

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

**"Matematika dan Pendidikan Matematika
Berbasis Riset"**



Diselenggarakan atas kerjasama dengan



**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta**

Tim Prosiding

Editor

Purnami Widyaningsih, Respatiwulan, Sri Kuntari,
Nughthoh Arfawi Kurdhi, dan Bowo Winarno

Tim Teknis

Ika Susanti, Lilik Prasetyo Pratama, Hamdani Citra Pradana,
Caesar Adhek Karisma, Aditya Wendha Wijaya,
Ibnu Paxibrata, Yeva Fadhila Ashari,
dan Sufia Nurjanah

Layout & Cover

Aprilia Ayu Widiarti dan Ika Susanti

Tim Reviewer

Drs. H. Tri Atmojo Kusmayadi, M.Sc., Ph.D.
Dr. Sri Subanti, M.Si.
Dr. Dewi Retno Sari Saputro, MKom.
Drs. Muslich, M.Si.
Dra. Mania Roswitha, M.Si.
Dra. Purnami Widyaningsih, M.App.Sc.
Drs. Pangadi, M.Si.
Drs. Sutrima, M.Si.
Drs. Sugiyanto, M.Si.
Dra Etik Zukhronah, M.Si.
Dra Respatiwulan, M.Si.
Dra. Sri Sulistijowati H., M.Si.
Irwan Susanto, DEA
Winita Wulandari, M.Si.
Sri Kuntari, M.Si.
Titin Sri Martini, M.Kom.
Ira Kurniawati, M.Pd.

Steering Committee

Prof. Ir. Ari Handono Ramelan, M.Sc., (Hons) Ph.D.
Dr. Hartono
Dr. Suhartono, M.Sc.
Dr. Mardiyana, M.Si.
Dr. Dewi Retno Sari Saputro, MKom.
Dr. Sutanto, DEA

Sambutan Ketua Panitia

Assalamu'alaikum wr.wb.

Seminar Nasional Matematika FMIPA UNS telah dilaksanakan pada tanggal 6 Oktober 2012. Seminar tersebut ditindaklanjuti dengan menerbitkan prosiding sebagai bukti otentik telah berlangsungnya komunikasi dan sharing gagasan ilmiah dari berbagai kalangan yang bersifat nasional. Prosiding ini diharapkan dapat membantu dan bermanfaat bagi semua insan pendidikan khususnya yang berkiprah dalam pengembangan profesi. Tema "Matematika dan Pendidikan Matematika Berbasis Riset" sangat tepat dipilih untuk memberikan sumbangan dalam peningkatan kompetensi pada pengembangan profesi sebagai peneliti, dosen, dan guru serta profesi lainnya.

Ketua Panitia menyampaikan penghargaan kepada para pembicara utama, pemakalah, peserta, dan panitia Seminar Nasional Matematika 2012 yang telah mendukung penyelenggaraan kegiatan ini. Kegiatan seminar ini sangat penting diadakan selain untuk pengembangan pribadi dan institusi sekaligus juga untuk menjalin komunikasi ilmiah antar peneliti, dosen, guru, dan praktisi pendidikan dalam rangka memperbaiki pendidikan khususnya serta kemajuan bangsa pada umumnya.

Bagi Jurusan Matematika kegiatan ini merupakan karya nyata untuk meningkatkan kualitas institusi, penelitian, dan pembelajaran serta mewujudkan jaring-jaring komunikasi ilmiah yang menunjang perkembangan Jurusan Matematika khususnya serta FMIPA dan UNS pada umumnya.

Secara khusus Ketua Panitia menyampaikan terima kasih kepada Prof Dr. Rer. nat. Widodo, M.S. selaku Kepala Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Dr. Ir. Sasmito Hadiwibowo, M.Sc. selaku Direktur Statistik Harga BPS Pusat, dan Dr. Ir. R.M. Agus Sediadi Tamtanus, M.Si. selaku asisten deputi data dan informasi iptek yang telah berkenan menularkan ilmunya dengan menjadi pembicara utama pada Seminar Nasional ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung demi suksesnya seminar ini.

Akhirnya saya berharap semoga dengan terbitnya prosiding ini dapat bermanfaat dalam rangka membangun insan profesional berkarakter kuat dan cerdas. Amin.

Sebagai akhir kata Wabillahi taufiq wal hidayah wassalamu'alaikum wr. wb.

Surakarta, Desember 2012
Ketua Panitia Seminar Nasional



Dr. Sri Subanti, M.Si
Seminar Nasional
Matematika
FMIPA UNS
NIP. 195810311986012001

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Tim Prosiding	ii
Tim <i>Reviewer</i>	iii
<i>Steering Committee</i>	iv
Sambutan Ketua Panitia	v
Daftar Isi	vi
MAKALAH UTAMA	
Memilih dan Melakukan Penelitian Matematika/Statistika yang Melibatkan Mahasiswa <i>Widodo</i>	1
BIDANG ANALISIS dan ALJABAR	
Algoritma <i>Eigenmode</i> Tergeneralisasi untuk Matriks Tereduksi Reguler di dalam Aljabar Max-Plus <i>Agus Zuliyanto, Siswanto, dan Muslich</i>	7
Aljabar <i>Max-Plus</i> yang Simetri <i>Risdayanti, Sri Mardiyati</i>	15
Fungsi yang Terdefensial Quasi di dalam Ruang Bernorma Quasi <i>Dwi Nur Yunianti</i>	23
Generalisasi Barisan Selisih dari Kelas p -Mean Value Bounded Variation Sequences <i>Moch. Aruman Imron, Ch. Rini Indrati, dan Widodo</i>	29
Kekontinuan Operator Superposisi pada Ruang Holder <i>Yundari</i>	36
Konstruksi 2-Norma dengan Dual Kothe-nya <i>Sadjidon dan Sunarsini</i>	43
Membangun Suatu Relasi <i>Fuzzy</i> pada Semigrup Bentuk Bilinear <i>Karyati, Sri Wahyuni, Budi Surodjo, Setiadji</i>	48
Nilai Eigen Matriks Atas Aljabar Maks Plus Tersimetris <i>Gregoria Ariyanti, Ari Suparwanto, dan Budi Surodjo</i>	53
Pertidaksamaan Hadamard <i>Suzyanna</i>	61
Sekitar Submodul Prima dan Submodul Maksimal atas Gelanggang Komutatif <i>Sri Efrinita Irwan, Hanni Garminia, dan Pudji Astuti</i>	69

BIDANG KOMPUTER dan MATEMATIKA TERAPAN

<i>Algoritma Fuzzy Backpropagation</i> pada Pengklasifikasian Menggunakan <i>Fuzzy Mean Square Error</i> <i>Apriliana Yuliawati, Titin Sri Martini, Sri Subanti</i>	73
Analisis Model Epidemi <i>SEIRS</i> dengan Waktu Tundaan dan Laju Insidensi Jenuh <i>Rubono Setiawan</i>	79
Aplikasi Persamaan Panas pada Sterilisasi Minuman Kemasan <i>Eminugroho R., Fitriana Yuli S., Dwi Lestari</i>	84
Digraf Eksentrik dari Graf <i>Flower</i> <i>Tri Atmojo Kusmayadi, Nugroho Ari Sudiby, Sri Kuntari, Rindang Putuardi</i>	98
Interpretasi Numerik Model Endemik <i>SIR</i> dengan Imigrasi, Vaksinasi dan Sanitasi <i>Anita Kesuma Arum, Sutanto, dan Purnami Widyaningsih</i>	105
Interpretasi Numerik Model <i>Susceptible Infected Recovered (SIR)</i> dengan Vaksinasi dan Sanitasi <i>Siti Mushonifah, Purnami Widyaningsih, dan Tri Atmojo Kusmayadi</i>	110
Kekuatan Tak Reguler Sisi Total pada Graf Web dan 2-Copynya <i>Diari Indriati, Widodo, Indah E. Wijayanti, dan Kiki A. Sugeng</i>	114
Metode <i>Utility Additive</i> untuk Mengevaluasi Peringkat Subjektif dalam Pengambilan Keputusan Multikriteria <i>Yuli Astuti, Tri Atmojo Kusmayadi, dan Titin Sri Martini</i>	122
Pemberian Nomor <i>Vertex</i> pada Jaringan Graf <i>n-Barbell</i> <i>Bangkit Joko Widodo dan Tri Atmojo Kusmayadi</i>	129
Pendekatan Probabilitas pada Masalah Program Linear Multi-Objektif dengan Parameter Random <i>Fuzzy</i> <i>Indarsih, Widodo, dan Ch. Rini Indrati</i>	133
Penerapan Algoritma C4.5 pada Program Klasifikasi Mahasiswa <i>Dropout</i> <i>Anik Andriani</i>	139
Pengaruh Indeks Global Terhadap Fluktuasi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan Hukum Pendinginan Newton <i>Arief Wahyu Wicaksono, Purnami Widyaningsih, dan Sutanto</i>	148
Simulasi Model <i>Susceptible Infected Recovered (SIR)</i> dengan Imigrasi dan Sanitasi Beserta Intepretasinya <i>Evy Dwi Astuti dan Sri Kuntari</i>	155

Simulasi Seleksi Mahasiswa Baru Jalur Undangan dengan Menggunakan Metode <i>Simple Additive Weighting</i> <i>Rubiyatun, Bowo Winarno, dan Sri Sulistijowati</i>	162
Skema Central <i>Upwind</i> Semidiskrit untuk Persamaan Hiperbolik Dimensi-Satu <i>Noor Hidayat, Suhariningsih, Agus Suryanto</i>	168
Titik Kesetimbangan Model Endemik <i>Susceptible Infected Susceptible (SIS)</i> Beserta Kestabilannya <i>Adi Tri Ratmanto, Purnami Widyaningsih, dan Respatiwulan</i>	176

BIDANG STATISTIK

Analisa Perhitungan Cadangan Premi Modifikasi <i>Fia Fridayanti Adam, Kahfi Irawan</i>	181
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Berat Badan Bayi Saat Lahir di Kota Surakarta Menggunakan Metode Pohon Regresi <i>Nina Haryati, Winita Sulandari, Muslich</i>	189
Analisis Regresi Cox Proportional Hazards pada Ketahanan Hidup Pasien Diabetes Mellitus <i>Ninuk Rahayu, Adi Setiawan, Tundjung Mahatma</i>	196
Analisis Ruang Runtun Waktu pada Data Kemiskinan <i>Kartini, Irwan Susanto dan Pangadi</i>	207
Analisis Tingkat Kemiskinan Menggunakan Pendekatan <i>Stochastic Dominance</i> <i>Anggita Linggar Pratami, Irwan Susanto, dan Tri Atmojo Kusmayadi</i>	215
Estimasi Parameter Distribusi COM-Poisson dengan Metode Bayesian <i>Tia Arum Sari, Sri Sulistijowati H., Purnami Widyaningsih</i>	222
Estimasi Parameter Model <i>DTMC SIR</i> Menggunakan Metode Maksimum <i>Likelihood</i> <i>Rizki Wahyu Pramono, Respatiwulan, dan Sri Kuntari</i>	229
Estimasi Parameter Model <i>INAR(1)</i> Menggunakan Metode Bayes <i>Nurmalitasari, Winita Sulandari, dan Supriyadi Wibowo</i>	238
Estimasi Parameter Model Regresi Com-Poisson untuk Data Tersensor Kanan Menggunakan Metode Maksimum <i>Likelihood</i> <i>Dian Anggraeni, Sri Sulistijowati H, dan Nugthoh Arfawi Kurdhi</i>	245
Estimasi Parameter Model <i>Seemingly Unrelated Regression (SUR)</i> dengan Residu Berpola <i>Autoregressive Orde Satu (AR(1))</i> dengan Metode Park <i>Khamsatul Faizati, Sri Sulistijowati H., Tri Atmojo Kusmayadi</i>	251

Estimator <i>Smoothing Spline</i> dalam Model Regresi Nonparametrik Multivariabel <i>Rita Diana, I Nyoman Budiantara, Purhadi dan Satwiko Darmesto</i>	258
Forecasting Index of Jakarta Stock Exchange Using Radial Basis Function Network-Self Organizing Map <i>Suryanto Wibowo, Winita Sulandari, and Mania Roswitha</i>	265
Implikasi Uji Peringkat Baru Terhadap Uji Cramer-Von Mises, Uji Kolmogorov-Smirnov dan Uji Wilcoxon <i>Sugiyanto dan Etik Zukhronah</i>	271
Kriteria Penduga Tak Bias Linear Terbaik (<i>Best Linear Unbiased Estimator</i>) pada Metode <i>Ordinary Kriging</i> <i>Dewi Retno Sari Saputro</i>	278
Model Nilai Tukar Dolar Kanada terhadap Rupiah menggunakan <i>Markov Switching GARCH</i> <i>Yunita Ekasari, Sugiyanto, dan Pangadi</i>	283
Model Nilai Tukar Dolar Singapura Terhadap Rupiah Menggunakan <i>Markov Switching ARCH</i> <i>Intan Wijayakusuma, Sugiyanto dan Santosa Budiwiyono</i>	289
Optimalisasi Portofolio Saham pada Indeks LQ-45 dengan Pendekatan Bayes melalui Model Black-Litterman <i>Fauzia Widyardari, Sri Subanti, dan Sutrima</i>	296
Peluang Kebangkrutan Perusahaan Asuransi dimana Waktu Antar Kedatangan Klaim Menyebar Eksponensial <i>Ali Shodiqin, Achmad Buchori, Najmah Istikaanah</i>	302
Pemilihan Portofolio Optimal dengan Menggunakan <i>Bayesian Information Criterion (BIC)</i> <i>Eko Utoro, Sri Subanti dan Santoso Budi Wiyono</i>	310
Pemodelan Nilai Tukar Dollar Terhadap Rupiah Menggunakan <i>Neural Network Ensembles (NNE)</i> <i>Nariswari Setya Dewi, Winita Sulandari dan Supriyadi Wibowo</i>	317
Pendekatan Probabilistik pada Filogeni <i>Tigor Nauli</i>	323
Penerapan Circular Statistics untuk Pengujian Sampel Tunggal Sebaran Von Mises Menggunakan Simulasi Data <i>Pepi Novianti</i>	332
Penerapan <i>K-Mean Cluster</i> dalam Penentuan <i>Center RBFN</i> pada Pemodelan Indeks Harga Saham Gabungan <i>Niken Retnowati, Winita Sulandari, dan Sutanto</i>	338

Pengelompokan Tingkat Partisipasi Pendidikan di Kabupaten Boyolali dengan <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i> <i>Yenny Yuliantini, Etik Zukhronah, Siswanto</i>	344
Penggunaan Model <i>Black-Scholes</i> untuk Menentukan Harga Opsi Beli Tipe Eropa <i>Neva Satyahadewi dan Herman</i>	351
Pengukuran <i>Value at Risk</i> dengan Metode <i>Variance Covariance</i> <i>Ibnuhardi Faizaini Ihsan, Respatiwulan, Pangadi</i>	361
Peramalan Harga Saham Sharp dengan Menggunakan Model ARIMA-GARCH dan Model Generalisasi Proses Wiener <i>Retno Budiarti</i>	367
Persamaan Simultan untuk Kebijakan Finansial dengan Metode <i>Three Stage Least Square</i> <i>Titik Purwanti, Sri Subanti, Supriyadi Wibowo</i>	376
Regresi <i>Robust</i> dengan <i>Generalized S-Estimation</i> (Estimasi-GS) pada Penjualan Tenaga Listrik di Jawa Tengah Tahun 2010 <i>Yurista Wulansari, Yuliana Susanti, dan Mania Roswitha</i>	382
Regresi Semiparametrik untuk Data Longitudinal dengan Pendekatan <i>Spline Truncated</i> <i>Idhia Sriliana</i>	389
Simulasi Peramalan Data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan <i>Fuzzy Time Series Using Percentage Change</i> <i>Endah Puspitasari, Lilik Linawati, Hanna Arini Parhusip</i>	394
Uji Koefisien Korelasi Spearman dan Kendall Menggunakan Metode Bootstrap (Studi Kasus: Beberapa Kurs Mata Uang Asing Terhadap Rupiah) <i>Rangga Pradeka, Adi Setiawan, Lilik Linawati</i>	403
Uji Nonparametrik Perlakuan Tetap pada Rancangan Persegi Latin <i>Sigit Nugroho</i>	414

BIDANG PENDIDIKAN

Analisis Proses Pembelajaran Matematika pada Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) <i>Learning Disabilities</i> di Kelas Inklusi <i>Ayu Veranita, Budiyo, dan Suyono</i>	420
Efektivitas Metode Diskusi dengan Alat Bantu Peraga pada Mata Ajar Matematika Bangun dan Ruang di Kelas V Sekolah Dasar <i>Ni Made Asih</i>	427

Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan Kontekstual pada Siswa Kelas VII SMP Negeri di Kota Madiun untuk Pokok Bahasan Himpunan <i>Vigih Hery Kristanto</i>	434
Eksperimen Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Student Teams Achievement Division (STAD)</i> dengan Metode <i>Problem Solving</i> pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Ditinjau dari Sikap Peserta Didik terhadap Matematika Kelas VIII SMP Negeri di Kabupaten Tegal <i>Wikan Budi Utami</i>	444
Investigating of The Mathematical Concept In Order To Preparing The Learning Process Toward Improving The Quality of Mathematics Novice Teachers <i>Edy Bambang Irawan</i>	448
Ketrampilan Berpikir Kreatif Matematis dalam Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) pada Siswa SMP <i>Fransiskus Gatot Iman Santoso</i>	453
Membangun Kreativitas Guru dalam Pembelajaran Matematika melalui Lesson Study <i>Sardulo Gembong</i>	460
Pemanfaatan Sumber Belajar Internet Berbasis <i>Edutainment</i> dalam Pembelajaran Matematika Siswa Sekolah Dasar <i>Kuswari Hernawati</i>	466
Pembelajaran Matematika Berbasis Kreatif Mata Kuliah Teori Bilangan dengan Model Reog Ditinjau dari Strategi Kognitif (<i>Studi Eksperimen pada Mahasiswa Pendidikan Matematika Semester II STKIP PGRI Pacitan</i>) <i>Urip Tisngati</i>	474
Penanaman Norma-Norma Sosial Melalui Interaksi Siswa Dalam Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan PMRI di Sekolah Dasar <i>Rini Setianingsih</i>	483
Pengenalan Pembelajaran yang Aktif, Kreatif, Efektif dan Menyenangkan (PAKEM) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika di SMPN 4 Kubutambahan Buleleng <i>Made Susilawati</i>	491
Perangkat Pembelajaran dengan Model Pembelajaran Matematika Berbasis Pengajaran dan Pemecahan Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Sekolah Dasar Kelas IV SDN Jati Sidoarjo <i>Ika Kurniasari</i>	500

Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa yang Mempunyai Gaya Kognitif <i>Field Independen (FI)</i> pada Mata Kuliah Kalkulus <i>Muhtarom</i>	513
Proses Berpikir Siswa Kelas IX Sekolah Menengah Pertama yang Berkemampuan Matematika Sedang dalam Memecahkan Masalah Matematika <i>Muhtarom</i>	519

UJI NONPARAMETRIK PERLAKUAN TETAP PADA RANCANGAN PERSEGI LATIN

Sigit Nugroho
Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

ABSTRAK. Uji nonparametrik pengaruh perlakuan tetap pada berbagai jenis rancangan lapangan telah dilakukan diantaranya oleh Friedman, Cochran, Kruskal-Wallis, Durbin, dan Anderson. Tulisan ini membahas bagaimana uji peringkat pengaruh tetap perlakuan pada rancangan persegi latin dan sekaligus merupakan perbaikan dari teori yang sudah dipublikasikan.

Kata Kunci: Rancangan Persegi Latin, pemeringkatan baris, pemeringkatan kolom, pengaruh perlakuan tetap

1. PENDAHULUAN

Uji pengaruh perlakuan tetap nonparametrik pada rancangan acak kelompok lengkap dasar telah dipublikasikan oleh Friedman [5] dan Anderson [1]. Friedman menggunakan konsep perankingan / pemeringkatan pengaruh perlakuan pada tiap kelompok. Sedangkan Anderson menggunakan prosedur penghitungan banyaknya kelompok (blok) dimana suatu perlakuan memperoleh ranking / peringkat tertentu. Sementara itu untuk respon biner, Cochran [2] telah mengusulkan uji serupa.

Apa yang dilakukan Friedman kemudian dikembangkan oleh Durbin [4] untuk menguji pengaruh perlakuan tetap nonparametrik pada rancangan acak kelompok tak lengkap seimbang (*Balanced Incomplete Block Design*). Uji nonparametrik serupa pada rancangan acak lengkap diusulkan oleh Kruskal dan Wallis [6].

Secara umum, prosedur nonparametrik untuk menganalisis rancangan percobaan yang kompleks kadang canggung dan membosankan. Sampai metode yang lebih baik tersedia untuk itu, peneliti terpaksa menggunakan prosedur parametrik dengan asumsi yang terkadang tidak realistis (Conover [3]).

Model Rancangan Persegi Latin Dasar dapat dituliskan sebagai

$$X_{ij}^{(k)} = \mu + \beta_i + \gamma_j + \tau_{(k)} + \varepsilon_{ij}^{(k)}, \quad i, j, k = 1, 2, \dots, t$$

dengan $X_{ij}^{(k)}$ adalah pengamatan blok baris ke i dan blok kolom ke j dan menerima perlakuan ke k ; μ adalah rata-rata umum, β_i adalah pengaruh blok baris ke i , γ_j adalah pengaruh blok kolom ke j , $\tau_{(k)}$ pengaruh perlakuan ke k yang nilainya sama dengan τ_k jika perlakuan ke k berada pada blok baris ke i dan blok kolom ke j dan sama dengan 0 bilamana perlakuan tersebut tak ada; dan $\varepsilon_{ij}^{(k)}$ adalah galat percobaan pengamatan pengaruh blok baris ke i , pengaruh blok kolom ke j , dan pengaruh perlakuan ke k . Hipotesis yang akan diuji adalah $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$ lawan $H_a: \tau_i \neq \tau_j$ untuk beberapa $i \neq j$.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Misalkan $R(X_{ij}^{(k)})$ adalah jumlah peringkat sel ke (i, j) yaitu jumlah peringkat berdasarkan pemblokkan baris ke i dan pemblokkan kolom ke j . Metode ini mengikuti cara

pengacakan pada rancangan persegi latin. Pada persegi latin berukuran $t \times t$, dimana tiap perlakuan diaplikasikan sekali pada setiap pemblokkan baris dan pemblokkan kolom, yang masing-masing dapat bernilai $1, 2, \dots, t$; sehingga jumlah peringkat $R(X_{ij}^{(k)})$ dapat bervariasi mulai dari $2, 3, \dots, 2t$. Sebagaimana diketahui bahwa distribusi ranking / peringkat ini baik menurut pemblokkan baris maupun kolom adalah sebaran seragam diskrit. Pemblokkan baris bebas terhadap pemblokkan kolom.

2.1. Fungsi Kepekatan Peluang, Nilai Harapan dan Varian Jumlah Peringkat Sel ke (i,j) . Dapat diverifikasi dengan mudah bahwa peluang sel ke (i,j) yang mendapatkan perlakuan ke k memiliki jumlah peringkat m adalah (Nugroho, [7])

$$P(R(X_{ij}^{(k)}) = m) = \frac{\min(m, t+1) - \max(m, t+1) + t}{t^2}$$

untuk $m = 2, 3, \dots, 2t$, dan 0, selainnya.

Setelah memperoleh fungsi kepekatan peluang jumlah peringkat sel ke (i,j) , yang tergantung pada ukuran persegi latin tersebut, selanjutnya dapat diturunkan formula nilai harapan dan varian jumlah peringkat sel ke (i,j) . Berdasarkan definisi nilai harapan peubah acak diskrit dapat dituliskan sebagai

$$E(R(X_{ij}^{(k)})) = \sum_{m=2}^{2t} m \cdot P(R(X_{ij}^{(k)}) = m)$$

Secara umum, melalui verifikasi, nilai harapan sebagaimana pada persamaan diatas dapat dituliskan seperti di bawah ini (Nugroho, [7])

$$E(R(X_{ij}^{(k)})) = t + 1$$

Nilai harapan tersebut tergantung hanya pada t yang juga merupakan taraf perlakuan ataupun ukuran blok baris atau blok kolom. Sementara itu, varian jumlah peringkat sel ke (i,j) , secara definisi, dan menggunakan informasi tersebut adalah

$$\text{var}(R(X_{ij}^{(k)})) = \sum_{m=2}^{2t} (m - (t+1))^2 \cdot P(R(X_{ij}^{(k)}) = m)$$

Dengan demikian, secara umum, bilamana taraf perlakuan atau ukuran pemblokkan baris atau kolom sama dengan t , varian jumlah peringkat sel ke (i,j) -th adalah (Nugroho, [7]) :

$$\text{var}(R(X_{ij}^{(k)})) = \frac{t^2 - 1}{6}$$

Dapat disimpulkan bahwa variannya juga hanya tergantung pada taraf perlakuan yang digunakan dalam percobaan atau ukuran pemblokkan baris atau kolom yaitu t .

2.2. Jumlah Peringkat Perlakuan, $R(X^{(k)})$. Jumlah peringkat perlakuan seluruh sel yang memperoleh perlakuan ke k dinotasikan dengan $R(X^{(k)})$. Perlu dicatat bahwa independensi terjadi antar perlakuan, antar pemblokkan serta antara perlakuan dan pemblokkan.

Selanjutnya dapat dibuktikan bahwa Nilai Harapan Jumlah Peringkat Perlakuan :

$$E(R(X^{(k)})) = t(t+1)$$

Sedangkan varian Jumlah Peringkat Perlakuan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{var}(R(X^{(k)})) = \frac{t(t^2 - 1)}{6}$$

2.3. Statistik S. Statistik yang diusulkan untuk menguji hipotesis tak ada pengaruh perlakuan tetap dalam rancangan persegi latin dengan menggunakan konsep jumlah peringkat sel adalah :

$$S = \frac{6 \sum_{k=1}^t (R(X^{(k)}) - t(t+1))^2}{t(t^2 - 1)}$$

Tabel pasti untuk $t = 2$ dapat dengan mudah dibentuk, karena memerlukan $(2!)^2(2!)^2 = 16$ kemungkinan komposisi peringkat. Banyaknya, Fungsi Kepekatan Peluang, Fungsi Kumulatif Peluang dan Nilai Peluang S pada Tabel 1. $t = 3$, terdapat $(3!)^6 = 46656$ kemungkinan posisi dalam penyusunan peringkat. Tabel 2 merupakan tabel pasti untuk $t = 3$.

Perlu diketahui bahwa $P(S = s) = \frac{\#s}{(t!)^{2t}}$.

Hipotesis nol ditolak bilamana S cukup besar nilainya, atau bilamana nilai-p (*p-value*) = $P(S \geq s)$ lebih kecil dari taraf nyata pengujian (α).

Secara umum, untuk persegi latin berukuran $t \times t$, banyaknya kemungkinan posisi peringkat adalah $(t!)^{2t}$. Untuk $t > 3$, membuat tabel seperti diatas sangatlah membosankan karena memakan waktu yang cukup lama. Banyaknya kemungkinan susunan kombinasi peringkat untuk $t=4$ saja adalah 110.075.314.176 (Seratus sepuluh milyar tujuh puluh lima juta tiga ratus empat belas ribu seratus tujuh puluh enam).

Tabel 1. Kemungkinan nilai s , frekuensi, peluang, peluang kumulatif, dan nilai-p statistik S bilamana $t = 2$.

s	# s	P(S=s)	P(S≤s)	P(S≥s)
0	6	0.375	0.375	1.000
2	8	0.500	0.875	0.625
8	2	0.125	1.000	0.125

Tabel 2. Kemungkinan nilai s , frekuensi, peluang, peluang kumulatif, dan nilai-p statistik S bilamana $t = 3$.

S	# s	P(S=s)	P(S≤s)	P(S≥s)
0.0	2040	0.0437	0.0437	1.0000
0.5	10080	0.2160	0.2598	0.9563
1.5	7920	0.1698	0.4295	0.7402
2.0	6570	0.1408	0.5703	0.5705
3.5	8280	0.1775	0.7478	0.4297
4.5	3180	0.0682	0.8160	0.2522
6.0	1980	0.0424	0.8584	0.1840
6.5	3240	0.0694	0.9279	0.1416
8.0	936	0.0201	0.9479	0.0721
9.5	1080	0.0231	0.9711	0.0521
10.5	792	0.0170	0.9880	0.0289
12.5	180	0.0039	0.9919	0.0120
13.5	120	0.0026	0.9945	0.0081
14.0	180	0.0039	0.9983	0.0055
15.5	72	0.0015	0.9999	0.0017
18.0	6	0.0001	1.0000	0.0001

2.4. Teladan. Sebagai ilustrasi dalam penggunaan statistik S , pertama, gunakan data seperti dibawah ini

C	A	B
23	27	22
A	B	C
21	19	24
B	C	A
29	21	23

Perankingan data tersebut menurut pemblokian baris adalah

C	A	B
2	3	1
A	B	C
2	1	3
B	C	A
3	1	2

Sedangkan perankingan data tersebut menurut pemblokian kolom diperoleh

C	A	B
2	3	1
A	B	C
1	1	3
B	C	A
3	2	2

Dengan demikian jumlah peringkat sel dari data tersebut adalah

C	A	B
4	6	2
A	B	C
3	2	6
B	C	A
6	3	4

Akhirnya, jumlah peringkat masing-masing perlakuan adalah $A = 6+3+4 = 13$; $B = 2+2+6 = 10$; dan $C = 4+6+3 = 13$.

Dengan demikian diperoleh nilai $S = 1.5$. Dari Tabel 2 diperoleh $nilai-p = 0.7402$. Jika digunakan taraf nyata pengujian 5% untuk pengujian hipotesis, maka hipotesis nol tidak ditolak, karena $nilai-p = 0.7402 > 0.05$. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan A, B, dan C memiliki pengaruh perlakuan yang sama.

Teladan kedua menggunakan data berikut

C	A	B
28	7	17
A	B	C
6	16	34
B	C	A
18	26	8

Statistik S -hitung = 18, akan menghasilkan $nilai-p = 0.0001$ sesuai dengan Tabel 7 yang mengakibatkan penolakan hipotesis nol; dengan demikian, perlakuan A, B, dan C memiliki pengaruh perlakuan yang berbeda. Sedikitnya terdapat dua perlakuan yang memiliki pengaruh berbeda. Semua perhitungan valid hanya jika hipotesis nol nya benar.

2.5. Distribusi Asimtotik. Bilamana banyaknya perlakuan t cukup besar, Dalil Limit Pusat dapat digunakan untuk aproksimasi distribusi peubah acak berikut

$$\frac{R(X^{(k)}) - E(R(X^{(k)}))}{\sqrt{\text{var}(R(X^{(k)}))}}$$

Dengan demikian, dapat digunakan distribusi kai-kuadrat dengan derajat bebas t sebagai aproksimasi distribusi peubah acak berikut

$$S = \sum_{k=1}^t \frac{(R(X^{(k)}) - E(R(X^{(k)})))^2}{\text{var}(R(X^{(k)}))}$$

jika $R(X^{(k)})$ saling bebas. Namun demikian, peubah acak $R(X^{(k)})$ terkendala secara linier, yaitu $\sum_{k=1}^t R(X^{(k)}) = t^2(t+1)$. Dengan hanya mengetahui sebanyak $t-1$ nilai

peubah acak $R(X^{(k)})$ pertama, kita dapat mencari nilai peubah acak $R(X^{(k)})$ yang ke- t secara otomatis karena nilai totalnya sudah diketahui. Dengan demikian, statistik S akan mendekati distribusi kai-kuadrat dengan derajat bebas $t - 1$ bilamana t semakin besar. Mulai seberapa besar t sehingga kita dapat menggunakan distribusi pendekatan kai-kuadrat juga dapat merupakan suatu kajian sendiri mengingat pertumbuhan ukuran semua kemungkinan adalah faktorial-berpangkat.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Statistik uji pengaruh perlakuan tetap dengan menggunakan konsep peringkat

pada rancangan persegi latin dasar telah diperoleh, yaitu $S = \frac{6 \sum_{k=1}^t (R(X^{(k)}) - t(t+1))^2}{t(t^2 - 1)}$. Tolak

hipotesis nol yang menyatakan bahwa semua perlakuan berpengaruh sama apabila nilai S cukup besar atau apabila nilai- p lebih kecil dari taraf nyata pengujian. Dari uraian diatas, terdapat beberapa hal yang dapat merupakan kajian yang dapat diteliti lebih lanjut, yaitu : pembuatan algoritma tabel pasti statistik uji S , simulasi tabel S untuk nilai $t = 4$ atau 5 ,

kemungkinan adanya nilai kembar dalam pengamatan pada pemblokkan baris dan/atau pada pemblokkan kolom, serta analisis data bilamana ada pengamatan yang hilang.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada rekan-rekan di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu yang telah memberikan bantuan moril dan spirituil dalam penyelesaian karya ilmiah ini; juga Prof. Zakkula Govindarajulu (alm.) yang telah memberikan kritik dan masukan yang berarti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anderson, R.L. Use of contingency tables in the analysis of consumer preference studies. *Biometrics*, 15, 582-590. 1959.
- [2] Cochran, W.G. The comparison of percentages in matched samples. *Biometrika*, 37, 256-266. 1950.
- [3] Conover, W.J.. *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons. New York. 462p. 1971
- [4] Durbin, J. Incomplete blocks in ranking experiments. *British Journal of Psychology. Statistical Section*, 4, 85-90. 1951.
- [5] Friedman, M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32, 675-701. 1937.
- [6] Kruskal, W.H. and W.A. Wallis. Use of ranks on one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47, 583-621. 1952.
- [7] Nugroho, S. Use of Ranks for Testing Fixed Treatment Effects in Basic Latin Square Design. *Journal of Quantitative Methods*. 5 (2). 61-68. 2009.

