

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	
PENGELOMPOKAN 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	

PENERAPAN MODEL *SPACE TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED* (STARI(1,1,1)) PADA DATA NTP TANAMAN PANGAN DARI TIGA PROVINSI DI PULAU JAWA

Fajriatus Sholihah¹, Kartika Sari^{1,2}, Budi Nurani Ruchjana^{3*}, Toni Toharudin⁴

¹ Program Studi Magister Statistika Terapan, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran, Indonesia

² Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Serang, Provinsi Banten, Indonesia

³ Departemen Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran, Indonesia

⁴ Departemen Statistika, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Indonesia

*e-mail: budi.nurani@unpad.ac.id

Abstrak. Indikator yang digunakan untuk mengukur kesejahteraan petani tanaman pangan adalah Nilai Tukar Petani (NTP) tanaman pangan. NTP tanaman pangan dipengaruhi oleh waktu dan lokasi. Oleh karena itu, peramalan NTP tanaman pangan dapat menggunakan model *Space Time Autoregressive Integrated* (STARI). Pada paper ini, model STARI diterapkan untuk data NTP tanaman pangan pada tiga provinsi di Pulau Jawa, yaitu: Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), dan Jawa Timur. Berdasarkan kestasioneran data menunjukkan bahwa data tidak stasioner, sehingga harus dilakukan proses differencing sebanyak satu kali. Identifikasi orde model AR secara univariat berdasarkan plot PACF yang terpotong pada lag 1. Lag spasial yang digunakan pada penelitian ini adalah lag spasial 1, artinya posisi Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur berada dalam satu wilayah. Oleh karena itu, NTP tanaman pangan dapat dimodelkan dengan model STARI(1,1,1). Penaksiran parameter model STARI(1,1,1) digunakan metode OLS dengan matriks bobot invers jarak. Berdasarkan analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa model STARI(1,1,1) memenuhi asumsi residual berdistribusi normal multivariat dan white noise. Hasil peramalan NTP di tiga provinsi menggunakan model STARI(1,1,1) menunjukkan pola yang mendekati data aktualnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAPE yang diperoleh di tiga provinsi, masing-masing kurang dari 10%. Dengan demikian, model STARI(1,1,1) dapat digunakan dalam meramalkan NTP tanaman pangan di tiga provinsi dan dapat dijadikan bahan rekomendasi kepada instansi terkait.

Kata Kunci: NTP tanaman pangan, matriks bobot, lag spasial, metode OLS, model STARI
2020 *Mathematical Subject Classification:* 62M10.

1 PENDAHULUAN

Nilai Tukar Petani (NTP) ialah rasio antara indeks harga yang diterima petani dengan indeks harga yang dibayar petani. Artinya NTP sebagai pengukur kemampuan tukar hasil pertanian yang didapatkan petani terhadap barang/jasa yang dibutuhkan untuk kebutuhan hidup termasuk dalam hal memproduksi hasil pertanian. NTP dapat digunakan sebagai indikator yang dapat mengukur tingkat kesejahteraan petani [1]. Terdapat beberapa subsektor dalam perhitungan NTP, salah satunya tanaman pangan. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai NTP tanaman pangan.

Data NTP tanaman pangan merupakan data *time series* dikarenakan terdapat urutan waktu pada data yang digunakan. Oleh karena itu, data NTP tanaman pangan dapat dianalisis menggunakan analisis *time series*. Salah satu model *time series* yang dapat digunakan adalah

model *time series* univariat linear, yaitu model *Autoregressive* (AR). Apabila model AR tidak stasioner maka harus dilakukan proses pembedaan (*differencing*) sehingga model AR berubah menjadi model *Autoregressive Integrated* (ARI). Selain dipengaruhi oleh waktu, NTP juga dipengaruhi oleh lokasi yang ada di sekitarnya. Data spasial ialah data yang diamati berdasarkan lokasi yang berdekatan serta memiliki karakteristik lokasi yang mirip [2]. Model *time series* dan model spasial yang digunakan secara simultan dinamakan model spasial-waktu (*space time*) [3]. Model *Space Time Autoregressive* (STAR) adalah salah satu model *space time* yang sering digunakan.

Model STAR stasioner pertama kali dikaji [4] berupa model *time series* multivariat yang menyatakan pengamatan di suatu lokasi pada waktu t dipengaruhi oleh pengamatan waktu t tersebut dengan melibatkan pengaruh lokasi yang ada di sekitarnya. Selanjutnya, [5] mengembangkan model tersebut dengan memberikan pengaruh satu waktu sebelumnya (lag waktu 1). Penelitian model STAR dilakukan oleh [5] mengasumsikan antar lokasi memiliki karakteristik yang homogen. Jika model AR tidak stasioner maka distasionerkan terlebih dahulu dengan cara *differencing* menjadi AR *Integrated* (ARI), sehingga model STAR yang digunakan menjadi model *Space Time Autoregressive Integrated* (STARI) seperti penelitian tentang model STARI yang dilakukan [6] terkait penerapan model STARI pada debit air Sungai Citarum, Pada penelitian ini, akan dibahas mengenai analisis penerapan Model STARI pada data NTP tiga provinsi di Pulau Jawa, yaitu Provinsi Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur dengan bantuan *software R*.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Nilai Tukar Petani (NTP) tanaman pangan dari tiga provinsi yang ada di Pulau Jawa, yaitu Provinsi Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur untuk periode bulan Januari tahun 2015 sampai dengan bulan Maret tahun 2021 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data tersebut dibagi menjadi dua, yaitu data *insample* dan data *outsample* yang terdiri dari data *insample* sebanyak 60 bulan (dari bulan Januari tahun 2015 sampai dengan bulan Desember tahun 2019) dan data *outsample* sebanyak 15 bulan (dari bulan Januari tahun 2020 sampai dengan bulan Maret tahun 2021).

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah NTP tanaman pangan Provinsi Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur yang dapat dinotasikan sebagai berikut :

$z_1(t)$: Nilai Tukar Petani (NTP) tanaman pangan Provinsi Jawa Tengah

$z_2(t)$: Nilai Tukar Petani (NTP) tanaman pangan Provinsi DIY

$z_3(t)$: Nilai Tukar Petani (NTP) tanaman pangan Provinsi Jawa Timur

2.2 Model STAR

Autoregressive (AR) merupakan model di mana pada satu atau beberapa periode sebelumnya mempengaruhi pelaku variabel dependennya yang dapat dilihat pada persamaan (1) berikut ini :

$$\mathbf{z}(t) = \phi_0 + \phi_1 \mathbf{z}(t-1) + \phi_2 \mathbf{z}(t-2) + \dots + \phi_p \mathbf{z}(t-p) + \mathbf{e}(t) \quad (1)$$

dengan

$\mathbf{z}(t)$: Data deret waktu pada waktu ke- t

$\mathbf{e}(t)$: Error pada waktu ke- t
 ϕ_p : Parameter *autoregressive* pada lag waktu ke- p .

Model spasial adalah model yang dapat menjelaskan hubungan antara suatu lokasi dengan sekitarnya. Pemilihan atau penentuan bobot lokasi seragam merupakan masalah yang sering kali muncul dalam model spasial. Model *Space Time Autoregressive* (STAR) dikategorikan berdasarkan lag yang berpengaruh secara linear baik dalam lokasi maupun waktu [5], persamaan model STAR (p, λ_k) dapat dinotasikan dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\mathbf{z}(t) = \sum_{l=0}^{\lambda_k} \sum_{k=1}^p \phi_{kl} \mathbf{W}^l \mathbf{z}(t-k) + \mathbf{e}(t) \quad (2)$$

dengan

p : Lag waktu
 λ_k : Lag spasial
 ϕ_{kl} : Parameter STAR pada lag waktu k dan lag spasial l
 \mathbf{W}^l : Matriks bobot ukuran $(n \times n)$ pada lag spasial l
 $\mathbf{e}(t)$: Vektor *error* berukuran $(n \times n)$ pada waktu ke- t
 $\mathbf{z}(t)$: Vektor data deret waktu ukuran $(n \times 1)$ pada waktu ke- t .

2.3 Persamaan Model STARI (1,1,1)

Persamaan model STARI(1,1,1) untuk tiga lokasi dapat ditulis seperti berikut:

$$\mathbf{y}(t)_{(N \times 1)} = \phi_{10} \mathbf{y}(t-1)_{(N \times 1)} + \phi_{11} \mathbf{W}_{(N \times N)} \mathbf{y}(t-1)_{(N \times 1)} + \mathbf{e}(t) \quad (3)$$

dengan $\mathbf{y}(t) = \mathbf{z}(t) - \mathbf{z}(t-1)$, t adalah waktu pengamatan NTP, dan N adalah banyaknya provinsi. Dengan demikian, persamaan (3) dapat ditulis menjadi persamaan (4) sebagai berikut:

$$\mathbf{z}(t)_{(N \times 1)} - \mathbf{z}(t-1)_{(N \times 1)} = \phi_{10} (\mathbf{z}(t-1)_{(N \times 1)} - \mathbf{z}(t-2)_{(N \times 1)}) + \phi_{11} \mathbf{W}_{(N \times N)} \phi_{10} (\mathbf{z}(t-1)_{(N \times 1)} - \mathbf{z}(t-2)_{(N \times 1)}) + \mathbf{e}(t) \quad (4)$$

Secara umum dengan menggunakan penulisan dalam bentuk model linear pada persamaan berikut:

$$\mathbf{y}_{((N \times (T-1)) \times 1)} = \mathbf{X}_{((N \times (T-1)) \times (N \times (T-1)))} \boldsymbol{\beta}_{((N \times (T-1)) \times 1)} + \boldsymbol{\varepsilon}_{((N \times (T-1)) \times 1)} \quad (5)$$

Persamaan model STARI (1,1,1) pada persamaan (3) dapat dinyatakan menjadi persamaan (6) sebagai berikut:

$$\mathbf{y}(t) = [\mathbf{y}(t-1) \quad \mathbf{W}\mathbf{y}(t-1)] \begin{bmatrix} \phi_{10} \\ \phi_{11} \end{bmatrix} + \mathbf{e}(t) \quad (6)$$

dengan $\mathbf{y} = \mathbf{y}(t)$, $\mathbf{X} = [\mathbf{y}(t-1) \quad \mathbf{W}\mathbf{y}(t-1)]$, $\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \phi_{10} \\ \phi_{11} \end{bmatrix}$, $\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{e}(t)$ dan $\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I})$.

2.4 Penaksiran parameter model STARI(1,1,1) dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS)

Parameter model STARI (1,1,1) dapat ditaksir menggunakan metode OLS. Taksiran parameter model linear persamaan (5) dapat diselesaikan dengan metode OLS dengan prinsip meminimumkan jumlah kuadrat *residualnya*. Misalkan S adalah fungsi ϵ^2 .

$$S = (\epsilon)^2 = (Y - X\beta)^2$$

Untuk mendapatkan *residual* yang meminimumkan, turunan pertama terhadap β harus sama dengan 0, maka:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{d\beta} &= -2X(Y - X\beta) = 0 \\ &- 2X(Y - X\hat{\beta}) = 0 \\ &XY - \hat{\beta}X^2 = 0 \\ &X^T Y = X^T X \hat{\beta} \\ &X^T Y = (X^T X) \hat{\beta} \\ (X^T X)^{-1} X^T Y &= (X^T X)^{-1} (X^T X) \hat{\beta} \\ (X^T X)^{-1} X^T Y &= \hat{\beta} \end{aligned}$$

2.5 Bobot Invers Jarak

Pembobotan dengan invers jarak mengacu pada jarak sebenarnya antar lokasi di lapangan [5]. Lokasi yang berdekatan mendapatkan nilai yang lebih besar. Secara umum, bobot invers jarak antar lokasi ke- i dengan lokasi ke- j dinyatakan sebagai:

$$W = \frac{\sum_{k=1, k \neq i, k \neq j}^N r_{ik}}{\sum_{k=1, k \neq i}^N r_{ik}} = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & w_{13} & \dots & w_{1N} \\ w_{21} & 0 & w_{23} & \dots & w_{2N} \\ w_{31} & w_{32} & 0 & \dots & w_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1} & w_{N2} & w_{N3} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

dengan $i, j = 1, 2, \dots, N$, di mana N merupakan banyaknya lokasi dan matriks invers jarak tersebut memenuhi $\sum_{i \neq j} w_{ij}^{(l)} = 1$.

2.6 Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengujian apakah *residual* dari ketiga model telah memenuhi asumsi kenormalan dan *white noise*. Pengujian asumsi kenormalan *residual* secara multivariat dapat menggunakan uji Kolmogorov Smirnov dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Hipotesis :

H_0 : $F(x)$ untuk semua x (data berdistribusi normal)

H_1 : $F(x)$ untuk minimal satu nilai x (data tidak berdistribusi normal)

Statistik uji :

$$D = w$$

Kriteria Uji: tolak H_0 jika $D > D_{n(1-\alpha)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Asumsi sisaan bersifat *white noise* yang artinya sisaan harus independent (saling bebas). Pengujian asumsi ini dapat digunakan uji *Portmanteu*, uji ini pertama kali dikenalkan oleh [3]. Uji *Portmanteu* merupakan generalisasi dari uji *L-Jung Box* untuk kasus multivariat yang berlandaskan hipotesis :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = \mathbf{0}$ (*residual* bersifat *white noise*)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \rho_m \neq \mathbf{0}, m = 1, 2, \dots, k$ (*residual* tidak bersifat *white noise*)

Statistik Uji :

$$Q_N(k) = T^2 \sum_{m=1}^k \frac{1}{T-m} \text{tr}(\hat{\tau}'_t \hat{\tau}_0^{-1} \hat{\tau}'_t \hat{\tau}_0^{-1})$$

di mana

$\hat{\tau}'_t$: matriks kovarian silang pada waktu t

N : banyak variabel lokasi

k : lag waktu ke- k

T : banyaknya pengamatan waktu

Kriteria Uji : terima H_0 jika statistik uji $Q_N(k) < X^2_{N \cdot 2k}$ atau $p\text{-value} > \text{taraf signifikansi } (\alpha)$ yang berarti *residual* bersifat *white noise*.

2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah rata-rata kesalahan mutlak persentase setiap periode waktu [5]. MAPE dapat dinotasikan sebagai berikut :

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100\%}{n}$$

dengan Y_t merupakan data aktual pada periode ke- t ; F_t merupakan nilai ramalan pada periode ke- t ; n adalah banyaknya pengamatan deret waktu. Suatu model dikatakan memiliki kinerja sangat baik jika nilai MAPE kurang dari 10% dan kinerja baik jika nilai MAPE di antara 10% - 20%.

2.8 Langkah-Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis peramalan NTP tanaman pangan dengan model STARI menggunakan bantuan *software* R adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi data melalui plot *time series* untuk menggambarkan fenomena NTP tanaman pangan tiap bulannya dan melihat kemiripan pola pada tiga provinsi tersebut.
2. Uji kestasioneran data dalam rata-rata secara univariat dengan menggunakan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) pada masing-masing provinsi. Asumsi stasioner digunakan untuk mengurangi kesalahan dalam pemodelan. Data dikatakan stasioner jika korelogram ACF dari data membentuk pola *cut-off* atau *tails off*, sedangkan data dikatakan tidak stasioner jika ACF membentuk *tails off* secara lambat [7].
3. Identifikasi orde model *Space Time Autoregressive Integrated* (STARI) secara univariat melalui plot ACF dan PACF pada masing-masing provinsi serta menentukan lag spasial. Model STARI(1,1,1) digunakan jika nilai estimasi ACF menunjukkan pola *tails off* secara perlahan dan nilai estimasi PACF membentuk pola *cut off* pada lag 1 serta dilakukan proses *differencing* sebanyak satu kali [7].
4. Menentukan matriks bobot invers jarak yang dihitung berdasarkan jarak antar lokasi sebenarnya.
5. Menaksir parameter model dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS).

6. Pemeriksaan diagnostik yang dilakukan, yaitu dengan melakukan pengujian apakah *residual* dari ketiga model telah memenuhi asumsi kenormalan dan *white noise*. Pengujian asumsi kenormalan *residual* secara multivariat dapat menggunakan uji Kolmogorov Smirnov. Selanjutnya, pengujian asumsi *residual* bersifat *white noise* secara multivariat dapat dilakukan menggunakan uji *Portmanteu* [7].
7. Meramalkan data NTP tanaman pangan dari model yang telah diperoleh.
8. Memeriksa kesesuaian model STARI dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Model yang baik akan memiliki nilai MAPE yang kecil.
9. Memperoleh model STARI untuk NTP tanaman pangan pada waktu yang akan datang dari tiga provinsi tersebut (Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Statistika deskriptif data NTP tanaman pangan

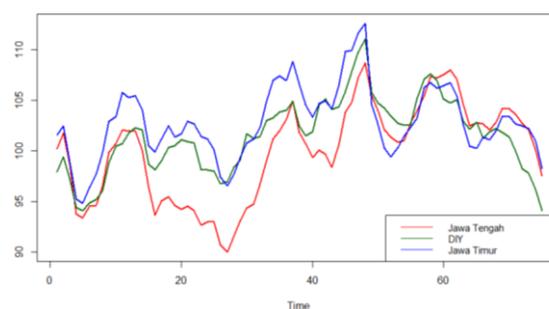
Statistik deskriptif mengenai ukuran pemusatan dan penyebaran dari data nilai tukar petani tanaman pangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Nilai Tukar Petani Tanaman Pangan

Provinsi	Minimum	Maksimum	Rata-Rata	Varians
Jawa Tengah	90	108.71	99.99	22.24
DIY	94.07	111.03	101.50	13.27
Jawa Timur	94.77	112.61	102.82	12.76

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa Provinsi Jawa Timur memiliki NTP tanaman pangan tertinggi, sedangkan NTP tanaman pangan terendah terdapat di Provinsi Jawa Tengah. Provinsi DIY dan Jawa Timur memiliki variansi data NTP tanaman pangan yang tidak jauh berbeda, sedangkan pada Provinsi Jawa Tengah variansi NTP tanaman pangan lebih tinggi dibandingkan provinsi lainnya. Variansi data NTP ini relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa NTP tanaman pangan relatif sama di setiap provinsi.

Selanjutnya, dibuat plot *time series* untuk menggambarkan fenomena NTP tanaman pangan tiap bulannya dari tiga provinsi. Berikut disajikan plot *time series*.



Gambar 1. Plot *time series* nilai tukar petani tanaman pangan di tiga provinsi

Berdasarkan plot *time series* tersebut dapat dilihat bahwa NTP tanaman pangan mengalami fluktuasi. Pola fluktuasi yang dialami dari setiap pengamatan di tiga provinsi memiliki pola yang relatif sama.

3.2 Uji stasioneritas data NTP tanaman pangan

Identifikasi kestasioneran secara univariat pada model *time series* dapat dilakukan dengan uji *Box-Cox* untuk melihat kestasioneran dalam varians dan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) untuk melihat kestasioneran dalam rata-rata. Berikut disajikan hasil uji *Box-Cox* pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Box-Cox Data Nilai Tukar Petani Tanaman Pangan

Provinsi	Lambda	Kesimpulan
Jawa Tengah	0.999959	Data stasioner
DIY	0.999959	Data stasioner
Jawa Timur	0.999959	Data stasioner

Hasil Uji *Box-Cox*, didapatkan nilai lambda mendekati 1, artinya data NTP tanaman pangan di tiga provinsi tersebut sudah stasioner dalam varians. Selanjutnya, hasil uji ADF sebelum dan sesudah dilakukan *differencing* pada Tabel 3.

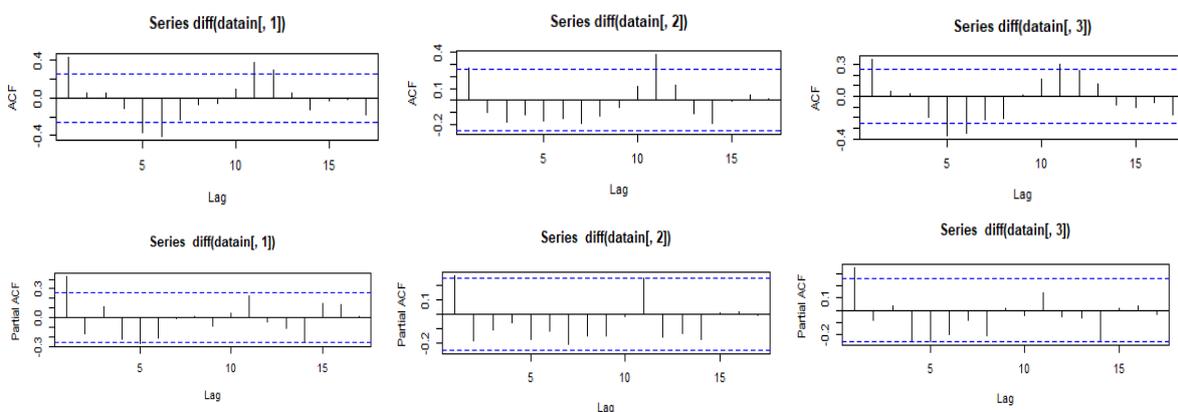
Tabel 3. Uji ADF Data Nilai Tukar Petani Tanaman Pangan

Provinsi	Uji ADF sebelum <i>differencing</i>		Uji ADF setelah <i>differencing</i>	
	<i>p-value</i>	Kesimpulan	<i>p-value</i>	Kesimpulan
Jawa Tengah	0.241	Data tidak stasioner	0.01729	Data stasioner
DIY	0.07785	Data tidak stasioner	0.01	Data stasioner
Jawa Timur	0.01	Data stasioner	0.01	Data stasioner

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa data NTP tanaman pangan di Provinsi Jawa Tengah dan DIY tidak stasioner dalam rata-rata. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *p-value* yang didapatkan lebih besar dari 5%. Oleh karena itu, akan dilakukan *differencing* untuk membuat data menjadi stasioner. Hasil *differencing* sebanyak satu kali didapatkan nilai *p-value* lebih kecil dari $\alpha = 5\%$, maka H_0 ditolak, artinya data tidak mengandung *unit root* atau dengan kata lain data tersebut stasioner.

3.3 Identifikasi orde model STARI (1,1,1) secara univariat

Plot ACF dan PACF dapat digunakan untuk mengidentifikasi orde dari model *time series*. Gambar 2 menunjukkan plot ACF dan PACF yang diperoleh dengan bantuan *software R*.



Gambar 2. Plot ACF dan PACF data nilai tukar petani tanaman pangan

Plot ACF dan PACF pada Gambar 2 menunjukkan bahwa plot pada ketiga provinsi terpotong pada lag 1. Oleh karena itu, model yang terbentuk, yaitu model AR(1) atau MA(1). Namun pada penelitian ini terdapat keterbatasan dalam melakukan penaksiran parameter MA(1) menggunakan OLS sehingga penelitian ini menggunakan model AR(1). Model yang digunakan, yaitu ARI(1,1) karena dilakukan proses *differencing* sebanyak satu kali, serta plot ACF dan PACF *cut off* pada lag 1. Lag spasial yang digunakan adalah lag spasial 1, artinya posisi Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur berada dalam satu wilayah. Oleh karena itu, NTP tanaman pangan dapat diramalkan dengan model STARI (1,1,1).

3.4 Penentuan matriks bobot

Bobot invers jarak pada model STAR merupakan model yang memperhatikan jarak antar lokasi sebenarnya. Adapun jarak antar provinsi sebagai berikut :

- Jawa Tengah – DIY : 89.15 km
- Jawa Tengah – Jawa Timur : 226.08 km
- DIY – Jawa Timur : 237.97 km

Berdasarkan jarak antar provinsi tersebut selanjutnya didapat matriks bobot invers jaraknya seperti berikut:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0.7171884 & 0.2828116 \\ 0.7274686 & 0 & 0.2725314 \\ 0.5128120 & 0.4871880 & 0 \end{bmatrix}$$

3.5 Model STARI(1,1,1) pada data NTP tanaman pangan

Taksiran parameter model *space time* dengan lag spasial 1 atau STARI(1,1,1) berdasarkan metode OLS diperoleh hasil untuk penaksir $\hat{\phi}_{10}$ sebesar 0.2633082 dan penaksir $\hat{\phi}_{11}$ sebesar 0.1209634. Penaksir $\hat{\phi}_{10}$ menunjukkan bahwa NTP tanaman pangan pada satu bulan sebelumnya di setiap lokasi adalah sebesar 26.33082% dan penaksir $\hat{\phi}_{01}$ menunjukkan pengaruh NTP tanaman pangan pada satu bulan sebelumnya terhadap provinsi di sekitarnya yang berada dalam satu wilayah adalah sebesar 12.09634%. Selanjutnya, dapat dibentuk persamaan model STARI(1,1,1) untuk data NTP tanaman pangan dari tiga provinsi di Pulau Jawa berdasarkan parameter dan matriks bobot **W** sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \hat{y}_1(t) \\ \hat{y}_2(t) \\ \hat{y}_3(t) \end{bmatrix} = 0.2633082 \begin{bmatrix} y_1(t-1) \\ y_2(t-1) \\ y_3(t-1) \end{bmatrix} + 0.1209634 \begin{bmatrix} 0 & 0.7171884 & 0.2828116 \\ 0.7274686 & 0 & 0.2725314 \\ 0.5128120 & 0.4871880 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1(t-1) \\ y_2(t-1) \\ y_3(t-1) \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks tersebut didapatkan persamaan model STARI (1,1,1) untuk setiap provinsi seperti berikut:

- Provinsi Jawa Tengah
 $\hat{y}_1(t) = 0.2633082y_1(t-1) + 0.0867535473y_2(t-1) + 0.03421783628y_3(t-1)$
- Provinsi DIY
 $\hat{y}_2(t) = 0.08799707525y_1(t-1) + 0.2633082y_2(t-1) + 0.03296632475y_3(t-1)$
- Provinsi Jawa Timur
 $\hat{y}_3(t) = 0.06203148308y_1(t-1) + 0.05893191692y_2(t-1) + 0.2633082y_3(t-1)$

dengan $y(t) = z(t) - z(t-1)$.

Maka didapatkan Model STARI (1,1,1) untuk setiap provinsi sebagai berikut:

- Provinsi Jawa Tengah:
 $\hat{z}_1(t) = 0.2633082(z_1(t-1) - z_1(t-2)) + 0.0867535473(z_2(t-1) - z_2(t-2)) + 0.03421783628(z_3(t-1) - z_3(t-2)) + z_1(t-1)$

- Provinsi DIY

$$\hat{z}_2(t) = 0.08799707525(z_1(t-1) - z_1(t-2)) + 0.2633082(z_2(t-1) - z_2(t-2)) + 0.03296632475(z_3(t-1) - z_3(t-2)) + z_2(t-1)$$

- Provinsi Jawa Timur

$$\hat{z}_3(t) = 0.06203148308(z_1(t-1) - z_1(t-2)) + 0.05893191692(z_2(t-1) - z_2(t-2)) + 0.2633082(z_3(t-1) - z_3(t-2)) + z_3(t-1)$$

3.6 Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengujian apakah *residual* dari ketiga model telah memenuhi asumsi kenormalan dan *white noise*. Pengujian asumsi kenormalan *residual* secara multivariat dapat menggunakan uji *kolmogorov smirnov*. Hasil perhitungan didapatkan nilai *p-value* sebesar $0.6438 > \alpha = 0.05$, maka H_0 diterima yang berarti *residual* model tersebut berdistribusi normal multivariat.

Selanjutnya, pengujian asumsi *residual* bersifat *white noise* secara multivariat dapat dilakukan menggunakan uji *Portmanteu*. Uji ini merupakan generalisasi dari uji *Ljung Box* untuk kasus multivariat. Hasil perhitungan dari pengujian ini disajikan pada Tabel 4.

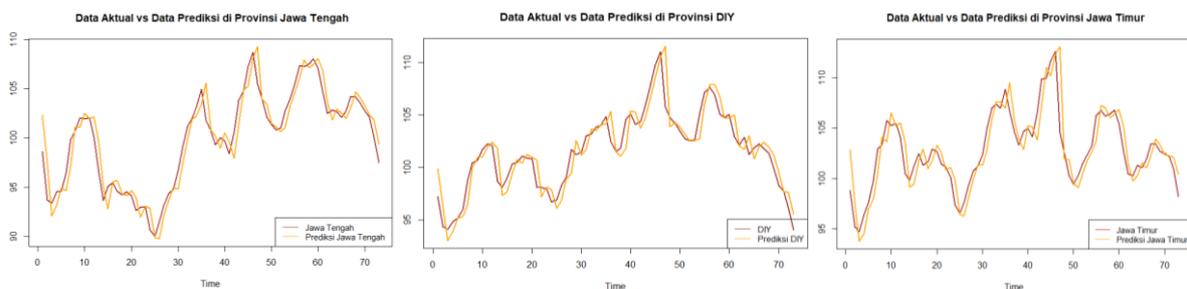
Tabel 4. Uji *White Noise Residual* Multivariat

Lag	Q _{statistik}	p-value
5	47.65959	0.36504200
20	208.87944	0.06913858
35	341.11739	0.14928956

Tabel 4. menunjukkan bahwa semua lag tidak signifikan. Hal ini dikarenakan nilai *p-value* yang diperoleh pada setiap lag lebih besar dari $\alpha = 0.05$. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa *residual* bersifat *white noise*.

3.7 Peramalan NTP tanaman pangan di Tiga provinsi

Hasil peramalan yang diperoleh sebelumnya berdasarkan model STARI(1,1,1) dan nilai aktual data NTP tanaman pangan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 3. Plot *time series* data NTP petani tanaman pangan dan data peramalan model STARI(1,1,1)

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa hasil peramalan untuk setiap provinsi memiliki plot yang hampir mendekati plot data aktualnya. Hal ini menunjukkan bahwa model STARI(1,1,1) yang melibatkan lokasi dan waktu secara simultan memberikan pendekatan yang baik untuk fenomena data NTP tanaman pangan. Selanjutnya, dihitung nilai MAPE dari ketiga provinsi sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai MAPE Model STARI(1,1,1) pada Tiga Provinsi

Provinsi	MAPE
Jawa Tengah	0.9496158%
DIY	1.006303%
Jawa Timur	0.9401144%
Keseluruhan	0.965344%

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa secara keseluruhan maupun masing-masing ketiga provinsi memiliki nilai MAPE yang kecil. Nilai tersebut kurang dari 10% maka dapat dikatakan model STARI(1,1,1) memiliki kesesuaian untuk menggambarkan fenomena variasi NTP tanaman pangan dengan melibatkan fenomena lokasi waktu secara simultan.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa model STARI(1,1,1) memenuhi asumsi *residual* berdistribusi normal multivariat dan *white noise*. Taksiran parameter $\hat{\phi}_{01}$ dan $\hat{\sigma}_{01}$ diperoleh berdasarkan metode OLS. Hasil peramalan NTP di tiga provinsi menggunakan model STARI(1,1,1) menunjukkan pola yang mendekati data aktualnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAPE yang diperoleh di tiga provinsi kurang dari 10%. Dengan demikian, model STARI(1,1,1) dapat digunakan dalam meramalkan NTP tanaman pangan di tiga provinsi dan dapat dijadikan bahan rekomendasi kepada instansi terkait.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran yang telah memberikan dukungan dana untuk diseminasi hasil penelitian dosen dan mahasiswa melalui *Academic Leadership Grant* dengan nomor kontrak: 1959/UN6.3.1/PT.00/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Provinsi Jawa Tengah. Nilai Tukar Petani, Jawa Tengah (2016), BPS Provinsi Jawa Tengah. Diakses melalui <http://jateng.bps.go.id/publication/download/>, (2016).
- [2] E. Suryamah, B. N. Ruchjana, and K. Joebaedi, "Kajian Matriks Bobot Lokasi Model *Space Time AutoRegresi (STAR)*", *Jurnal Matematika Integratif*, 9(2), 119-130, (2013).
- [3] G. E. P. Box, and G. M. Jenkins, *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Holden-Day. Inc. San Fransisco, (1976).
- [4] A.D. Cliff, and J. K. Ord, "Model Building and The Analysis of Spatial Pattern in Human Geography", *J. Roy. Statist. Soc. B*, 37(3), 297-348, (1975).
- [5] P. E. Pfeifer, and S. J. Deutsch, "A Three-Stage Iterative Procedure for Space-Time A Three-Stage Iterative Procedure for Space-Time", *Tehcnometrics*, 22(1), 35-47, (1980).
- [6] M. Alawiyah, D. A Kusuma, and B. N. Ruchjana, "Model *Space Time Autoregressive Integrated (STARI)* untuk Data Debit Air Sungai Citarum di Provinsi Jawa Barat", *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(1), 147-158, (2020).
- [7] W. W. S. Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Method, Second Edition*, USA: Addison-Wesley Publishing Company. (2006).

ISSN 2829-3770



9

772829

377007