

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

ANALISIS

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

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 PADA KURVA 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
Samin 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	

OPTIMALISASI RUTE DAN PENJADWALAN PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN METODE *INSERTION HEURISTIC* DAN *INTRA-ROUTE IMPROVEMENT* (STUDI KASUS: UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG)

Fara El Nandhita Pratiwi

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia
e-mail: faraelnandhitap@student.ub.ac.id

Abstrak. *Jadwal pengangkutan sampah di lingkungan Universitas Brawijaya Malang (UB) bertabrakan dengan jam padat lalu lintas kendaraan. Selain itu, pihak kebersihan UB belum mempertimbangkan penggunaan kapasitas kendaraan yang ada dalam pengangkutan sampah. Salah satu metode heuristik untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi pihak kebersihan UB adalah metode insertion heuristic. Rute yang diperoleh dengan metode insertion heuristic kemudian diperbaiki kembali dengan menggunakan metode intra-route improvement, yaitu metode 2-opt dan Or-opt. Setelah didapatkan rute minimum dan kendaraan yang menghasilkan biaya operasional paling minimum, selanjutnya dilakukan penjadwalan pengangkutan sampah. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya 6 rute baru dengan total jarak 18,22 km dan penggunaan satu buah Pick Up untuk melakukan pengangkutan sampah. Biaya operasional awal pengangkutan sampah sebesar Rp 1.199.600 menjadi Rp 1.015.200 atau berkurang sebesar Rp 184.400 per bulannya (berkurang sebesar 15,372% dari biaya operasional awal). Penjadwalan pengangkutan sampah yang dibuat dapat menjadi acuan bagi pihak kebersihan UB agar tidak bertabrakan dengan jam padat lalu lintas di lingkungan UB sehingga bisa meminimalisir kemacetan.*

Kata Kunci: *rute, kendaraan, insertion heuristic, intra-route improvement*

1 PENDAHULUAN

Dewasa ini bertambahnya jumlah mahasiswa setiap tahunnya dan meningkatnya kebutuhan serta aktivitas menyebabkan semakin tingginya volume sampah yang harus diangkut setiap hari. Di UB pengangkutan sampah dilakukan satu kali sehari dan waktu pengangkutan sampah ke TPA dimulai pukul 07.00 WIB. Namun, jadwal pengangkutan sampah di lingkungan UB ini bertabrakan dengan jam padat lalu lintas kendaraan yaitu pada pukul 07.00 dan 16.00 WIB. Selain itu pihak kebersihan UB belum mempertimbangkan penggunaan kapasitas kendaraan yang ada dalam pengangkutan sampah. Oleh karena itu, perlu perbaikan rute dan jadwal pengangkutan sampah dengan mempertimbangkan penggunaan kapasitas kendaraan. Masalah pengangkutan sampah yang dihadapi pihak kebersihan UB dapat disebut sebagai *heterogeneous fleet vehicle routing problem* (HFVRP). Tujuan dari solusi HFVRP adalah menentukan satu set rute yang dimulai dan berakhir di depot dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan yang ada. Dalam hal ini depot adalah tempat pembuangan akhir (TPA) UB. Salah satu metode heuristik untuk persoalan HFVRP adalah metode *insertion heuristic*. Rute yang diperoleh dengan metode *insertion heuristic* dapat diperbaiki kembali dengan

menggunakan metode *intra-route improvement*. Tujuannya adalah untuk mendapatkan jarak yang optimal. Jarak yang optimal adalah jarak yang paling minimum.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui rute pengangkutan sampah di UB dengan menggunakan metode *insertion heuristic* dan mendapatkan rute optimal pengangkutan sampah dan kendaraan optimal untuk memperbaiki jadwal pengangkutan sampah dengan menggunakan metode *intra-route improvement*.

2 METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di UB dan pengambilan data dilakukan pada bulan Januari 2019. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui observasi dan wawancara kepada pihak-pihak yang berhubungan dengan proses pengangkutan sampah di UB. Data yang diperlukan antara lain, data jarak antar tempat pembuangan sementara (TPS), data jarak TPA ke setiap TPS, data waktu tempuh antar TPS, data waktu tempuh dari TPA ke setiap TPS, data volume sampah per harinya di setiap TPS, data rute pengangkutan sampah awal, data kendaraan pengangkut sampah beserta kapasitas dan kecepatannya, data biaya bahan bakar, serta data waktu *loading* dan *unloading* sampah.

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan metode yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi. Berikut ini merupakan tahapan pengolahan data yang dilakukan:

- a. Mengidentifikasi matriks jarak.
- b. Mengidentifikasi matriks waktu tempuh.
- c. Menentukan rute dengan metode *insertion heuristic*.

Langkah-langkah penentuan rute dengan algoritma *insertion heuristic* adalah sebagai berikut [1, 2]:

- (1) Mengurutkan kendaraan berdasarkan biaya operasional terendah
- (2) Menentukan *node* rute ke-*m* kendaraan *k* saat ini (R_{mk})
- (3) Pilih *node* yang memiliki jarak terdekat dengan TPA dan masukkan ke dalam rute R_{mk}
- (4) Hitung tambahan jarak dan waktu tempuh untuk menentukan *node* selanjutnya dalam rute R_{mk}

$$Z_{11}(i, u) = d(i, u) + d(u, A) - d(i, A) \quad (1)$$

$$Z_{12}(i, u) = t(i, u) + t(u, A) + wl - t(i, A), \quad (2)$$

$$Z_1(i, u) = (\alpha_1 \cdot Z_{11}) + (\alpha_2 \cdot Z_{12}) \quad (3)$$

$$Z_2(i, u) = d(u, A) - Z_1(i, u) \quad (4)$$

dengan $Z_{11}(i, u)$ adalah tambahan jarak apabila *node* *u* disisipkan di antara *node* *i* dan TPA, $Z_{12}(i, u)$ adalah tambahan waktu apabila *node* *u* disisipkan di antara *node* *i* dan TPA, $d(i, u)$ adalah jarak antara *node* *i* dan *node* *u*, $d(u, A)$ adalah jarak antara *node* *u* dan TPA, $d(i, A)$ adalah jarak antara *node* *i* dan TPA, α_1 adalah bobot yang diberikan terhadap total jarak yang terjadi akibat penyisipan *node* *u*, α_2 adalah bobot yang diberikan terhadap perubahan waktu pelayanan akibat penyisipan *node* *u*, $t(i, u)$ adalah waktu tempuh antara *node* *i* dan *node* *u*, $t(u, A)$ adalah waktu tempuh antara *node* *u* dan TPA, $t(i, A)$ adalah waktu tempuh antara *node* *i* dan TPA, wl adalah waktu *loading* sampah di setiap TPS, $Z_1(i, u)$ adalah ongkos penyisipan yang besarnya proposional terhadap tambahan jarak dan tambahan waktu tempuh, $Z_2(i, u)$ adalah selisih antara ongkos penyisipan yang

- terjadi jika *node* u ditempuh langsung dari TPA dengan jika *node* u disisipkan ke dalam rute.
- (5) Pilih *node* yang memiliki nilai Z_1 terkecil dan masukkan *node* dalam R_{mk} bila memungkinkan sesuai dengan kapasitas angkut
 - (6) Pilih *node* dengan nilai Z_2 terbesar
 - (7) Mengecek kapasitas kendaraan, apakah $W_{mk} \geq q_u$? Jika iya masukkan *node* dalam R_{mk} dan kembali ke langkah (6), jika tidak lanjut ke langkah (8) dengan W_{mk} adalah sisa kapasitas kendaraan k rute ke- m dan q_u adalah volume sampah *node* u
 - (8) Memeriksa apakah semua *node* sudah terlayani, jika belum lanjut ke langkah (9) dan jika sudah lanjut ke langkah (10)
 - (9) Menjadikan urutan *node* R_{mk} selanjutnya berawal dari *node* urutan selanjutnya dan kembali ke langkah (2)
 - (10) Melakukan untuk semua tipe kendaraan sehingga terdapat kumpulan rute kendaraan yang mungkin untuk setiap kendaraan dan setiap kemungkinan *node* yang dikunjungi
- d. Memperbaiki setiap rute dengan metode *intra-route improvement* yaitu dengan *2-opt* dan *Or-opt*.
Ide dasar *2-opt* yaitu dua *edge* dihilangkan dan dua lintasan tersisa digabungkan dengan membuat lintasan baru [3]. Sedangkan ide dasar *Or-opt* yaitu memindahkan sebuah lintasan yang berisi sejumlah *node* yang letaknya beriringan.
- e. Memilih rute hasil perbaikan *2-opt* dan *Or-opt* yang memiliki jarak terpendek.
- f. Memilih kombinasi rute berdasarkan kendaraan yang menghasilkan biaya operasional minimum.
- g. Melakukan perbaikan penjadwalan pengangkutan sampah.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pihak kebersihan UB memiliki wilayah pengangkutan sampah sebanyak 24 TPS yang berada di sekitar gedung di dalam lingkungan UB. TPS tersebut berada di Markas Komando (T1), Perpustakaan Pusat (T2), Fakultas Ekonomi dan Bisnis Gedung Utama (T3), Fakultas Ilmu Budaya Gedung B (T4), Widyaloka (T5), Fakultas Hukum (T6), Fakultas Ilmu Administrasi (T7), Fakultas Ekonomi dan Bisnis Gedung A (T8), Poliklinik-UB (T9), Gedung Institut Bio Sains dan Gedung Layanan Bersama (T10), *Guest House* (T11), Fakultas Ekonomi dan Bisnis Gedung D (T12), Fakultas Ekonomi dan Bisnis Gedung F (T13), Rumah Sakit-UB (T14), KPRI (T15), Pasca Sarjana (T16), Laboratorium Hidrolika (T17), Fakultas Teknik (F18), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (F19), Fakultas Ilmu Budaya Gedung A (F20), Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (F21), Graha Sainat/Biomol (T22), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (T23), dan Fakultas Peternakan (F24).

Moda transportasi yang digunakan pihak kebersihan UB untuk mengangkut sampah yaitu satu buah armada *Pick Up* dengan kapasitas maksimal 5 m^3 dan satu buah armada *Truck* dengan kapasitas maksimal 8 m^3 . Berdasarkan hasil wawancara dengan masing-masing *driver* kedua armada tersebut, kecepatan rata-rata setiap kendaraan adalah 40 km/jam. Pihak kebersihan UB melakukan kegiatan *loading* sampah di setiap TPS selama kurang lebih 15 menit. Sementara itu kegiatan *unloading* sampah dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) selama kurang lebih 10 menit. Diasumsikan untuk kendaraan jenis *Pick Up* menghabiskan kurang lebih 0,219 liter solar jenis *dexlite* per kilomernya, sedangkan untuk kendaraan jenis *Truck* menghabiskan kurang lebih 1,179 liter solar jenis *dexlite* per kilomernya. Harga untuk satu liter solar jenis *dexlite* adalah Rp 10.600.

Rute awal pengangkutan sampah sebelum menggunakan metode *insertion heuristic* dan *Intra Route Improvement* tidak mempertimbangkan jarak tempuh dan kapasitas kendaraan yang digunakan untuk mengangkut sampah. Rute pengangkutan sampah dibagi berdasarkan zona bagian utara dan selatan yang telah digunakan sejak turun-temurun. Rute awal pengangkutan sampah tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1. Rute Awal Pengangkutan Sampah Menggunakan *Pick Up*.

Rute	Urutan	Jarak (km)	Kapasitas (m ³)
1	T25-T1-T2-T3-T4-T5-T6-T7-T0	1,726	4,55471555
2	T0-T8-T9-T10-T11-T12-T13-T0	2,735	3,4630036
3	T0-T14-T15-T16-T17-T18-T0-T25	6,302	4,96103292
Total		10,763	12,97875207

Tabel 2. Rute Awal Pengangkutan Sampah Menggunakan *Truck*.

Rute	Urutan	Jarak (km)	Kapasitas (m ³)
1	T25-T19-T20-T21-T22-T23-T0	1	6,98876452
2	T0-T24-T0-T25	1	4,55
Total		2	11,53876452

Pada penelitian ini biaya operasional dihitung dari biaya bahan bakar yang digunakan oleh setiap kendaraan untuk melakukan pengangkutan sampah. Biaya bahan bakar yang dikeluarkan tergantung pada jenis kendaraan dan jarak yang ditempuh. Total biaya operasional awal yang harus dikeluarkan pihakkebersihan UB dalam kegiatan pengangkutan sampah adalah Rp 1.199.600/bulan.

Penggunaan metode *insertion heuristic* dan *intra-route improvement* dapat memberikan usulan rute alternatif pengangkutan sampah dan kendaraan yang digunakan bagi pihak kebersihan UB. Rute pengangkutan sampah di UB menggunakan metode *insertion heuristic* terbagi menjadi dua yaitu rute *Pick Up* dan rute *Truck*. Kemudian, rute yang diperoleh dengan menggunakan metode *insertion heuristic* diperbaiki menggunakan metode *2-opt* dan *Or-opt*. Perbandingan total jarak tempuh rute *Pick Up* dan *Truck* dengan menggunakan metode *insertion heuristic*, *2-opt*, dan *Or-opt* terdapat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Dan terakhir, dilakukan kombinasi rute antara kendaraan *Pick Up* dan *Truck* untuk mendapatkan biaya operasional yang minimum. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan maka diperoleh hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 3. Perbandingan Total Jarak Tempuh Rute *Pick Up*

Rute	Metode	Urutan	Total Jarak (km)
1	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T19-T20-T23-T2-T1-T5-T0	3,104
	<i>2-Opt</i>	T0-T19-T20-T23-T1-T2-T5-T0	2,054
	<i>Or-Opt</i>	T0-T19-T20-T23-T1-T2-T5-T0	2,054
2	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T24-T4-T11-T0	2,45
	<i>2-Opt</i>	T0-T24-T11-T4-T0	2,5
	<i>Or-Opt</i>	T0-T11-T4-T24-T0	2,3
3	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T21-T22-T6-T8-T0	1,78
	<i>2-Opt</i>	T0-T22-T21-T6-T8-T0	1,78
	<i>Or-Opt</i>	T0-T22-T21-T6-T8-T0	1,78
4	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T3-T7-T18-T13-T12-T0	3,65
	<i>2-Opt</i>	T0-T3-T18-T7-T13-T12-T0	2,73
	<i>Or-Opt</i>	T0-T3-T18-T7-T13-T12-T0	2,73
5	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T9-T10-T17-T16-T15-T0	4,834
	<i>2-Opt</i>	T0-T9-T10-T15-T16-T17-T0	2,756
	<i>Or-Opt</i>	T0-T9-T10-T15-T16-T17-T0	2,756
6	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T14-T0	6
	<i>2-Opt</i>	Tidak bisa dilakukan perbaikan rute	-
	<i>Or-Opt</i>	Tidak bisa dilakukan perbaikan rute	-

Tabel 4. Perbandingan Total Jarak Tempuh Rute *Truck*

Rute	Metode	Urutan	Total Jarak (km)
1	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T19-T20-T24-T21-T1-T5-T0	2,074
	<i>2-Opt</i>	T0-T21-T24-T20-T19-T1-T5-T0	2,044
	<i>Or-Opt</i>	T0-T19-T20-T1-T5-T21-T24-T0	1,634
2	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T23-T22-T2-T6-T8-T18-T4-T13-T0	4,58
	<i>2-Opt</i>	T0-T23-T22-T2-T6-T8-T13-T4-T18-T0	3,41
	<i>Or-Opt</i>	T0-T23-T22-T2-T4-T18-T6-T8-T13-T0	2,74
3	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T3-T7-T12-T10-T9-T11-T17-T15-T16-T0	4,656
	<i>2-Opt</i>	T0-T3-T7-T12-T10-T9-T11-T16-T15-T17-T0	4,614
	<i>Or-Opt</i>	T0-T3-T7-T12-T10-T9-T11-T15-T16-T17-T0	3,566
4	<i>Insertion Heuristic</i>	T0-T14-T0	6
	<i>2-Opt</i>	Tidak bisa dilakukan perbaikan rute	-
	<i>Or-Opt</i>	Tidak bisa dilakukan perbaikan rute	-

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data

No.	Kendaraan	Total Jarak (km)	Biaya Operasional (Rp)
1	1 <i>Pick Up</i>	18,22	1.015.200
2	1 <i>Truck</i>	14,54	4.361.100
3	1 <i>Pick Up</i> dan 1 <i>Truck</i>	18,22	2.553.800
4	1 <i>Truck</i> dan 1 <i>Pick Up</i>	14,54	2.822.500

Berdasarkan Tabel 5 Rute yang menghasilkan biaya operasional paling minimal adalah rute dengan total jarak 18,22 km dengan penggunaan 1 buah *Pick Up* untuk melakukan pengangkutan sampah. Setelah mendapatkan rute pengangkutan sampah dan kendaraan yang digunakan untuk mengangkut sampah, selanjutnya dilakukan penjadwalan pengangkutan sampah. Dengan melakukan penjadwalan, maka proses pengangkutan sampah dapat menyesuaikan agar tidak bertabrakan dengan jam padat lalu lintas di lingkungan UB sehingga bisa meminimalisir kemacetan yang terjadi. Penjadwalan pengangkutan sampah dapat dimulai pada pukul 07.30 WIB dan berakhir sekitar pukul 15.07 WIB yang berarti tidak mengganggu jam padat lalu lintas kendaraan UB.

Dari hasil perhitungan akhir menggunakan metode *insertion heuristic* dan metode *intra-route improvement*, maka didapatkan total jarak 18,22 km dan penurunan biaya operasional pengangkutan sampah. Biaya operasional awal pengangkutan sampah sebesar Rp 1.199.600 menjadi Rp 1.015.200 atau berkurang sebesar Rp 184.400 per bulannya (berkurang sebesar 15,372% dari biaya operasional awal). Hal tersebut membuktikan bahwa dengan menggunakan metode *insertion heuristic* dan *intra-route improvement* dapat menentukan rute pengangkutan sampah, kendaraan yang digunakan untuk mengangkut sampah, serta jadwal pengangkutan sampah yang efisien.

4 KESIMPULAN

- Rute pengangkutan sampah di UB menggunakan metode *insertion heuristic* terbagi menjadi dua yaitu rute *Pick Up* dan rute *Truck*. Rute *Pick Up* terbagi menjadi enam rute dengan total jarak 21,818 km. Sementara itu rute *Truck* terbagi menjadi empat rute dengan total jarak 17,276 km.
- Rute optimal pengangkutan sampah dan kendaraan optimal hasil metode *insertion heuristic* untuk memperbaiki jadwal pengangkutan sampah dengan menggunakan metode *intra-route improvement* adalah penggunaan satu buah *Pick Up* dengan enam rute yang memiliki total jarak 18,22 km.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Solomon, "Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints," *Operations Research*, 35, 254-266, (1987).
- [2] A. Purnomo, "Analisis Rute Pendistribusian Dengan Menggunakan Metode Nearest Insertion Heuristic Persoalan The Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) (Studi Kasus Di Koran Harian Pagi Tribun Jabar)", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri: Pemberdayaan Rekayasa Industri Berbasis Eco-Efficiency pada Era Perdagangan Bebas*, Universitas Islam Bandung, (2010).
- [3] M.W.P. Savelsbergh, "An Efficient Implementation of Local Search Algorithms for Constrained Routing Problems," *European Journal of Operational Research*, 47, 75-85, (1990).

ISSN 2829-3770



9 772829 377007