



PROSIDING

SEMIRATA 2014

Bidang MIPA BKS-PTN-Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

BUKU 3

**STATISTIKA, KOMPUTER,
GEOFISIKA DAN METEOROLOGI,
STEM**

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor



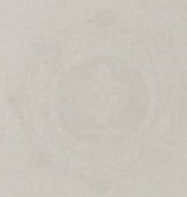
ISBN 978-602-70491-0-9



2014

Semirata

————— Bidang MIPA



Kemendikbud dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Institut Penelitian Boga

ISBN : 978-602-70491-0-9

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alan
Institut Pertanian Bogor

Copyright© 2014

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei 2014

Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Telp/Fax: 0251-8625481/8625708

<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit Oktober, 2014

ix + 620 halaman

ISBN: 978-602-70491-0-9

Editor dan Reviewer

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

Reviewer

Bidang Statistika

- Dr.Ir. Indahwati, M.Si
- Dr.Ir. I Made Sumertajaya, M.Si
- Dr. Farit M Afendi

Bidang Ilmu Komputer

- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si, M.Kom
- Dr. Irman Hermadi, S.Kom, MS
- Dr Eng Heru Sukoco, S.Si, MT

Bidang Geofisika dan Meteorologi

- Dr. Sobri Effendi
 - Dr. Perdinan
 - Dr.Ir. Rini Hidayati, MS
 - Prof. Dr. Hidayat Pawitan
 - Idung Risdiyanto, S.Si, M.Sc IT
-

KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: "*Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan*".

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam institusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk **Prosiding**. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma'af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014

Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr.Ir. Sri Nurdiati, MSc.

Supena

Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya

Ketua Panitia Pelaksana

PENERAPAN ANALISIS FAKTOR DAN METODE <i>SERVQUAL</i> UNTUK MENGANALISIS TINGKAT KEPUASAN MAHASISWA TERHADAP PELAYANAN BIMBINGAN AKADEMIK DI JURUSAN MATEMATIKA	90
Dian Cahyawati S. dan Yulia Puspitasari	
MODEL LOGIT NORMAL DENGAN EFEK SPASIAL PADA PENDUGAAN AREA KECIL	98
Etis Sunandi	
PERBANDINGAN PROFIL AKADEMIS MAHASISWA PRODI MATEMATIKA FMIPA UNAND YANG DITERIMA MELALUI JALUR SNMPTN DAN SBMPTN	104
Hazmira Yoza, Izzati Rahmi HG	
ESTIMASI PARAMETER MODEL GSTAR-SUR MUSIMAN	113
Mike Prastuti, Suhartono, Muhammad Sjahid Akbar	
PENERAPAN ANALISIS KONJOIN DAN DISKRIMINAN PADA PREFERENSI MAHASISWA TERHADAP KULIAH TEKNIK SAMPLING DI JURUSAN MATEMATIKA FMIPA UNIVERSITAS SRIWIJAYA	123
Oki Dwipurwani	
ALGORITMA GENETIKA DALAM PEMBANGKITAN SEBARAN MULTIVARIAT NONNORMAL	131
Septian Rahardiantoro, Bagus Sartono	
METODE MATRIKS RANCANGAN TERPARTISI UNTUK PENGHITUNGAN JUMLAH KUADRAT	139
Sigit Nugroho	
MODEL GSTARX-SUR UNTUK PERAMALAN DATA SPATIO-TEMPORAL	147
Sri Rizqi Wahyuningrum, Suhartono	
ANALISIS KORELASI BIDANG MINAT MAHASISWA DAN TOPIK SKRIPSI MAHASISWA JURUSAN MATEMATIKA FMIPA UNIVERSITAS SRIWIJAYA	156
Ihsan Subakti, Dian Cahyawati S., Putra Bahtera Jaya Bangun	
EVALUASI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP BESARNYA DANA SANTUNAN YANG DIHARAPKAN NASABAH PT JASA RAHARJA	164
Maiyastri, Hazmira Yoza, Dodi Devianto, Yudiantri Asdi	
APLIKASI REGRESI LOGISTIK ORDINAL UNTUK PEMODELAN PRESTASI MAHASISWA PENERIMA BEASISWA BIDIK MISI UNIVERSITAS SRIWIJAYA (STUDI KASUS MAHASISWA BIDIK MISI ANGKATAN 2010)	173
Sri Indra Maiyanti, Ning Eliyati, Endro Setyo Cahyono	
UJI WILCOXON, DIAGRAM KARTESIUS DAN REGRESI LOGISTIK DATA KUALITAS PELAYANAN KEDAI SABINDO SAMARINDA	181
Darnah	
KAJIAN SIMULASI UNTUK TAKSIRAN PARAMETER DISTRIBUSI PARETO GANDA DENGAN METODE MAKSIMUM <i>LIKELIHOOD</i> DAN METODE MOMEN	190
Arisman Adnan, Sigit Sugiarto, Samsinar	

**METODE MATRIKS RANCANGAN TERPARTISI UNTUK PENGHITUNGAN
JUMLAH KUADRAT**
PARTITIONED DESIGN MATRIX METHOD FOR CALCULATING SUM OF SQUARES

Sigit Nugroho

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu, Bengkulu
snugroho@unib.ac.id dan sigit.nugroho.1@pnsmail.go.id
Gedung FMIPA, Jalan W.R. Supratman, Bengkulu 38371

ABSTRACT

QR Decomposition methods can not be used as a tool for calculating the sum of squares of the respected source of variation whenever the number of rows which is also the number of observations or responses is less than the total number of parameters used in the model. Source of variation wise partitioned design matrix method may be used to calculate such sum of squares. Examples are discussed for three basic experimental designs, i.e : Completely Randomized Design, Randomized Complete Block Design, and Latin Square Design.

Keywords: QR Decomposition, Partitioned Design Matrix, Sum of Square.

ABSTRAK

Penggunaan Dekomposisi QR tak dapat digunakan untuk penghitungan Jumlah Kuadrat komponen-komponen sumber keragaman suatu rancangan percobaan apabila banyaknya baris matriks rancangan yang juga menyatakan banyaknya amatan atau respon lebih kecil dari jumlah seluruh parameter yang digunakan. Metode matriks rancangan terpartisi berdasarkan komponen keragaman dapat menjadi solusi penghitungan Jumlah Kuadrat tersebut. Teladan dibahas untuk tiga rancangan percobaan dasar, yaitu : Rancangan Acak Lengkap, Rancangan Acak Kelompok Lengkap, dan Rancangan Persegi Latin.

Katakunci: Dekomposisi QR, Matriks Rancangan Terpartisi, Jumlah Kuadrat.

PENDAHULUAN

Analysis of Variance merupakan proses pembagian total keragaman respon kedalam bagian-bagian sumber-sumber keragaman yang mempengaruhinya. Dalam rancangan acak lengkap (*Completely Randomized Design*), sumber-sumber keragaman tersebut adalah perlakuan dan galat percobaan; dalam rancangan acak kelompok lengkap dasar (*Basic Randomized Complete Block Design*) kita dapatkan sumber-sumber keragaman kelompok, perlakuan dan galat percobaan; dan dalam rancangan persegi latin dasar (*Basic Latin Square Design*) sumber-sumber keragamannya adalah kelompok baris, kelompok kolom, perlakuan dan galat percobaan.

Tiga rancangan diatas lebih merujuk ke kondisi satuan percobaan atau kondisi lapangan. Dalam pengembangan model rancangan percobaan, perlakuan dapat merupakan taraf-taraf yang dihasilkan dari kombinasi silang taraf masing-masing faktor yang digunakan dalam penelitian tersebut. Hal lain sebagai pengembangan model rancangan ini adalah adanya kovarian yang kemungkinan dapat mempengaruhi hasil percobaan.

Bilamana setiap satuan percobaan diamati lebih dari satu kali, perlu dimasukkan komponen galat penarikan contoh kedalam model. Oleh karenanya, dalam alinea pertama digunakan kata 'dasar' untuk merujuk bahwa setiap perlakuan yang diaplikasikan baik dalam rancangan acak kelompok ataupun rancangan persegi latin, pengamatan tiap satuan percobaan hanya dilakukan sekali.

JUMLAH KUADRAT

Jumlah Kuadrat suatu sumber keragaman digunakan untuk mengukur total keragaman sumber keragaman tersebut. Secara umum, total keragaman pengamatan atau total keragaman respon dibagi menjadi total keragaman model dan total keragaman galat percobaan. Sumber keragaman 'model' lebih mengacu kepada hal-hal yang dikendalikan oleh peneliti dan/atau kondisi yang dipertimbangkan oleh peneliti yang mungkin mempengaruhi respon.

Penggunaan matriks proyeksi tegaklurus untuk *Analysis of Variance* juga pernah dibahas oleh Cristensen [1]. Dalam operasionalisasinya, perlu menggunakan notasi dan perhitungan matriks yang tidak mudah. Untuk model linier dengan matriks rancangan berpangkat penuh, metode Doo-Little atau metode Akar Kuadrat dapat digunakan untuk menghitung jumlah kuadrat [2]. Model regresi linier berganda memiliki matriks rancangan berpangkat penuh.

Pada umumnya formula jumlah kuadrat dinyatakan dengan menggunakan notasi aljabar biasa ataupun aljabar matriks. Metode penghitungan jumlah kuadratpun juga ada beberapa. Salah satu metode penghitungan untuk mendapatkan jumlah kuadrat ini adalah dengan menggunakan Dekomposisi QR dari gabungan matriks rancangan dan vektor amatannya. Namun demikian persyaratan Dekomposisi QR menghendaki bahwa jumlah baris harus melebihi atau sama dengan jumlah kolom, sehingga dalam hal tertentu Dekomposisi QR tak dapat digunakan untuk memperoleh jumlah kuadrat.

Sebagai alternatifnya, dalam tulisan ini digunakan metode matriks rancangan terpartisi sesuai dengan sumber keragaman model untuk menentukan besarnya jumlah kuadrat dari tiap tiap sumber keragaman.

Jumlah Kuadrat pada Rancangan Acak Lengkap

Model Rancangan Acak Lengkap dapat dituliskan sebagai berikut [3] :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{(ij)} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r_i$$

dimana Y_{ij} = pengamatan ke-j pada perlakuan ke-i, μ = rata-rata total, τ_i = pengaruh perlakuan ke-i, dan ε_{ij} = penyimpangan pengamatan ke-(ij) dari rata-rata perlakuan, yang juga disebut komponen residu atau galat percobaan.

Hubungan dan Formula jumlah kuadrat yang digunakan dalam rancangan ini dapat disajikan seperti berikut [4]:

$$JK\{Total\} = JK\{Perlakuan\} + JK\{Galat\}$$

$$JK\{Total\} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{n}$$

$$JK\{Perlakuan\} = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - \frac{Y_{..}^2}{n}$$

Apabila ulangan tiap perlakuan sama, atau $r_1 = r_2 = \dots = r_t = r$, sehingga model diatas dalam notasi aljabar matriks dapat dituliskan dengan $\underline{Y}_{r,t} = X_{r,(b+1)} \underline{\beta}_{(b+1)} + \underline{\varepsilon}_{r,t}$ dimana matriks rancangan beserta partisinya adalah $X_{r,(b+1)} = [\underline{1}_{r \times 1} | I_{r,t} \otimes \underline{1}_{r \times 1}] = [\underline{1}_\mu | T]$ dan vektor parameter model linier $\underline{\beta}_{(b+1)} = (\mu, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_t)$.

Dengan menggunakan notasi aljabar matriks, maka

$$JK[Total] = \underline{Y}' \underline{Y} - \underline{Y}' \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} \quad (1)$$

$$= \underline{Y}' (I - \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu) \underline{Y}$$

$$JK[Perlakuan] = \underline{Y}' T (T' T)^{-1} T' \underline{Y} - \underline{Y}' \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} \quad (2)$$

$$= \underline{Y}' (T (T' T)^{-1} T' - \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu) \underline{Y}$$

Untuk mempermudah pemahaman penghitungan jumlah kuadrat tersebut, dapat digunakan fungsi-fungsi Microsoft Excel seperti *sum*, *sumsq*, *sumproduct*, *mmult*, *minverse*, dan *transpose*. Teladan akan diberikan pada bagian tersendiri dari tulisan ini.

Jumlah Kuadrat pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Model Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dapat dituliskan seperti berikut [3]:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, b \quad j = 1, 2, \dots, t$$

dimana Y_{ij} adalah pengamatan pada blok ke- i dan perlakuan ke- j , μ adalah rata-rata umum, β_i pengaruh blok ke- i , τ_j pengaruh perlakuan ke- j , dan ε_{ij} adalah galat percobaan.

Notasi aljabar matriks dapat dituliskan dengan $\underline{Y}_{br,t} = X_{br,(b+t+1)} \underline{\beta}_{(b+t+1)} + \underline{\varepsilon}_{br,t}$ dimana $X_{br,(b+t+1)} = [\underline{1}_{br \times 1} | I_{b \times b} \otimes \underline{1}_{r \times 1} | \underline{1}_{b \times 1} \otimes I_{r,t}] = [\underline{1}_\mu | B | T]$ adalah matriks rancangan dan partisinya serta $\underline{\beta}_{(b+t+1)} = (\mu, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_b, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_t)$ adalah vektor parameter model linier.

Dengan menggunakan notasi aljabar biasa, formula untuk menghitung jumlah kuadrat total, kelompok/blok, perlakuan dan galat percobaan adalah [4]:

$$JK[Total] = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t Y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t Y_{ij} \right)^2}{rt}$$

$$JK[Blok] = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^b Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t Y_{ij} \right)^2}{rt}$$

$$JK[Perlakuan] = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2 = \sum_{j=1}^t Y_j^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t Y_{ij} \right)^2}{rt}$$

$$JK[Galat] = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^t (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y})^2$$

Dengan menggunakan notasi aljabar matriks yang digunakan pada sub bagian ini, formula perhitungan jumlah kuadrat Total, Blok dan Perlakuan dapat dituliskan seperti berikut :

$$JK[Total] = \underline{Y}' \underline{Y} - \underline{Y}' \underline{1}_\mu (\underline{1}' \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}' \underline{Y} \quad (3)$$

$$= \underline{Y}' (I - \underline{1}_\mu (\underline{1}' \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}') \underline{Y}$$

$$JK[Blok] = \underline{Y}' B (B' B)^{-1} B' \underline{Y} - \underline{Y}' \underline{1}_\mu (\underline{1}' \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}' \underline{Y} \quad (4)$$

$$= \underline{Y}' (B (B' B)^{-1} B' - \underline{1}_\mu (\underline{1}' \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}') \underline{Y}$$

$$JK[Perlakuan] = \underline{Y}' T (T' T)^{-1} T' \underline{Y} - \underline{Y}' \underline{1}_\mu (\underline{1}' \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}' \underline{Y} \quad (5)$$

$$= \underline{Y}' (T (T' T)^{-1} T' - \underline{1}_\mu (\underline{1}' \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}') \underline{Y}$$

Seperti halnya pada Rancangan Acak Lengkap, teladan juga akan diberikan pada bagian tersendiri dari tulisan ini.

Jumlah Kuadrat pada Rancangan Persegi Latin Dasar

Model rancangan terakhir yang akan dibahas disini adalah Persegi Latin Dasar. Rancangan ini menggunakan pemblokkan satuan percobaan dua arah, sebut saja menurut arah Baris dan menurut arah Kolom.

Model linier yang digunakan untuk menjelaskan pengamatan dari percobaan Persegi Latin Dasar adalah [3] [4]:

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \sum_{k=1}^t \tau_{(k)} + \varepsilon_{ij} \quad i, j, k = 1, \dots, t$$

dimana Y_{ij} = pengamatan pada baris ke-i dan lajur ke-j, μ = rata-rata umum, ρ_i = pengaruh baris ke-i, γ_j = pengaruh lajur ke-j, ε_{ij} = galat percobaan, serta $\tau_{(k)} = \tau_k$ bila perlakuan ke-k berada pada posisi (i,j) dan serta $\tau_{(k)} = 0$ bila perlakuan ke-k tidak berada pada posisi (i,j).

Notasi dasar yang digunakan dalam penentuan Jumlah Kuadrat adalah :

$$Y = \sum_i \sum_j Y_{ij} \quad ; \quad Y_i = \sum_j Y_{ij} \quad ; \quad Y_j = \sum_i Y_{ij}$$

$$Y_{(i)} = \sum_j \sum_k Y_{ijk} \lambda_{(k)} \quad ; \quad \lambda_{(k)} = \begin{cases} 1 & \text{bila perlakuan ke-k pada posisi (i, j)} \\ 0 & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$JK[Total] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (Y_{ij} - \bar{Y})^2$$

$$JK[Baris] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$JK[Lajur] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (Y_j - \bar{Y})^2$$

$$JK[Perlakuan] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_{(k)} - \bar{Y})^2$$

$$JK[Galat] = JK[T] - JK[B] - JK[P] - JK[L]$$

Matriks rancangan untuk model Rancangan Persegi Latin seperti dijelaskan pada sub bagian ini adalah $X_{t^2, (1+3t)} = [\underline{1}_{t^2,1} | I_{t^2,1} \otimes \underline{1}_{t^2,1} | \underline{1}_{t^2,1} \otimes I_{t^2,1} | T_{t^2,1}] = [\underline{1}_\mu | R | B | T]$ dan vektor respon berukuran $t^2 \times 1$ dengan matriks T adalah matriks 0-1 yang memenuhi persyaratan sebagaimana disebutkan sebelum formula Jumlah Kuadrat Total.

Formula Jumlah Kuadrat dengan notasi

$$JK[Total] = \underline{Y}'\underline{Y} - \underline{Y}'\underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} \quad (6)$$

$$= \underline{Y}'(I - \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[Blok Baris] = \underline{Y}'B(B'B)^{-1}B'\underline{Y} - \underline{Y}'\underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} \quad (7)$$

$$= \underline{Y}'(B(B'B)^{-1}B' - \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[Blok Lajur] = \underline{Y}'L(L'L)^{-1}L'\underline{Y} - \underline{Y}'\underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} \quad (8)$$

$$= \underline{Y}'(L(L'L)^{-1}L' - \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[Perlakuan] = \underline{Y}'T(T'T)^{-1}T'\underline{Y} - \underline{Y}'\underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} \quad (9)$$

$$= \underline{Y}'(T(T'T)^{-1}T' - \underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu)\underline{Y}$$

Seperti halnya rancangan yang sudah disebut terdahulu, teladan juga akan diberikan pada bagian tersendiri dari tulisan ini.

TELADAN PERHITUNGAN JUMLAH KUADRAT

Rancangan Acak Lengkap

Terlebih dahulu kita susun data dalam bentuk matriks dan olahannya yang dapat

disajikan dalam format seperti berikut

$$\begin{bmatrix} \underline{1}_\mu & T & \underline{Y} \\ \underline{Y}'\underline{1}_\mu & \underline{Y}'T & \underline{Y}'\underline{Y} \\ \underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu & \underline{1}'_\mu T & \\ \underline{Y}'\underline{1}_\mu (\underline{1}'_\mu \underline{1}_\mu)^{-1} \underline{1}'_\mu \underline{Y} & \underline{Y}'T(T'T)^{-1}T'\underline{Y} & \end{bmatrix}$$

1	1	0	0	0	47
1	1	0	0	0	52
1	1	0	0	0	62
1	1	0	0	0	51
1	0	1	0	0	50
1	0	1	0	0	54
1	0	1	0	0	67
1	0	1	0	0	57
1	0	0	1	0	57
1	0	0	1	0	53
1	0	0	1	0	69
1	0	0	1	0	57
1	0	0	0	1	54
1	0	0	0	1	65
1	0	0	0	1	75

1	0	0	0	1	59
929	212	228	236	253	54827
16	4	4	4	4	
53940.06		54158.25			

Selanjutnya, masing-masing jumlah kuadrat dapat dihitung dengan menggunakan formula (1) dan (2).

$$JK \text{ Total} = 54827 - 53940.06 = 886.94$$

$$JK \text{ Perlakuan} = 54158.25 - 53940.06 = 218.19$$

$$JK \text{ Galat Percobaan} = 886.94 - 218.19 = 668.75$$

Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Terlebih dahulu susun data dalam bentuk matriks sebagaimana penyusunan dalam Rancangan Acak Lengkap

$$\begin{bmatrix} \underline{1}_\mu & B & T & \underline{Y} \\ \underline{Y}'\underline{1}_\mu & \underline{Y}'B & \underline{Y}'T & \underline{Y}'\underline{Y} \\ \underline{1}_\mu'\underline{1}_\mu & \underline{1}_\mu'B & \underline{1}_\mu'T & \\ \underline{Y}'\underline{1}_\mu (\underline{1}_\mu'\underline{1}_\mu)^{-1}\underline{1}_\mu'\underline{Y} & \underline{Y}'B(B'B)^{-1}B'\underline{Y} & \underline{Y}'T(T'T)^{-1}T'\underline{Y} & \end{bmatrix}$$

1	1	0	0	0	1	0	0	0	47
1	0	1	0	0	1	0	0	0	52
1	0	0	1	0	1	0	0	0	62
1	0	0	0	1	1	0	0	0	51
1	1	0	0	0	0	1	0	0	50
1	0	1	0	0	0	1	0	0	54
1	0	0	1	0	0	1	0	0	67
1	0	0	0	1	0	1	0	0	57
1	1	0	0	0	0	0	1	0	57
1	0	1	0	0	0	0	1	0	53
1	0	0	1	0	0	0	1	0	69
1	0	0	0	1	0	0	1	0	57
1	1	0	0	0	0	0	0	1	54
1	0	1	0	0	0	0	0	1	65
1	0	0	1	0	0	0	0	1	75
1	0	0	0	1	0	0	0	1	59

929	208	224	273	224	212	228	236	253	54827
16	4	4	4	4	4	4	4	4	
53940.0625		54536.2500				54158.2500			

Jumlah kuadrat tiap komponen sumber keragaman rancangan acak kelompok lengkap dapat menggunakan formula pada persamaan (3), (4), dan (5).

$$JK \text{ Total} = 54827 - 53940.0625 = 886.9375$$

$$JK \text{ Blok} = 54536.2500 - 53940.0625 = 596.1875$$

$$JK \text{ Perlakuan} = 54158.2500 - 53940.0625 = 218.1875$$

$$JK \text{ Galat} = 886.9375 - 596.1875 - 218.1875 = 72.5625$$

Rancangan Persegi Latin Dasar

Dengan menggunakan prosedur yang sama seperti pada rancangan acak lengkap dan rancangan acak kelompok lengkap, perlu disusun terlebih dahulu data dalam bentuk matriks seperti berikut.

$$\begin{bmatrix} \underline{1}_\mu & B & L & T & \underline{Y} \\ \underline{Y}'\underline{1}_\mu & \underline{Y}'B & \underline{Y}'L & \underline{Y}'T & \underline{Y}'\underline{Y} \\ \underline{1}_\mu'\underline{1}_\mu & \underline{1}_\mu'B & \underline{1}_\mu'L & \underline{1}_\mu'T & \\ \underline{Y}'\underline{1}_\mu(\underline{1}_\mu'\underline{1}_\mu)^{-1}\underline{1}_\mu'\underline{Y} & \underline{Y}'B(B'B)^{-1}B'\underline{Y} & \underline{Y}'L(LL)^{-1}L'\underline{Y} & \underline{Y}'T(T'T)^{-1}T'\underline{Y} & \end{bmatrix}$$

1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28.2
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	29.1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	32.1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	33.1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	31.1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	32.4
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	31.0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	29.5
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	29.4
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	24.8
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	33.0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	30.6
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	30.6
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	28.8
1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	21.7
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	30.8
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	31.9
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	30.1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33.1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	30.4
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	28.8
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	31.4
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	26.7
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	31.9
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29.9
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	25.8
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	30.3
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	30.3
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	33.5
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	32.3
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	30.8
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	29.7
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	27.4
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	29.1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	30.7
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	21.4

1071.7	186	178.3	173.9	182.3	182.1	169.1	183.0	173.3	169.7	179.5	186.9	178.7	186.1	182.1	188.9	183.8	182.2	148.6	32185.8
36	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
31903.91				31936.10					31937.58						32089.68				

Dengan menggunakan formula (6), (7), (8), dan (9) kita peroleh

$$JK \text{ Total} = 32185.8 - 31903.91 = 281.89$$

$$JK \text{ Blok Baris} = 31936.10 - 31903.91 = 32.19$$

$$JK \text{ Blok Lajur} = 31937.58 - 31903.91 = 33.67$$

$$JK \text{ Perlakuan} = 32089.68 - 31903.91 = 185.76$$

$$JK \text{ Galat} = 281.89 - 32.19 - 33.67 - 185.76 = 30.26$$

KESIMPULAN

1. Metode Matriks Rancangan Terpartisi dapat digunakan untuk menghitung Jumlah Kuadrat tiap sumber keragaman tanpa menghadapi batasan sebagaimana metode dekomposisi QR.
2. Secara umum jumlah kuadrat komponen model dari sebuah rancangan percobaan dasar memiliki formula dalam bentuk $\underline{Y}'(M(M'M)^{-1}M' - \underline{1}_{\mu}(\underline{1}'_{\mu}\underline{1}_{\mu})^{-1}\underline{1}'_{\mu})\underline{Y}$, dimana M adalah matriks rancangan komponen model.

PUSTAKA

- [1] Christensen, R. 2001. Plane Answers to Complex Questions. The Theory of Linear Models. 3rd ed. New York: Springer-Verlag.
- [2] Graybill, FA. 1976. Theory and Application of the Linear Model. Pacific Grove: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software.
- [3] Lentner M, Bishop T. 1986. Experimental Design and Analysis. Blacksburg: Valley Book Company.
- [4] Nugroho, S. 2013. Dasar-dasar Rancangan Percobaan. Edisi 2. Bengkulu: Unib Press.



BKS PTN Barat

<http://semirata2014.fmipa.ipb.ac.id>