KOLMOGOROV-SMIRNOV BIVARIAT PADA DATA HASIL PERTANDINGAN PERSIB BANDUNG	517 – 522
Wulan Jati Nuraya, Aceng Komarudin Mutaqin	
MODEL VECTOR AUTOREGRESSIVE INTEGRATED (VARI) UNTUK PERAMALAN BANYAKNYA KASUS TERKONFIRMASI DAN KASUS SEMBUH COVID-19 DI INDONESIA	523 – 532
Sri Indra Maiyanti, Mahrudinda, Al Fataa W. Haq, Budi Nurani Ruchjana	
MODEL VECTOR AUTOREGRESSIVE INTEGRATED (VARI) DAN PENERAPANNYA PADA DATA PERKEMBANGAN HARGA ECERAN BERAS DI TIGA IBU KOTA PROVINSI WILAYAH PULAU JAWA	533 – 544
Zulfa Hidayah Satria Putri, Asri Yuniar, Toni Toharudin, Budi Nurani Ruchjana	
PENERAPAN METODE REGRESI LINEAR BERGANDA UNTUK MELIHAT PENGARUH JUMLAH PENDUDUK DAN LUAS WILAYAH TERHADAP JUMLAH PENGGUNA LISTRIK DI KECAMATAN AMBALAU KABUPATEN BURU SELATAN	545 – 552
Fadly Ode, Nur Statib J, Elsy Malwewar	
ANALISIS TINGKAT KEGEMARAN AYAM GEPUK PAK GEMBUS DARI BERBAGAI JENIS PAKET MELALUI PENDEKATAN UJI STATISTIK	553 – 558
Maharani Tiara Pramuditya, Evan Claude Boudewijn Kainama, Agustinus Langowuyo	
SIMULASI PERGERAKAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN MODEL GERAK BROWN GEOMETRIK DENGAN R STUDIO	559 – 564
Ahmad Fawaid Ridwan, Rizki Apriva Hidayana, Budi Nurani Ruchjana	
PENAKSIRAN RATA-RATA <i>EXCESS CLAIM</i> PESERTA DARI PERUSAHAAN PEMBERI LAYANAN KESEHATAN PT. X	565 – 572
Wildan*, Indah Permatasari, and Aceng Komarudin Mutaqin	
PENGARUH SELF EFFICACY DAN MOTIVASI BELAJAR TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA KELAS VII SMP NEGERI 3 GANTUNG	573 – 584
Alperu, Nerru Pranuta Murnaka*, Indra Bayu M, Andy Wahyu H	

PENILAIAN ESAI MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN MESIN

Farah Qotrunnada^{1,*}, Marcus Wono Setya Budhi², dan Hilda Assiyatun³

¹Program Studi Sarjana Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

² KK Analisis dan Geometri, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

³ KK Matematika Kombinatorika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

*e-mail: farah.nada14@gmail.com

Abstrak. *Penilaian jawaban esai merupakan metode penilaian yang sering dilakukan oleh guru untuk mengevaluasi pembelajaran para siswa. Namun, pada kenyataannya, penerapan metode ini seringkali justru menghabiskan waktu guru yang seharusnya meluangkan waktu lebih banyak untuk melibatkan siswa dalam proses pembelajaran yang sebenarnya. Selain itu, dalam menilai esai dengan jumlah yang sangat banyak, guru yang merupakan seorang manusia tetap dapat mengalami kelelahan dan memungkinkan terjadinya inkonsistensi penilaian antar siswa. Penilaian jawaban esai menggunakan komputer untuk meningkatkan efisiensi dapat menjadi alternatif penyelesaian permasalahan tersebut. Metode yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah metode deskriptif melalui studi literatur dengan mempelajari jurnal. Pada penelitian ini, penilaian jawaban esai menggunakan komputer dibangun menggunakan model pembelajaran mesin Regresi Linear, Regresi Ridge, dan XGBoost. Data jawaban esai yang berupa teks diproses menjadi angka yang termuat dalam fitur-fitur sintaksis dan vektor representasi banyaknya kemunculan gram kata (Bag of Words). Fitur-fitur yang sudah dapat dimengerti oleh komputer tersebut menjadi input bagi pembangunan model. Evaluasi dilakukan untuk mengukur performa model yang telah dibangun yaitu menggunakan Quadratic Weighted Kappa (QWK). Evaluasi ini mengukur seberapa besar akurasi dengan mempertimbangkan bobot yang berbeda pada besar kesalahan yang berbeda. Pada penelitian ini, model telah berhasil dibangun dengan performansi berdasarkan QWK terbaik adalah model XGBoost menggunakan input semua fitur dengan hasil 85%. Selanjutnya, berdasarkan efisiensi secara komputasi, model Regresi Linear dan Regresi Ridge lebih baik dari model XGBoost.*

Kata kunci: penilaian, esai, *Bag of Words*, pembelajaran mesin, QWK.

1 LATAR BELAKANG

Penilaian pembelajaran siswa adalah hal yang penting dalam mengevaluasi proses belajar dan mengajar. Penilaian pembelajaran siswa umumnya dibedakan menjadi dua jenis yaitu jawaban-pilihan (pencocokan) dan jawaban-konstruksi. Jawaban-konstruksi merupakan jawaban yang luas dan terbuka, terdiri dari dua sub-tipe yaitu jawaban-terbatas dan jawaban-panjang [1]. Jawaban-panjang atau disebut esai, serupa dengan jawaban-terbatas kecuali jawaban-panjang memuat situasi yang lebih kompleks, penalaran yang lebih sulit, dan tingkat pemahaman yang lebih tinggi [2]. Dari beberapa metode penilaian pembelajaran siswa tersebut, dalam konteks

akademis, jawaban-konstruksi (esai) adalah metode penilaian yang sering dilakukan dan dianggap paling baik untuk mengevaluasi pembelajaran siswa [3].

Umumnya, seorang guru menilai dan memberikan skor pada esai yang ditulis siswa berdasarkan perintah pada soal. Tetapi, hal ini justru menghabiskan sebagian besar waktu guru. Padahal, seorang guru seharusnya meluangkan lebih banyak waktu untuk melibatkan siswa dalam proses pembelajaran yang sebenarnya daripada untuk melakukan penilaian. Selain itu, seorang guru tetaplah manusia yang memiliki sumber daya yang terbatas, sehingga dalam menilai esai dengan jumlah yang sangat banyak, terdapat kemungkinan terjadi ketidakkonsistenan penilaian antar siswa [4]. Dengan demikian, otomatisasi yang menggunakan bantuan komputer diperlukan untuk memudahkan dan membantu guru untuk melakukan penilaian esai yang harapannya diperoleh hasil yang lebih efisien dan efektif.

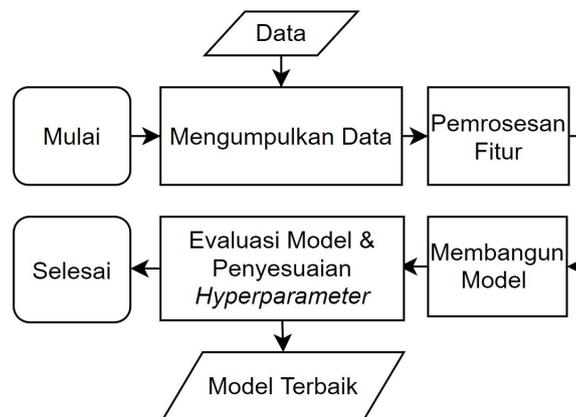
2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan ditulisnya tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Membangun model pembelajaran mesin untuk penilaian esai.
2. Membandingkan hasil penilaian dari beberapa model dan fitur.

3 METODOLOGI

Kerangka konsep di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut



Gambar 1. Kerangka konsep

Data yang digunakan merupakan jawaban esai siswa kelas VII sampai X yang sudah diberi label (skor 2-12). Data ini berasal dari William-Flora Hewlett Foundation sejumlah 1783 jawaban dan setiap jawaban memuat 150-550 kata. Kemudian data yang ada akan dibagi menjadi dua bagian dengan proporsi 70-30 untuk data latihan-data uji. Selanjutnya, teks pada data baik data latihan maupun data uji diolah sehingga bisa dijadikan fitur yang sesuai untuk model. Kemudian untuk model pembelajaran mesin dibangun dan dievaluasi dengan melihat hasil prediksi model penilaian esai. Berikut teori dasar yang digunakan dalam penelitian ini.

3.1 Fitur

Lematisasi adalah proses mengubah kata menjadi bentuk dasar (lema) dengan memperhatikan konteksnya. Bag of Words (BoW) adalah suatu cara untuk mengekstrak fitur dari

teks sehingga bisa digunakan untuk pemodelan pembelajaran mesin. Bentuk BoW adalah representasi teks berbentuk vektor yang menggambarkan kemunculan kata dalam dokumen. BoW melibatkan dua hal yaitu kumpulan kata dalam teks dan banyaknya kemunculan suatu kata.

3.2 Model Pembelajaran Mesin

Misalkan label (variabel tak bebas) y dan p fitur x_1, x_2, \dots, x_p , maka persamaan Regresi Linear dengan bobot β_j untuk fitur ke- j adalah

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \epsilon = \sum_{j=0}^p \beta_j x_j + \epsilon, \quad x_0 = 1 \quad (1)$$

Sedangkan Regresi Ridge menerapkan regularisasi pada persamaan Regresi Linear yang mempenalisasi koefisien-koefisien yang memiliki bobot besar untuk mengurangi variansi, dengan cara memasukkan faktor λ pada SSE Regresi Linear, yaitu

$$SSE = \sum_{i=1}^M (y_i - \sum_{j=0}^p b_j \times x_{i,j})^2 + \lambda \sum_{j=0}^p |b_j|^2 \quad (2)$$

Selanjutnya model Regresi yang cukup baru yaitu Regresi Extreme Gradient Boosting (XGBoost) memiliki algoritma [5] yaitu

1. Menentukan inisial prediksi (umumnya rata-rata observasi)
2. Membangun Pohon Regresi XGBoost.
 - (a) Menentukan *threshold* setiap prediktor.
Misal *node* menguji apakah kondisi data pada saat ini memenuhi satu dari dua pilihan. *Similarity score* adalah (jumlah residual)² dibagi (banyaknya residual + λ) Maka definisikan Gain suatu *node* yaitu *similarity score* cabang *node* kanan + *similarity score* cabang *node* kiri - *similarity score* *node* asal. Selanjutnya, *threshold* suatu *node* dipilih yang memiliki gain paling besar. Hal ini kemudian dilakukan untuk setiap prediktor.
 - (b) Menentukan *node* yang memiliki Gain terbesar.
 - (c) Menentukan kriteria berhenti.
Pohon berhenti melakukan *split* pada suatu *node* saat Gain - γ bernilai negatif atau banyaknya *node* telah mencapai nilai Kedalaman Maksimum (nilainya ditentukan oleh pembuat model)
3. Membaharui prediksi dengan menambahkan pembobotan menggunakan laju pembelajaran (ν) pada Pohon XGBoost Regresi (sama seperti pada algoritma Regresi Gradient Boosting)

3.3 Metrik Evaluasi

Evaluasi model yang memiliki multi label dengan tipe ordinal, digunakan kappa dengan bobot *quadratic* yaitu *Quadratic Weighted Kappa* (QWK) [6]. Misal matriks dengan tiap sel baris ke- i dan kolom ke- j ($N_{i,j}$) berisi banyaknya data dengan skor aktual i dan skor model j disebut matriks konfusi. Kemudian misal p_{ij} merupakan elemen matriks konfusi baris ke- i kolom ke- j dibagi total jumlah elemen matriks konfusi, serta $p_i = \sum_{j=1}^n p_{ij}$ dan $q_i = \sum_{j=1}^n p_{ji}$ maka formula QWK yaitu $\kappa_w = 1 - \frac{o}{E} = 1 - \frac{\sum_{i,j=1}^n w_{ij} p_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n w_{ij} p_i q_j} - 1, \leq \kappa_w \leq 1$ dengan $w_{ij} = \frac{(i-j)^2}{(N-1)^2}$

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini peneliti akan memaparkan hasil dari penelitian yang sudah dilaksanakan, berikut penjelasannya

4.1 Pemrosesan Fitur

Data latih dan data uji yang berupa teks mentah dibersihkan dengan mengubah karakter selain huruf, angka, dan simbol tanda garis bawah menjadi spasi. Selanjutnya data diubah sesuai dengan fitur yang diinginkan yaitu pemisahan per kata atau per kalimat sehingga diperoleh 11 fitur yaitu *Bag of Words* (BoW), banyaknya kata benda, kata sifat, kata kerja, kata keterangan, lemma, karakter, kata, kalimat, dan kata yang salah tulis, serta rata-rata panjang kata pada sebuah dokumen.

4.2 Membangun Model Pembelajaran Mesin

Fitur-fitur yang ada dijadikan input untuk membangun model pembelajaran mesin. Pada penelitian ini, setiap model menggunakan input dari tiga kelompok fitur yaitu menggunakan semua fitur, fitur BoW saja, dan semua fitur kecuali BoW. Selanjutnya, karena berdasarkan data, hubungan antara fitur dan skor cukup linear, maka walaupun skor memiliki tipe data bilangan bulat (0-12), akan dicoba model regresi dengan melakukan pembulatan pada hasil. Jika telah diperoleh hasil prediksi yang berupa bilangan real, nilainya dibulatkan sehingga diperoleh skor yang bertipe bilangan bulat sesuai dengan tipe data skor siswa pada data aktual. Berikut adalah tahap-tahap implementasi pembangunan modelnya:

1. Pembangunan Model Dasar.

Seluruh fitur dari data latih dimasukkan pada algoritma model Regresi Linear, Regresi Ridge, maupun XGBoost. Kemudian model dibangun dan dioptimisasi.

2. *Hyperparameter Tuning*.

Pada model Regresi Linear tidak ada parameter selain koefisien-koefisien variabel β_j pada persamaan (1). Hal ini berarti tidak ada parameter yang ditentukan di awal oleh pembuat model. Sedangkan, pada model Regresi Ridge terdapat parameter yang perlu ditentukan di awal terlebih dahulu oleh pembuat model yaitu λ pada persamaan (2). Begitu pula model XGBoost. Parameter ini tidak berubah saat Pembangunan Model Dasar. Parameter sejenis ini disebut *hyperparameter*. Setelah Pembangunan Model Dasar, dilakukan *Hyperparameter Tuning* dengan mencoba beberapa *hyperparameter* yang mungkin dan dipilih yang menghasilkan performa paling baik.

4.3 Evaluasi Model

Setelah model optimum terbentuk, fitur-fitur dari data uji dimasukkan ke model tersebut sehingga diperoleh hasil prediksi. Hasil prediksi dari model regresi ini berupa bilangan real, maka perlu dilakukan pembulatan supaya dapat sesuai dengan tipe data skor pada data aktual yaitu bertipe bilangan bulat. Hasil prediksi oleh model tersebut dievaluasi menggunakan QWK. Berikut nilai QWK yang diperoleh setiap model:

4.4 Analisis Hasil

Setelah hasil evaluasi model pembelajaran mesin diperoleh, analisis lebih lanjut dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan lebih dalam mengenai hasil model. Analisis dilakukan terhadap beberapa faktor sebagai berikut:

Tabel 1. Contoh Tabel.

REGRESI LINEAR REGRESI RIDGE XGBOOST			
FITUR BOW SAJA	0.69	0.74	0.76
SEMUA FITUR	0.74	0.75	0.85
SEMUA FITUR KECUALI BOW	0.82	0.82	0.83

1. Data.

Data yang digunakan merupakan jawaban siswa yang menjawab sebuah soal. Dapat dimungkinkan diperoleh hasil yang lebih baik jika data ditambah dengan jawaban siswa yang menjawab soal lain yang berbeda.

2. Pemilihan fitur sebagai input pada model pembelajaran mesin.

Berdasarkan hasil QWK dari ketiga model, dapat dilakukan analisis terhadap fitur yaitu, pada ketiga model, penggunaan model dengan input fitur "BoW saja" memperoleh hasil QWK yang paling kecil. Pada model regresi baik Regresi Linear maupun Regresi Ridge, QWK paling tinggi dicapai saat model mendapat input "Semua fitur kecuali BoW". Berbeda dengan dua model lain, "Semua fitur" memberikan hasil QWK tertinggi pada model XGBoost. Pada model XGBoost, "Semua fitur kecuali BoW" tetap memberikan hasil QWK yang tinggi yaitu sedikit di bawah penggunaan "Semua fitur". Hasil ini juga lebih tinggi dibandingkan hasil QWK pada dua model lainnya untuk seluruh jenis fitur.

3. Model pembelajaran mesin.

Selain model XGBoost menghasilkan performa QWK terbaik yaitu pada penggunaan "Semua fitur", model ini juga menghasilkan performa terbaik untuk setiap kelompok fitur. Untuk fitur "BoW saja", XGBoost memperoleh performa QWK terbaik dengan hasil 76%, dibandingkan dengan dua model lainnya. Begitu pula untuk "Semua fitur kecuali BoW" dengan hasil 83%.

4. Matriks konfusi.

Berikut di bawah adalah matriks konfusi model dengan performa terbaik (XGBoost dengan input "Semua fitur"). Berdasarkan matriks ini, dapat dilihat bahwa model cukup baik memprediksi data uji karena memperoleh prediksi yang benar daripada prediksi yang salah.

5. Waktu komputasi.

Berdasarkan waktu pelatihan model, urutan efisiensi waktu komputasi diurutkan dari yang paling efisiensi adalah model Regresi Linear, Ridge, dan XGBoost.

5 KESIMPULAN

Pada penelitian ini, model pembelajaran mesin Regresi Linear, Regresi Ridge, dan XGBoost telah berhasil dibangun. Berdasarkan hasil yang diperoleh menggunakan metrik evaluasi QWK, model XGBoost secara umum jauh lebih baik digunakan dalam memprediksi skor jawaban essay siswa dibandingkan model Regresi Linear dan Regresi Ridge. Namun, model Regresi Linear dan Regresi Ridge lebih efisien secara komputasi dibandingkan model XGBoost. Tetapi, waktu penyelesaian pelatihan model XGBoost tetap dianggap termasuk dalam kategori cepat dalam konteks pelatihan model pembelajaran mesin, karena masih dapat dieksekusi dengan *personal computer*. Kemudian, performa terbaik ditunjukkan oleh model XGBoost dengan menggunakan input "Semua fitur". Namun, pada model Regresi Linear dan Regresi Ridge, performa terbaik diperoleh saat menggunakan input "Semua fitur selain BoW".

		Skor Model												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Skor Aktual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	2	19	3	2	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	13	22	9	1	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	6	14	126	29	7	1	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	1	34	50	44	5	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	13	51	31	4
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	8	7
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 2. Matriks Konfusi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nitko, A. J., Brookhart, S. M. *Educational Assessment of Students*. Pearson New International Edition (2014).
- [2] Isaacs, C, Z., G, H., SJ, C., C., S. *Key concepts in educational assessment [electronic resource]*. Thousand Oaks: Sage Publications Ltd (2013).
- [3] Bhatt, R., Patel, M., Srivastava, G., Mago, V. *A Graph Based Approach to Automate Essay Evaluation*. 4379–4385 (2020).
- [4] Burstein, J., Klebanov, B. B., Madnani, N., Faulkner, A. *Automated sentiment analysis for essay evaluation*. Handbook of Automated Essay Evaluation: Current Applications and New Directions, 281–297 (2013).
- [5] Chen, T., Guestrin, C. *XGBoost: A scalable tree boosting system*. Proceedings of the ACM SIGKDD, 785–794 (2016).
- [6] Warrens, M. J. *Cohen’s weighted kappa with additive weights*. Advances in Data Analysis and Classification, 7(1), 41–55 (2013).

ISSN 2829-3770



9

772829

377007