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] :

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

dimana Y_{ij} = pengamatan ke-j pada perlakuan ke-i, μ = rataan total, τ_i = pengaruh perlakuan ke-i , dan ε_{ij} = penyimpangan pengamatan ke-(ij) dari rataan 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 $r_1 = r_2 = \ldots = r_t = r$, sehingga model diatas dalam notasi aljabar matriks dapat dituliskan dengan $\underline{Y}_{rt\times1} = X_{rt\times(t+1)}\underline{\beta}_{(t+1)\times1} + \underline{\varepsilon}_{rt\times1}$ dimana matriks rancangan beserta partisinya adalah $X_{rt\times(t+1)} = \left[\underline{1}_{rt\times1} \mid I_{t\times t} \otimes \underline{1}_{r\times1}\right] = \left[\underline{1}_{\mu} \mid T\right]$ dan vektor parameter model linier $\underline{\beta}'_{1\times(t+1)} = (\mu, \tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_t)$.

Dengan menggunakan notasi aljabar matriks, maka

$$\begin{aligned} JK[Total] &= \underline{Y}'\underline{Y} - \underline{Y}'\,\underline{1}_{\mu}(\underline{1}'_{\mu}\underline{1}_{\mu})^{-1}\,\underline{1}'_{\mu}\underline{Y} \\ &= \underline{Y}'(I - \underline{1}_{\mu}(\underline{1}'_{\mu}\underline{1}_{\mu})^{-1}\,\underline{1}'_{\mu})\underline{Y} \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} JK[Perlakuan] &= \underline{Y}'T(T'T)^{-1}T'\underline{Y} - \underline{Y}'\,\underline{1}_{\mu}(\underline{1}'_{\mu}\underline{1}_{\mu})^{-1}\,\underline{1}'_{\mu}\underline{Y} \\ &= \underline{Y}'(T(T'T)^{-1}T' - \underline{1}_{\mu}(\underline{1}'_{\mu}\underline{1}_{\mu})^{-1}\,\underline{1}'_{\mu})\underline{Y} \end{aligned} \tag{2}$$

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] :

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

dimana Y_{ij} adalah pengamatan pada blok ke-i dan perlakuan ke-j, μ adalah rataan 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 $\underline{Y}_{bt\times1} = X_{bt\times(b-t+1)}\underline{\beta}_{(b+t+1)\times1} + \underline{\varepsilon}_{bt\times1}$ dimana $X_{bt\times(b+t+1)} = \left[\underline{1}_{bt\times1} \mid I_{b\times b} \otimes \underline{1}_{t\times1} \mid \underline{1}_{b\times1} \otimes I_{t\times t}\right] = \left[\underline{1}_{\mu} \mid B \mid T\right]$ adalah matriks rancangan dan partisinya serta $\underline{\beta}'_{1\times(b+t+1)} = (\mu, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_b, \tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_t)$ adalah vektor parameter model linier.

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

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

$$JK[Blok] = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{t}\left(\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}\right)^2 = \tfrac{1}{t}\sum_{i=1}^{r} Y_{i.}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{t} Y_{ij}\right)^2}{rt}$$

$$JK[Perlakuan] = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{t}\left(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}\right)^2 = \tfrac{1}{r}\sum_{i=1}^{t} Y_{.j}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{t} Y_{ij}\right)^2}{rt}$$

$$JK[Galat] = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{t}\left(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}\right)^2$$

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

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

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

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

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 pemblokan 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]:

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

dimana Y_{ij} = pengamatan pada baris ke-i dan lajur ke-j, μ = rataan 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 :

$$Y_{..} = \sum_i\sum_j Y_{ij} \;\; ; \;\; Y_{i.} = \sum_j Y_{ij} \;\; ; \;\; Y_{.j} = \sum_i Y_{ij}$$

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

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

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

$$JK[Lajur] = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{t}\left(Y_{.j} - Y_{..}\right)^2$$

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

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

Matriks rancangan untuk model Rancangan Persegi Latin seperti dijelaskan pada sub bagian ini adalah $X_{t^2 \times (1+3t)} = \left[\underline{1}_{t^2 \times 1} \mid I_{t \times t} \otimes \underline{1}_{t \times 1} \mid \underline{1}_{t \times 1} \otimes I_{t \times t} \mid T_{t^2 \times t} \right] = \left[\underline{1}_{\mu} \mid R \mid B \mid T \right]$ dan vektor respon berukuran $t^2 x1$ dengan matriks T adalah matriks 0-1 yang memenuhi persyaratan sebagaimana disebutkan sebelum formula Jumlah Kuadrat Total.

Formula Jumlah Kuadrat dengan notasi

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

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

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

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

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 Total = 54827 – 53940.06 = 886.94

JK Perlakuan = 54158.25 – 53940.06 = 218.19

JK 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 Total = 54827 – 53940.0625 = 886.9375

JK Blok = 54536.2500 – 53940.0625 = 596.1875

JK Perlakuan = 54158.2500 – 53940.0625 = 218.1875

JK 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.

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

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

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

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

JK Total = 32185.8 – 31903.91 = 281.89

JK Blok Baris = 31936.10 – 31903.91 = 32.19

JK Blok Lajur = 31937.58 – 31903.91 = 33.67

JK Perlakuan = 32089.68 – 31903.91 = 185.76

JK 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