



# PROSIDING

**SEMIRATA 2017 BIDANG MIPA  
BKS-PTN WILAYAH BARAT**

Jambi, Ratu Convention Center 12 - 14 Mei 2017

**“Peran Sains, Teknologi dan Pendidikan MIPA dalam Menopang Sains Park, Teknopark, Serta Geopark Berbasis Argoindustri dan Lingkungan”**



Penerbit: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) bekerja sama dengan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Jambi

**BUKU 1**

**MATEMATIKA**

## **PROSIDING SEMIRATA 2017 BIDANG MIPA BKS-PTN WILAYAH BARAT**

### **Editor:**

Maison

Feri Tiona Pasaribu

Ahmad Syarkowi

Evtita

Novferma

Rosi Widia Asiani

Aulia Ul Millah

Martina Asti Rahayu

### **Reviewer:**

Maison

Evita Anggereini

Haris Effendi

### **Desain Sampul:**

Taufan Dyusanda Putra

**ISBN: 978-602-50593-0-8**

### **Penerbit:**

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)

bekerjasama dengan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Jambi

Redaksi:

Kampus Unja Mendalo

Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian Km. 15, Mendalo Indah

Jambi

Telp./Fax: 0741 - 583453

ISBN 978-602-50593-0-8



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia yang telah dilimpahkan sehingga kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA)-BKS PTN Bidang MIPA Wilayah Barat tahun 2017 dapat dilaksanakan secara baik.

Kegiatan SEMIRATA-BKS PTN Bidang MIPA Wilayah Barat tahun 2017 yang diamanahkan kepada Universitas Jambi sebagai penyelenggara dilaksanakan secara gabungan oleh Fakultas Sains dan Teknologi (FST) dan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP). Kegiatan telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 12-14 Mei 2017 di Ratu Conference Hotel dan Swiss Bellin Hotel Jambi. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: “Peran Sains Teknologi dan Pendidikan MIPA dalam Menopang Sainspark, Teknopark serta Geopark berbasis Agroindustri dan Lingkungan”.

Sesi pleno seminar di Ratu Conference Center dipaparkan materi oleh dua pembicara utama yaitu akademisi Dr. Ir Yunus Kusumahbrata, M.Sc (Staf Ahli Kementerian ESDM) dan praktisi/birokrat Dr. H. Syahrial, M.P., (Bupati Tajung Jabung Barat Prov. Jambi). Materi yang disajikan berisi topik Pengembangan Geopark, Teknopark dan Sainspark di Indonesia. Selain daripada itu, sesi paralel telah dipresentasikan secara oral lebih dari 600 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 40 ruang seminar secara paralel. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke masa mendatang.

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 dikordinir oleh Drs. Maison, M.Si., Ph.D, yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran untuk melakukan proses *plagiarism check*, review, dan editing. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. 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 cukup lama, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam empat buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain SEMIRATA-BKS PTN Bidang MIPA Wilayah Barat tahun 2017 bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA di Indonesia.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Jambi, Dekan FST dan FKIP Universitas Jambi, Ketua Forum Rektor BKS wilayah Barat, Ketua BKS-MIPA Wilayah Barat, panitia dan semua pihak yang ikut menyukseskan acara semirata.

Jambi, 2 Oktober 2017  
Ketua Panitia

Dr. Kamid, M.Si

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>BUKU 1 (MATEMATIKA)</b>	
IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA SISTEM PENJADWALAN REGISTRASI DINAMIS Suyanto, Syahriol Sitorus dan Usman Ridwan Syah	1
APLIKASI SISTEM ANTRIAN BERBASIS ANDROID Joko Risanto	10
MODEL OPTIMASI LAHAN PARKIR GRAPARI BANDA ACEH DENGAN MENGGUNAKAN SATUAN RUANG PARKIR Phounna Mandira Chalandri, Intan Syahrini, Taufiq Iskandar, Marwan Ramli	17
PENENTUAN LINTASAN TERPENDEK PADA SUATU GRAP BERBOBOT DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM DINAMIK Eldawati, Said Munzir, Marwan Ramli	29
PREDIKSI HARGA DAGING SAPI DI PEKANBARU DENGAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL TRIPEL WINTER Evi Febriantikasari <sup>1</sup> , Rado Yendra <sup>1</sup> , Arisman Adnan <sup>1</sup> , Rahmadeni <sup>2</sup>	41
PREMI TAHUNAN ASURANSI JIWA BERJANGKA DENGAN ASUMSI SERAGAM UNTUK STATUS GABUNGAN Desta Wahyuni <sup>1</sup> , Rado Yendra <sup>1</sup> , Arisman Adnan <sup>1</sup> , Nilwan Andiraja <sup>2</sup>	51
OPERATOR LINEAR PADA RUANG BARISAN TERBATAS $l_2$ Muslim Ansori, Suharsono, <sup>S</sup>	59
APLIKASI KONTROL OPTIMAL PADA POLAR ROBOT UNTUK OBJEKTIF GANDA: MEMINIMUMKAN BESAR TORSI DAN PENCAPAIAN POSISI TARGET DENGAN WAKTU MINIMUM Said Munzir, Marwan, Taufiq Iskandar dan Reza Wafdan	64
PENGGUNAAN METODE FIS MAMDANI DALAM MEMPERKIRAKAN TERJADINYA GELOMBANG TSUNAMI AKIBAT GEMPA BUMI Hizir Sofyan <sup>1</sup> , Erni Lusiani <sup>2</sup> , Asep Rusyana <sup>3</sup> , Marzuki <sup>4</sup>	73
OPTIMALISASI PORTOFOLIO DENGAN MENGGUNAKAN SEPARABLE PROGRAMMING Elly Rosmaini dan Nurhalimah Pane	80
MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT MALARIA Syarifah Meurah Yuni, Mahmudi	89
ANALISIS PERSONAL FINANCIAL LITERACY MAHASISWA DALAM MERAMALKAN JUMLAH PENGELUARAN MENGGUNAKAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN P-SPLINE FILTER SMOOTHING (Studi Kasus : Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh) Putri Atikah, Maisarah Defadz, Siti Husna F., Miftahuddin	95

PERBANDINGAN ESTIMASI PARAMETER PADA DISTRIBUSI EKSPONENSIAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE MAKSIMUM LIKELIHOOD DAN METODE BAYESIAN Elsa Tria Noviadi , Rado Yendra dan Arisman Adnan	105
PEMODELAN DEPENDENSI DATA KATAGORI MELALUI PENDEKATAN MODEL LOG- LINIER Awal Isgiyanto, Syahrul Akbar	112
APPLICATION OF FOURIER SMOOTHING BASIS FOR Reza Ariska, Miftahuddin	124
PENERAPAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING PADA PERMASALAHAN KNAPSACK 0-1 Irmeilyana, Putra Bahtera Jaya Bangun, Dian Pratamawati, Winda Herfia Septiani	134
KETERKAITAN KETAKSAMAAN NILAI SINGULAR PADA PEMETAAN LINIER Rolan Pane, Asli Sirait, Aziskhan	145
IMPLEMENTASI ALGORITMA BRUDY DALAM PERSOALAN KNAPSACK 0-1 DI UD. SUBUR TANI MAKMUR Indrawati , Sisca Octarina, Esrawati	154
PENGOPTIMALAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKTRA (STUDI KASUS PENGANGKUTAN SAMPAH DI KOTA BANDA ACEH) Nurmaulidar, Radhiah, Muhammad Reza Pahlefi	164
ANALISIS MODEL INDEKS HARGA SAHAM DENGAN METODE REGRESI DATA PANEL Idhia Sriliana, Herlin Fransiska	171
SISTEM PENGENDALIAN DAN MONITORING SUHU PADA PIPA MINYAK MENGGUNAKAN SMS GATEWAY Alfirman, M.Kom, Fatayat,M.Kom	179
PENAKSIR BAYES UNTUK PARAMETER DISTRIBUSI EKSPONENSIAL BERDASARKAN FUNGSI KERUGIAN KUADRATIK DAN FUNGSI KERUGIAN ENTROPI Bustami , Harison , Nadya Zulfa Nengsih	185
PENERAPAN GENERALIZED ADDITIVE MODELS TERHADAP DATA PRODUKSI PADI DI INDONESIA Isra Safriana, Ida Fajri, Miftahuddin	194
PENENTUAN FAKTOR-FAKTOR YANG MENYEBABKAN BANYAKNYA KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE DI KOTA JAMBI DENGAN MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION Gusmi Kholijah, Teguh Sumarsono, Niken Rarasati, Azzikra Febriyanti	205

MINIMISASI TRIM LOSS KERTAS GULUNGAN PADA CUTTING STOCK PROBLEM (CSP) SATU DIMENSI Sisca Octarina, Putra Bahtera Jaya Bangun, Suci Novtari Kumala Dewi	214
ASSESSMENT OF SEA SURFACE TEMPERATURE IN THE INDIAN OCEAN USING GENERALIZED ADDITIVE MODELS Miftahuddin	225
SOLUSI ALTERNATIF PERSAMAAN DIFERENSIAL BIASA Asli Sirait, M. Natsir, Rolan Pane	238
PENGGUNAAN MATRIKS RANCANGAN TERPARTISI DALAM ANALISIS RANCANGAN PERCOBAAN TIGA FAKTOR Sigit Nugroho	246
USING STOCHASTIC LINEAR PROGRAMMING FOR SOLVING FINANCIAL PLANNING AND CONTROL Ramya Rachmawati	255
RENTANG NUMERIK UNTUK FUNGSI EKSPONENSIAL MATRIKS M.Natsir, Musraini	260
A STUDY ON BEHAVIOR OF RAINFALL TO PLAN A PLANTING CALANDER USING A COMBINATION METHOD OF TIME SERIES AND MARKOV CHAIN Henry Rani Sitepu, Open Darnius, Gracia M Simorangkir	270
PENERAPAN B-SPLINE PADA PERSENTASE PENDUDUK MISKIN Eva Maulia, Rohani, Miftahuddin	277
MODEL MATEMATIKA KONVEKSI CAMPURAN (MIXED CONVECTION) DENGAN SYARAT BATAS PADA PELAT HORIZONTAL Leli Deswita	287
SOLUSI KESTABILAN UNTUK KALMAN FILTER SISTEM SINGULAR Budi Rudianto	291
PREMI PENSIUN UNTUK KASUS MULTIPLE DECREMENT DENGAN TINGKAT BUNGA RENDLEMAN-BARTTER Hasriati <sup>1</sup> , Anggia Fitri <sup>2</sup>	299
APLIKASI SIMULASI MONTE CARLO DAN METODE PERT/CPM PADA JARINGAN KERJA: SEBUAH KAJIAN SURVEI M. D. H. Gamal dan Erni Pratiwi	306
ESTIMASI TINGKAT KEMATIAN BAYI DAN HARAPAN HIDUP BAYI Ahmad Iqbal Baqi	315
ESTIMATOR RATAAN HARMONIK PADA SAMPEL HIMPUNAN TERURUT UNTUK DISTRIBUSI NORMAL Sukma Adi Perdana, S.Si, M.Sc	320

PEMODELAN SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN GENERALIZED ADDITIVE MODELS DALAM EFEK WAKTU Shafia Ananda, Reza Ariska, Rifa Atul Humaira, Miftahuddin	325
ANALISIS KORELASI KANONIK UNTUK MENGIDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP DERAJAT KESEHATAN Asep Rusyana, Nurhasanah, dan Restu Deviyanti	337
PENAKSIR RASIO RATA-RATA POPULASI MENGGUNAKAN STANDAR DEVIASI, KOEFISIEN SKEWNESS, DAN KOEFISIEN KURTOSIS PADA SAMPLING GANDA Rustam Efendi, Firdaus, Haposan Sirait, Marini	349
DIVISIBILITY PROPERTIES OF THE SUM INVOLVING Baki Swita	357
PENAKSIR PARAMETER DISTRIBUSI INVERS MAXWELL UKURAN BIAS SAMPEL MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN Haposan Sirait Rince Adrianti ,	366
ANALISIS MODEL DAN ALGORITMA UNTUK MASALAH PEMROGRAMAN STOKASTIK Ihda hasbiyati , Aziskhan	373
MODEL INTERNET BUNDLING PRICING GENERALIZED MENGGUNAKAN FUNGSI UTILITAS COBB-DOUGLAS DAN QUASI LINIER Fitri Maya Puspita, Maijance Oktarina , Yayan Febrian , Bella Arisha	378
Multivariate Object Ranking Based On Quantile Method Open Darnius, Indah	390
MODEL PREDATOR-PREY DENGAN POPULASI TERINFEKSI DAN PENYEBARAN INFEKSI MELALUI PREDASI Khozin Mu'tamar	396
SISTEM DETEKSI DAN PENGENALAN CITRA OVERLAPPING KOIN DENGAN ALGORITMA CIRCULAR HOUGH TRANSFORMATION (CHT) Zaiful Bahri	403
A NOTE ON k-HYPERGRAPHIC SEQUENCES Mudin Simanihuruk	411
PENDETEKSIAN OUTLIER PADA REGRESI LOGISTIK DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK TRIMMED MEANS Sigit Sugiarto , Arisman Adnan , Sarimah	419
KARAKTERISASI BILANGAN PRIMA GAUSSIAN Mahmudi, Syarifah Meurah Yuni	425



MASALAH PENUGASAN DUA FUNGSI TUJUAN DENGAN METODA Endang Lily, Aziskhan , Rolan Pane3	428
PERMUTASI DISJOIN DAN SEMIDISJOIN PADA GRUP PERMUTASI Musraini M, Asli Sirait, Fitra Dwi Anggara	435
PERSEPSI SISWA TENTANG IKLIM SEKOLAH DAN KINERJA GURU MATEMATIKA DAN PENGARUHNYA TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA Fahrul Ilmi	443
PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES SMP SEBAGAI APLIKASI MATA KULIAH EVALUASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA Edi Susanto, Rusdi	452
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN ADVANCE ORGINIZER DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA Kiki Nia Sania EffendI, Indrie Noor Aini	460
PENGEMBANGAN LKS MATEMATIKA BERBASIS INQUIRY DAN MIND MAP MATERI LINGKARAN KELAS VIII Rezky Ramadhona	472
PERANGKAT PEMBELAJARAN UNTUK MATERI SEGIEMPAT MELALUI PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH SESUAI KURIKULUM 2013 Sakur , Atma Murni, Fadriati Ningsih	482
PELAKSANAAN KURIKULUM 2013 PADA BIDANG STUDI MATEMATIKA DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI (SMPN) KOTA PEKANBARU TAHUN PELAJARAN 2016/2017 Zulkarnain & Susda Heleni	491
UPAYA MENINGKATKAN MOTIVASI DAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA MELALUI BELAJAR KOOPERATIF MODEL STAD Muslimin	501
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN AKTIFITAS PEMBELAJARAN DAN DAYA SERAP Sufri, Gugun M. Simatupang	510
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE THINK TALK WRITE (TTW) TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS XI IPA SMA NEGERI 9 PADANG Dra. Jazwinarti, M.Pd , Suherman, S.Pd, M.Si, Irvan Sardhi, S.Pd	517
PENERAPAN PENDEKATAN SAVI UNTUK MEMINIMALKAN MISKONSEPSI SISWA PADA BANGUN DATAR Sehatta S, Zuhri D	524
EFFECT OF PSYCHOLOGICAL FACTORS IN LEARNING TO LEARNING OUTCOMES ON REAL ANALYSIS Rahmadani Putri, Roseli Theis	534



PROSES BERPIKIR MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH PEMBUKTIAN PADA MATA KULIAH ANALISIS RIIL Ringki Agustinsa dan Effie Efrida M	541
THE INFLUENCE OF COOPERATIVE LEARNING MODEL OF THINK PAIR SQUARE (TPS) ON MATHS AT STATE JUNIOR SECONDARY SCHOOLS IN PEKANBARU Susda Heleni	551
IMPLEMENTATION OF PROBLEM BASED LEARNING MODEL TO IMPROVE MATHEMATICAL OF PROBLEM SOLVING SKILLS OF STUDENTS CLASS VIII SMP BHAYANGKARI PEKANBARU Titi Solfitri, Zulkarnain Dwika Ananda Ayu Rahmawati Sinaga	560
PERILAKU METAKOGNITIF SISWA SMP DALAM MELAKUKAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PADA MATERI ARITMETIKA SOSIAL Atma Murni	572
PENINGKATAN MUTU PENDIDIKAN DASAR MELALUI PENINGKATAN KOMPETENSI PROFESIONAL GURU MATEMATIKA SMP DI KABUPATEN PASAMAN BARAT Suherman, Defri Ahmad , Heru Maulana	595
PENGEMBANGAN MODUL ALJABAR BERBASIS PENDEKATAN REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION UNTUK MENINGKATKAN SELF-EFFICACY SISWA Rohati, Marlina, dan Novferma	611
PENGEMBANGAN LKS GEOMETRI MENGGUNAKAN TEORI VAN HIELE PADA SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA Sri Winarni, Ade Kumalasari , Ranisa Junita	621
ANALISIS KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIKA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PENCAPAIAN MATEMATIKA MAHASISWA Desi Rahmatina	641
TEACHER ACTIVITIES ON DEVELOPMENT STUDENT’S CRITICAL THINKING CAPABILITY IN LEARNING Khalida Yunas, Sehatta Saragih	651
PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN OTENTIK UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA Nahor Murani Hutapea	659
USING MEDIA LEARNING DESIGN COASTAL AREA IN LEARNING NUMBER FOR 1st GRADE ELEMENTARY SCHOOL COASTAL AREA Zuhri D, Sehatta S	669

# PENGGUNAAN MATRIKS RANCANGAN TERPARTISI DALAM ANALISIS RANCANGAN PERCOBAAN TIGA FAKTOR

**Sigit Nugroho**

<sup>1</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu  
snugroho@unib.ac.id.

## **ABSTRACT**

*Using classical sigma notation in calculating sum of squares for each source of variation could be difficult. QR decomposition procedures for calculating them is limited to the number of observations in an experiment. In this paper, partitioning the design matrix for calculating sum of squares with respect to it's source of variation will be exhibited for the factorial experimental design. In addition, their degrees of freedom will be calculated accordingly. Example will be given in the case of experimental data using three factors.*

**Keywords:** Partitioned Design Matrix, Sum of Squares, Degrees of freedom, Factorial Experiment.

## **PENDAHULUAN**

Salah satu tahapan dalam analisis keragaman model rancangan percobaan adalah menghitung jumlah kuadrat masing-masing sumber keragaman. Jumlah kuadrat respon atau jumlah kuadrat total secara umum terdiri dari jumlah kuadrat model dan jumlah kuadrat galat percobaan [3].

Faktor merupakan aspek yang dipelajari dalam sebuah percobaan tunggal. Sedangkan kategori yang berbeda dalam suatu faktor disebut dengan taraf suatu faktor. Percobaan yang dirancang / dilakukan dengan menggunakan lebih dari satu faktor sekaligus disebut dengan Percobaan Berfaktor [5].

Banyaknya taraf perlakuan yang digunakan untuk satu kali ulangan merupakan hasil kali silang keseluruhan dari taraf-taraf semua faktor. Bila masing-masing taraf perlakuan diulang  $r$  kali maka banyaknya satuan percobaan yang digunakan adalah  $r$  kali banyaknya taraf perlakuan [2].

Formula klasik yang digunakan untuk menghitung jumlah kuadrat menggunakan notasi aljabar yaitu notasi jumlah yang kadang sampai beberapa kali tergantung banyaknya subskrip yang digunakan [6]. Notasi ini sudah tentu akan membutuhkan pemahaman terlebih dahulu agar tidak sampai terjadi kesalahan penghitungan. Notasi aljabar matriks sebagaimana pada model linier secara umum juga tidak dengan mudah bisa dioperasionalisasikan mengingat matriks rancangan pada model rancangan percobaan tidak berpangkat penuh [1].

Metode matriks rancangan terpartisi untuk penghitungan jumlah kuadrat pada Rancangan Acak Lengkap, Rancangan Acak Kelompok Lengkap dan Rancangan Persegi Latin telah diperkenalkan oleh Nugroho [7].

## **NOTASI**

Model Rancangan Tiga Faktor pada rancangan acak lengkap adalah seperti berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$
$$i=1,2,\dots,a \quad j=1,2,\dots,b \quad k=1,2,\dots,c \quad l=1,2,\dots,r$$

dengan  $Y_{ijkl}$  adalah pengamatan ke- $l$  yang memperoleh perlakuan A ke- $i$  perlakuan B ke- $j$  dan perlakuan C ke- $k$ ;  $\mu$  adalah rata-rata umum;  $\alpha_i$  pengaruh perlakuan A ke- $i$ ;  $\beta_j$  pengaruh perlakuan B ke- $j$ ;  $\gamma_k$  pengaruh perlakuan C ke- $k$ ;  $(\alpha\beta)_{ij}$  pengaruh interaksi perlakuan A ke- $i$  dan perlakuan B ke- $j$ ;  $(\alpha\gamma)_{ik}$  pengaruh interaksi perlakuan A ke- $i$  dan perlakuan C ke- $k$ ;  $(\beta\gamma)_{jk}$  pengaruh interaksi perlakuan B ke- $j$  dan perlakuan C ke- $k$ ;  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  pengaruh interaksi perlakuan A ke- $i$  perlakuan B ke- $j$  dan perlakuan C ke- $k$ ;  $\varepsilon_{ijkl}$  galat percobaan ke- $l$  yang memperoleh perlakuan A ke- $i$  perlakuan B ke- $j$  dan perlakuan C ke- $k$ .

Dengan menggunakan notasi aljabar matriks, model diatas dapat dituliskan menjadi  $\underline{Y} = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{\varepsilon}$  dengan  $\underline{Y}$  adalah vektor amatan berukuran  $abc \times r$ ,  $\underline{X}$  adalah matriks rancangan berukuran  $abc \times (1+a+b+c+ab+ac+bc+abc)$  yang dipartisi menjadi

$$\left[ X_{\mu}, X_{\alpha}, X_{\beta}, X_{\gamma}, X_{\alpha\beta}, X_{\alpha\gamma}, X_{\beta\gamma}, X_{\alpha\beta\gamma} \right]$$

dengan

$$X_{\mu} = \mathbf{1}_{a \times 1} \otimes \mathbf{1}_{b \times 1} \otimes \mathbf{1}_{c \times 1} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\alpha} = I_{a \times a} \otimes \mathbf{1}_{b \times 1} \otimes \mathbf{1}_{c \times 1} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\beta} = \mathbf{1}_{a \times 1} \otimes I_{b \times b} \otimes \mathbf{1}_{c \times 1} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\gamma} = \mathbf{1}_{a \times 1} \otimes \mathbf{1}_{b \times 1} \otimes I_{c \times c} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\alpha\beta} = I_{a \times a} \otimes I_{b \times b} \otimes \mathbf{1}_{c \times 1} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\alpha\gamma} = I_{a \times a} \otimes \mathbf{1}_{b \times 1} \otimes I_{c \times c} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\beta\gamma} = \mathbf{1}_{a \times 1} \otimes I_{b \times b} \otimes I_{c \times c} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

$$X_{\alpha\beta\gamma} = I_{a \times a} \otimes I_{b \times b} \otimes I_{c \times c} \otimes \mathbf{1}_{r \times 1}$$

serta  $\underline{\beta}$  adalah vektor parameter model berukuran  $(1+a+b+c+ab+ac+bc+abc) \times 1$ , dan  $\underline{\varepsilon}$  vektor galat percobaan berukuran  $abc \times r$

Selanjutnya dicari matriks proyeksi untuk tiap komponen sumber keragaman dengan menggunakan bentuk umum matriks proyeksi  $M_* = X_*(X_*^t X_*)^{-1} X_*^t$ , dan hasilnya seperti berikut

$$M_{\mu} = \frac{1}{rabc} J_{a \times a} \otimes J_{b \times b} \otimes J_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\alpha} = \frac{1}{rbc} I_{a \times a} \otimes J_{b \times b} \otimes J_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\beta} = \frac{1}{rac} J_{a \times a} \otimes I_{b \times b} \otimes J_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\gamma} = \frac{1}{rab} J_{a \times a} \otimes J_{b \times b} \otimes I_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\alpha\beta} = \frac{1}{rc} I_{a \times a} \otimes I_{b \times b} \otimes J_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\alpha\gamma} = \frac{1}{rb} I_{a \times a} \otimes J_{b \times b} \otimes I_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\beta\gamma} = \frac{1}{ra} J_{a \times a} \otimes I_{b \times b} \otimes I_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

$$M_{\alpha\beta\gamma} = \frac{1}{r} I_{a \times a} \otimes I_{b \times b} \otimes I_{c \times c} \otimes J_{r \times r}$$

Dengan menggunakan sifat-sifat *Kronecker Product*, dengan mudah dapat kita peroleh bentuk sederhana dari setiap kombinasi perkalian pasangan  $M_{\mu}$ ,  $M_{\alpha}$ ,  $M_{\beta}$ ,  $M_{\gamma}$ ,  $M_{\alpha\beta}$ ,  $M_{\alpha\gamma}$ ,  $M_{\beta\gamma}$ , dan  $M_{\alpha\beta\gamma}$ .

Tabel 1.  
Perkalian Antar Matriks Proyeksi

	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\beta}$	$M_{\gamma}$	$M_{\alpha\beta}$	$M_{\alpha\gamma}$	$M_{\beta\gamma}$	$M_{\alpha\beta\gamma}$
$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$
$M_{\alpha}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\alpha}$	$M_{\alpha}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$
$M_{\beta}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\beta}$	$M_{\mu}$	$M_{\beta}$	$M_{\mu}$	$M_{\beta}$	$M_{\beta}$
$M_{\gamma}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\mu}$	$M_{\gamma}$	$M_{\mu}$	$M_{\gamma}$	$M_{\gamma}$	$M_{\gamma}$
$M_{\alpha\beta}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\beta}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha\beta}$	$M_{\alpha}$	$M_{\beta}$	$M_{\alpha\beta}$
$M_{\alpha\gamma}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\mu}$	$M_{\gamma}$	$M_{\alpha}$	$M_{\alpha\gamma}$	$M_{\gamma}$	$M_{\alpha\gamma}$
$M_{\beta\gamma}$	$M_{\mu}$	$M_{\mu}$	$M_{\beta}$	$M_{\gamma}$	$M_{\beta}$	$M_{\gamma}$	$M_{\beta\gamma}$	$M_{\beta\gamma}$
$M_{\alpha\beta\gamma}$	$M_{\mu}$	$M_{\alpha}$	$M_{\beta}$	$M_{\gamma}$	$M_{\alpha\beta}$	$M_{\alpha\gamma}$	$M_{\beta\gamma}$	$M_{\alpha\beta\gamma}$

### FORMULA JUMLAH KUADRAT

Berikut adalah formula aljabar yang digunakan untuk menghitung jumlah kuadrat pada percobaan tiga faktor.

Faktor Koreksi

$$FK = \frac{\left( \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^r Y_{ijkl} \right)^2}{rabc}$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Total } JK[Total] = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^r Y_{ijkl}^2 - FK$$

$$\text{Jumlah Kuadrat A } JK[A] = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i..}^2}{rbc} - FK$$

$$\text{Jumlah Kuadrat B } JK[B] = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{.j.}^2}{rac} - FK$$

$$\text{Jumlah Kuadrat C } JK[C] = \sum_{k=1}^c \frac{Y_{..k.}^2}{rab} - FK$$

$$\text{Jumlah Kuadrat interaksi AB } JK[AB] = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij.}^2}{rc} - FK - JK[A] - JK[B]$$

$$\text{Jumlah Kuadrat interaksi AC } JK[AC] = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c \frac{Y_{i.k.}^2}{rb} - FK - JK[A] - JK[C]$$

$$\text{Jumlah Kuadrat interaksi BC } JK[BC] = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y_{.jk.}^2}{ra} - FK - JK[B] - JK[C]$$

Jumlah Kuadrat interaksi ABC

$$JK[ABC] = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y_{ijk}^2}{r} - FK - JK[A] \\ - JK[B] - JK[C] - JK[AB] \\ - JK[AC] - JK[BC]$$

Notasi formula jumlah kuadrat diatas dapat dituliskan dalam bentuk aljabar matriks seperti berikut:

$$JK[A] = \underline{Y}'(M_\alpha - M_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[B] = \underline{Y}'(M_\beta - M_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[C] = \underline{Y}'(M_\gamma - M_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[AB] = \underline{Y}'(M_{\alpha\beta} - M_\alpha - M_\beta + M_\mu)\underline{Y} \quad JK[AC] = \underline{Y}'(M_{\alpha\gamma} - M_\alpha - M_\gamma + M_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[BC] = \underline{Y}'(M_{\beta\gamma} - M_\beta - M_\gamma + M_\mu)\underline{Y} \quad JK[ABC] = \underline{Y}'(M_{\alpha\beta\gamma} + M_\alpha + M_\beta + M_\gamma \\ - M_{\alpha\beta} - M_{\alpha\gamma} - M_{\beta\gamma} - M_\mu)\underline{Y}$$

$$JK[Total] = \underline{Y}'(I - M_\mu)\underline{Y}$$

dan dengan demikian

$$JK[Galat] = \underline{Y}'(I - M_{\alpha\beta\gamma})\underline{Y}$$

Dapat diverifikasi dengan mudah bahwa  $M_\alpha - M_\mu$ ,  $M_\beta - M_\mu$ ,  $M_\gamma - M_\mu$ ,  $M_{\alpha\beta} - M_\alpha - M_\beta + M_\mu$ ,  $M_{\alpha\gamma} - M_\alpha - M_\gamma + M_\mu$ ,  $M_{\beta\gamma} - M_\beta - M_\gamma + M_\mu$ ,  $M_{\alpha\beta\gamma} + M_\alpha + M_\beta + M_\gamma - M_{\alpha\beta} - M_{\alpha\gamma} - M_{\beta\gamma} - M_\mu$ , dan  $I - M_{\alpha\beta\gamma}$  merupakan matriks-matriks yang simetris dan idempoten.

Dari sifat simetris dan idempoten, bisa diperlihatkan dengan Tabel 1, maka matriks-matriks tersebut memiliki rank yang sama dengan nilai teras (*trace*) nya.

$$tr(M_\alpha - M_\mu) = a - 1$$

$$tr(M_\beta - M_\mu) = b - 1$$

$$tr(M_\gamma - M_\mu) = c - 1$$

$$tr(M_{\alpha\beta} - M_\alpha - M_\beta + M_\mu) = (a - 1)(b - 1)$$

$$tr(M_{\alpha\gamma} - M_\alpha - M_\gamma + M_\mu) = (a - 1)(c - 1)$$

$$tr(M_{\beta\gamma} - M_\beta - M_\gamma + M_\mu) = (b - 1)(c - 1)$$

$$tr(M_{\alpha\beta\gamma} + M_\alpha + M_\beta + M_\gamma - M_{\alpha\beta} - M_{\alpha\gamma} - M_{\beta\gamma} - M_\mu) \quad tr(I - M_{\alpha\beta\gamma}) = abc(r - 1) \\ = (a - 1)(b - 1)(c - 1)$$

Berdasarkan teorema [1], jika vektor peubah acak berukuran  $n \times 1$  yang menyebar  $N(\underline{y}; \underline{\square}, I)$ , maka peubah acak  $U = Y'AY$  memiliki sebaran  $\chi^2(u; K, \lambda)$  dengan  $\lambda = \underline{\mu}'A\underline{\mu}/2$  adalah parameter ketidaksen-tralan, jika dan hanya jika A matriks idempoten dengan rank K. Tanpa mengurangi sifat umum, dapat dimisalkan bahwa  $\underline{\mu} = \underline{0}$ .

Dengan demikian,

$$JK[A] \sim \chi_{a-1}^2$$

$$JK[B] \sim \chi_{b-1}^2$$

$$JK[C] \sim \chi_{c-1}^2$$

$$JK[AB] \sim \chi_{(a-1)(b-1)}^2$$

$$JK[AC] \sim \chi_{(a-1)(c-1)}^2$$

$$JK[BC] \sim \chi_{(b-1)(c-1)}^2$$

$$JK[ABC] \sim \chi_{(a-1)(b-1)(c-1)}^2$$

$$JK[Galat] \sim \chi_{abc(r-1)}^2$$

Untuk keperluan pengujian hipotesis, dengan mudah dapat ditunjukkan bahwa setiap matriks berikut :

$$M_{\alpha} - M_{\mu}, \quad M_{\beta} - M_{\mu}, \quad M_{\gamma} - M_{\mu}, \quad M_{\alpha\beta} - M_{\alpha} - M_{\beta} + M_{\mu}, \quad M_{\alpha\gamma} - M_{\alpha} - M_{\gamma} + M_{\mu}, \\ M_{\beta\gamma} - M_{\beta} - M_{\gamma} + M_{\mu}, \text{ dan } M_{\alpha\beta\gamma} + M_{\alpha} + M_{\beta} + M_{\gamma} - M_{\alpha\beta} - M_{\alpha\gamma} - M_{\beta\gamma} - M_{\mu}$$

bebas terhadap  $I - M_{\alpha\beta\gamma}$ . Dengan perkataan lain bahwa setiap perkalian matriks-matriks tersebut dengan  $I - M_{\alpha\beta\gamma}$  menghasilkan matriks nol.

Selanjutnya diketahui jika A berdistribusi kai-kuadrat dengan derajat bebas  $a$ , dan B berdistribusi kai-kuadrat dengan derajat bebas  $b$ , serta A dan B saling bebas, maka  $(A/a)/(B/b)$  menyebar menurut sebaran F dengan derajat bebas  $a$  dan  $b$  [1].

Dengan demikian, untuk model tetap, diperoleh hasil sebagai berikut :

- Untuk menguji adanya pengaruh utama A, tolak hipotesis nol apabila  $(JK A/(a-1))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK A/(a-1))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $a-1$  dan  $abc(r-1)$ .
- Untuk menguji adanya pengaruh utama B, tolak hipotesis nol apabila  $(JK B/(b-1))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK B/(b-1))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $b-1$  dan  $abc(r-1)$ .
- Untuk menguji adanya pengaruh utama C, tolak hipotesis nol apabila  $(JK C/(c-1))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK C/(c-1))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $c-1$  dan  $abc(r-1)$ .
- Untuk menguji adanya pengaruh interaksi AB, tolak hipotesis nol apabila  $(JK AB/((a-1)(b-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK AB/((a-1)(b-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $(a-1)(b-1)$  dan  $abc(r-1)$ .
- Untuk menguji adanya pengaruh interaksi AC, tolak hipotesis nol apabila  $(JK AC/((a-1)(c-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK AC/((a-1)(c-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $(a-1)(c-1)$  dan  $abc(r-1)$ .
- Untuk menguji adanya pengaruh interaksi BC, tolak hipotesis nol apabila  $(JK BC/((b-1)(c-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK BC/((b-1)(c-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $(b-1)(c-1)$  dan  $abc(r-1)$ .
- Untuk menguji adanya pengaruh interaksi ABC, tolak hipotesis nol apabila  $(JK ABC/((a-1)(b-1)(c-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  besar nilainya.  $(JK ABC/((a-1)(b-1)(c-1)))/(JK Galat/(abc(r-1)))$  berdistribusi F dengan derajat bebas  $(a-1)(b-1)(c-1)$  dan  $abc(r-1)$ .

## TELADAN

Teladan diambil dari Hicks [4], untuk percobaan tiga faktor dengan masing-masing faktor terdiri dari tiga taraf dengan ulangan sama sebanyak 3 ulangan untuk tiap kombinasi taraf perlakuan yang mungkin. Respon berupa hasil yang telah dikoding dengan pengurangan 20, faktor *Hari* dan *Operator* merupakan faktor kualitatif, sedangkan *Konsentrasi* merupakan faktor kuantitatif. Meskipun jarak taraf tidak sama, namun logaritmanya berjarak sama.

Semua taraf dari semua faktor bersifat tetap yang dilakukan dalam rancangan acak lengkap. Data pengamatan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Pengamatan Percobaan Tiga Faktor dari Hicks[4].

		<b>Hari</b>								
		<i>Pertama</i>			<i>Kedua</i>			<i>Ketiga</i>		
		<b>Operator</b>								
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<b>Konsentrasi</b>	0,5	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	1,2	1,7	0,2	0,5
		1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,7	1,0
		1,7	0,7	- 0,3	0,5	0,0	0,5	1,2	1,0	1,7
	1,0	5,0	3,2	3,5	4,0	3,2	3,7	4,5	3,7	3,7
		4,7	3,7	3,5	3,5	3,0	4,0	5,0	4,0	4,5
		4,2	3,5	3,2	3,5	4,0	4,2	4,7	4,2	3,7
	2,0	7,5	6,0	7,2	6,5	5,2	7,0	6,7	7,5	6,2
		6,5	6,2	6,5	6,0	5,7	6,7	7,5	6,0	6,5
		7,7	6,2	6,7	6,2	6,5	6,8	7,0	6,0	7,0

Program dalam bahasa R untuk menganalisa data diatas tertera seperti berikut :

```
##### Pengaturan Ukuran Data #####
```

```
#### a adalah taraf faktor A (Hari)
```

```
#### b adalah taraf faktor B (Operator)
```

```
#### c adalah taraf faktor C (Konsentrasi)
```

```
#### r adalah banyaknya ulangan
```

```
a <-3
```

```
b <-3
```

```
c <-3
```

```
r <-3
```

```
##### Data Observasi #####
```

```
y <-rbind(
```

```
  1.0, 1.2, 1.7, 5.0, 4.7, 4.2, 7.5, 6.5, 7.7,
```

```
  0.2, 0.5, 0.7, 3.2, 3.7, 3.5, 6.0, 6.2, 6.2,
```

```
  0.2, 0.0, -0.3, 3.5, 3.5, 3.2, 7.2, 6.5, 6.7,
```

```
  1.0, 0.0, 0.5, 4.0, 3.5, 3.5, 6.5, 6.0, 6.2,
```

```
  1.0, 0.0, 0.0, 3.2, 3.0, 4.0, 5.2, 5.7, 6.5,
```

```
  1.2, 0.0, 0.5, 3.7, 4.0, 4.2, 7.0, 6.7, 6.8,
```

```
  1.7, 1.2, 1.2, 4.5, 5.0, 4.7, 6.7, 7.5, 7.0,
```

```
  0.2, 0.7, 1.0, 3.7, 4.0, 4.2, 7.5, 6.0, 6.0,
```

```
  0.5, 1.0, 1.7, 3.7, 4.5, 3.7, 6.2, 6.5, 7.0)
```

```
##### Vektor2 dan Matriks2 Dasar #####
```

```
va <- matrix(1,a,1) #vektor 1a
```

```
vb <- matrix(1,b,1) #vektor 1b
```



```
vc <- matrix(1,c,1) #vektor 1c
vr <- matrix(1,r,1) #vektor 1r
Ia <- diag(1,a,a) #identitas a
Ib <- diag(1,b,b) #identitas b
Ic <- diag(1,c,c) #identitas c
```

#### ##### Matriks2 Rancangan Terpartisi #####

```
Xmu <- kronecker(va,kronecker(vb,kronecker(vc,vr)))
Xa <- kronecker(Ia,kronecker(vb,kronecker(vc,vr)))
Xb <- kronecker(va,kronecker(Ib,kronecker(vc,vr)))
Xc <- kronecker(va,kronecker(vb,kronecker(Ic,vr)))
Xab <- kronecker(Ia,kronecker(Ib,kronecker(vc,vr)))
Xac <- kronecker(Ia,kronecker(vb,kronecker(Ic,vr)))
Xbc <- kronecker(va,kronecker(Ib,kronecker(Ic,vr)))
Xabc <- kronecker(Ia,kronecker(Ib,kronecker(Ic,vr)))
```

#### ##### Matriks Proyeksi #####

```
Mmu <- (Xmu %>% solve(t(Xmu) %>% Xmu)) %>% t(Xmu)
Ma <- (Xa %>% solve(t(Xa) %>% Xa)) %>% t(Xa)
Mb <- (Xb %>% solve(t(Xb) %>% Xb)) %>% t(Xb)
Mc <- (Xc %>% solve(t(Xc) %>% Xc)) %>% t(Xc)
Mab <- (Xab %>% solve(t(Xab) %>% Xab)) %>% t(Xab)
Mac <- (Xac %>% solve(t(Xac) %>% Xac)) %>% t(Xac)
Mbc <- (Xbc %>% solve(t(Xbc) %>% Xbc)) %>% t(Xbc)
Mabc <- (Xabc %>% solve(t(Xabc) %>% Xabc)) %>% t(Xabc)
```

#### ##### Penghitungan Jumlah Kuadrat #####

```
SSA <- round(t(y) %>% (Ma-Mmu) %>% y, digits=3)
SSB <- round(t(y) %>% (Mb-Mmu) %>% y, digits=3)
SSC <- round(t(y) %>% (Mc-Mmu) %>% y, digits=3)
SSAB <- round(t(y) %>% (Mab-Ma-Mb+Mmu) %>% y, digits=3)
SSAC <- round(t(y) %>% (Mac-Ma-Mc+Mmu) %>% y, digits=3)
SSBC <- round(t(y) %>% (Mbc-Mb-Mc+Mmu) %>% y, digits=3)
SSABC <- round(t(y) %>% (Mabc+Ma+Mb+Mc-Mab-Mac-Mbc-Mmu) %>% y, digits=3)
SSErr <- round(t(y) %>% (diag(1,a*b*c*r,a*b*c*r)-Mabc) %>% y, digits=3)
SSTotal <- round(t(y) %>% (diag(1,a*b*c*r,a*b*c*r)-Mmu) %>% y, digits=3)
```

#### ##### Menghitung Kuadrat Tengah #####

```
library (psych)
MSA <- round(SSA/tr(Ma-Mmu), digits=3)
MSB <- round(SSB/tr(Mb-Mmu), digits=3)
MSC <- round(SSC/tr(Mc-Mmu), digits=3)
MSAB <- round(SSAB/tr(Mab-Ma-Mb+Mmu), digits=3)
MSAC <- round(SSAC/tr(Mac-Ma-Mc+Mmu), digits=3)
MSBC <- round(SSBC/tr(Mbc-Mb-Mc+Mmu), digits=3)
MSABC <- round(SSABC/tr(Mabc+Ma+Mb+Mc-Mab-Mac-Mbc-Mmu), digits=3)
MSErr <- round(SSErr/tr(diag(1,a*b*c*r,a*b*c*r)-Mabc), digits=3)
```

#### ##### Menghitung Nilai F #####

```
FA <- round(MSA/MSErr, digits=3)
```

```

FB <- round(MSB/MSErr,digits=3)
FC <- round(MSC/MSErr,digits=3)
FAB <- round(MSAB/MSErr,digits=3)
FAC <- round(MSAC/MSErr,digits=3)
FBC <- round(MSBC/MSErr,digits=3)
FABC <- round(MSABC/MSErr,digits=3)

```

##### Ringkasan Hasil #####

```

sources <- rbind("A", "B", "C", "AB", "AC", "BC", "ABC", "Err", "Total")
Values <- cbind("Source", "Deg Frdm", "SS", "MS", "F")
SS1 <- rbind(SSA,SSB,SSC,SSAB,SSAC,SSBC,SSABC,SSErr,SSTotal)
MS1 <- rbind(MSA,MSB,MSC,MSAB,MSAC,MSBC,MSABC,MSErr,"")
DB1 <-rbind(tr(Ma-Mmu),tr(Mb-Mmu),tr(Mc-Mmu),tr(Mab-Ma-Mb+Mmu),tr(Mac-Ma-
Mc+Mmu),tr(Mbc-Mb-Mc+Mmu),tr(Mabc+Ma+Mb+Mc-Mab-Mac-Mbc-Mmu),
tr(diag(1,a*b*c*r,a*b*c*r)-Mabc),tr(diag(1,a*b*c*r,a*b*c*r)-Mmu))
F1 <- rbind(FA,FB,FC,FAB,FAC,FBC,FABC,"","")
factABC <-cbind(sources,DB1,SS1,MS1,F1)
factorialABC2 <-rbind(Values,factABC)
factorialABC2

```

OUTPUT

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
[1,]	"Source"	"Deg Frdm"	"SS"	"MS"	"F"
[2,]	"A"	"2"	"3.483"	"1.742"	"9.416"
[3,]	"B"	"2"	"6.142"	"3.071"	"16.6"
[4,]	"C"	"2"	"468.985"	"234.493"	"1267.53"
[5,]	"AB"	"4"	"4.072"	"1.018"	"5.503"
[6,]	"AC"	"4"	"0.586"	"0.146"	"0.789"
[7,]	"BC"	"4"	"0.894"	"0.224"	"1.211"
[8,]	"ABC"	"8"	"1.094"	"0.137"	"0.741"
[9,]	"Err"	"54"	"9.973"	"0.185"	""
[10,]	"Total"	"80"	"495.231"	""	""

**KESIMPULAN**

Metode Matriks Rancangan Terpartisi ini sebagai alternatif penghitungan jumlah kuadrat dalam rancangan percobaan dengan menggunakan fungsi-fungsi aljabar matriks yang lebih mudah karena partisi matriks ini berpangkat penuh sehingga tidak diperlukan matriks kebalikan umum (*generalized inverse*). Bila partisi matriks tersebut adalah T yang bersesuaian dengan sumber keragaman dalam model, maka perhitungan jumlah kuadratnya menggunakan komponen  $\underline{Y}'T(T'T)^{-1}T'\underline{Y} = \underline{Y}'M\underline{Y}$ .

Bila sumber keragaman adalah pengaruh utama, maka jumlah kuadratnya adalah  $\underline{Y}'(M_* - M_\mu)\underline{Y}$ .

Bila sumber keragamannya adalah pengaruh interaksi, maka cara penghitungan jumlah kuadratnya sama seperti penghitungan jumlah kuadrat pengaruh utama diteruskan dengan mengurangi jumlah kuadrat pengaruh utama pembentuknya dan/atau pengaruh interaksi dengan derajat yang lebih rendah darinya.

Cara seperti ini dapat digeneralisasi untuk percobaan faktorial dengan banyak faktor lebih dari tiga.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Christensen, R. *Plane Answers to Complex Questions. The Theory of Linear Models. 3<sup>rd</sup> ed.* Springer Verlag, 2001.
- Dean, A. and Voss, D., *Design and Analysis of Experiments*, Springer, 1999.
- Gomez, K.A. and Gomez, A.A., *Statistical Procedures for Agricultural Research. 2<sup>nd</sup> ed.* John Wiley & Sons. 1984.
- Hicks, C.R., *Fundamental Concepts in the Design of Experiments. 3<sup>rd</sup> ed.*, Holt, Rinehart and Winston. 1982.
- Lentner, M. and Bishop, T. *Experimental Design and Analysis*. Valley Book Company. 1986.
- Little, T.M. and Hills, F.J., *Agricultural Experimentation. Design and Analysis*, John Wiley and Sons, 1978.
- Nugroho, S., Metode Matriks Rancangan Terpartisi untuk Penghitungan Jumlah Kuadrat, *Prosiding Semirata BKS PTN Wilayah Barat. Bogor 9-11 Mei 2014.*