# ANALISIS KERAGAMAN MODEL RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL) DAN RANCANGAN ACAK KELOMPOK LENGKAP (RAKL) DENGAN MATRIKS RANCANGAN TERPARTISI

**Fajria Mustika Ayu Wandira[1], Sigit Nugroho[2], Dyah Setyo Rini[3]**
Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A
Email**:** **fajriamustikaaw@yahoo.com**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji analisis keragaman model Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan matriks rancangan terpartisi serta mengetahui penerapannya. Matriks rancangan terpartisi merupakan solusi yang digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah kuadrat dan derajat bebas dari masing-masing sumber keragaman.

**Kata Kunci:** Matriks Rancangan Terpartisi, Jumlah Kuadrat, Derajat Bebas.

## 1. PENDAHULUAN

Suatu percobaan merupakan suatu penelaahan ilmiah terencana yang dirancang untuk meneliti satu atau lebih populasi. Beberapa kondisi yang mencirikan suatu populasi disebut perlakuan, jadi setiap perlakuan secara khas mendefinisikan populasi [3]. Percobaan pada umumnya dilakukan untuk menemukan sesuatu. Oleh karena itu secara teoritis, percobaan diartikan sebagai tes [2] atau penyelidikan terencana untuk mendapatkan fakta baru [5]. Rancangan percobaan dapat diartikan juga sebagai tes atau serangkaian tes dimana perubahan yang berarti dilakukan pada variabel dari suatu proses atau sistem, sehingga kita dapat mengamati dan mengidentifikasi alasan-alasan perubahan pada respon output [2].

Kebanyakan rancangan percobaan dapat dikatakan sebagai modifikasi atau pengembangan dari rancangan-rancangan dasar. Rancangan dapat dikembangkan karena adanya kebutuhan untuk menangani situasi penelitian yang lebih kompleks. Rancangan percobaan yang paling sering digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL).

Dalam percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), sebanyak $n$ satuan percobaan diperlukan. Satuan-satuan percobaan tersebut diusahakan seseragam mungkin kondisinya, sehingga tidak ada sumber keragaman lain yang dapat dikendalikan. Sedangkan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) merupakan pengembangan sederhana dari Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan memasukkan komponen tambahan untuk pemblokkan [3].

Salah satu tahapan dalam Analisis Keragaman rancangan percobaan adalah menghitung jumlah kuadrat dari masing-masing sumber keragaman. Dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), sumber-sumber keragaman tersebut adalah perlakuan atau ditulis dengan notasi $\tau$ dan galat percobaan. Sedangkan dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), sumber-sumber keragaman tersebut adalah blok atau ditulis dengan notasi $\beta$, perlakuan ($\tau$) dan galat percobaan. Masing-masing sumber keragaman memiliki Nilai Harapan Kuadrat Tengah (NHKT) dan derajat bebas, yang akan digunakan sebagai derajat bebas *F*.

Hasil percobaan umumnya diarahkan pada prosedur Analisis Keragaman atau dikenal juga dengan Analisis Varian (ANAVA). Untuk mendapatkan jumlah kuadrat juga dapat menggunakan Dekomposisi QR. Persyaratan Dekomposisi QR menghendaki bahwa jumlah baris harus melebihi atau sama dengan jumlah kolomnya. Alternatifnya, dalam penelitian ini digunakan matriks rancangan terpartisi untuk menentukan besarnya jumlah kuadrat. Dengan menggunakan jumlah kuadrat yang telah dibahas oleh Nugroho (2014), penulis juga dapat menentukan derajat bebas, Nilai Harapan Kuadrat Tengah (NHKT), dan sebaran nya.

Metode matriks rancangan terpartisi untuk perhitungan jumlah kuadrat dapat diterapkan pada jenis-jenis rancangan seperti pada Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), Rancangan Persegi Latin dan Percobaan Tiga Faktor yang telah dibahas oleh Nugroho (2014), Rancangan Percobaan Tersarang Seimbang Dua dan Tiga Tahap yang telah dibahas oleh Alvionita (2015).

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 2.1 Notasi Aljabar Matriks Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Model linier yang digunakan pada notasi aljabar matriks pada umumnya ditulis $\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$ dimana $\boldsymbol{Y}$ merupakan variabel acak dari vektor pengamatan berukuran $n \times 1$, $\boldsymbol{X}$ merupakan matriks rancangan berukuran $n \times p$, $\boldsymbol{\beta}$ merupakan vektor parameter model linier berukuran $p \times 1$, dan $\boldsymbol{\varepsilon}$ merupakan variabel acak dari vektor galat percobaan berukuran $n \times 1$. Model yang biasa digunakan pada Analisis Keragaman adalah model yang memiliki elemen matriks yang terdiri dari angka nol dan satu [1].

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam notasi aljabar matriks dapat dituliskan menjadi :

$$\boldsymbol{Y}_{rt\times 1} = \boldsymbol{X}_{rt\times(t+1)}\boldsymbol{\beta}_{(t+1)\times 1} + \boldsymbol{\varepsilon}_{rt\times 1}$$

dengan $\boldsymbol{Y}_{rt\times 1}$ merupakan vektor pengamatan berukuran $rt \times 1$, $\boldsymbol{X}_{rt\times(t+1)}$ merupakan matriks rancangan berukuran $rt \times (t+1)$, $\boldsymbol{\beta}_{(t+1)\times 1}$ merupakan vektor parameter model linier berukuran $(t+1) \times 1$, dan $\boldsymbol{\varepsilon}_{rt\times 1}$ merupakan vektor galat percobaan berukuran $rt \times 1$. Matriks rancangan tersebut dipartisi menjadi beberapa sumber keragaman yang bervariasi yaitu konstanta dan perlakuan. Bentuk matriks partisi dari rancangan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

$$\underset{\boldsymbol{Y}_{rt\times 1}}{\begin{bmatrix} Y_{11} \\ \vdots \\ Y_{1r} \\ Y_{21} \\ \vdots \\ Y_{2r} \\ \vdots \\ Y_{t1} \\ \vdots \\ Y \end{bmatrix}} = \underset{[\boldsymbol{1}_{r\times 1}\otimes\boldsymbol{1}_{t\times 1} \,|\, \boldsymbol{I}_{t\times t}\otimes\boldsymbol{1}_{r\times 1}]}{\left[\begin{array}{c|cccc} 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & 1 & 0 & & 0 \\ 1 & 0 & 1 & & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 0 & 1 & \cdots & 1 \end{array}\right]} \left[\begin{array}{c} \mu \\ \hline \tau_1 \\ \tau_2 \\ \vdots \\ \tau_t \end{array}\right]$$

Matriks partisi terdiri dari sumber keragaman konstanta $\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{\mu}} = [\boldsymbol{1}_{r\times 1}\otimes\boldsymbol{1}_{t\times 1}]$ dan sumber keragaman perlakuan $\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{\tau}} = [\boldsymbol{I}_{t\times t}\otimes\boldsymbol{1}_{r\times 1}]$.

Matriks proyeksi memiliki bentuk $M = X(X^tX)^{-1}X^t$. Selanjutnya, matriks rancangan yang sudah di partisi diuji dengan menggunakan matriks proyeksi. Matriks proyeksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}} = \frac{1}{rt}\boldsymbol{J}_{r\times r}\otimes\boldsymbol{J}_{t\times t}$$

$$\boldsymbol{M_\tau} = \frac{1}{r}\boldsymbol{I}_{t\times t}\otimes\boldsymbol{J}_{r\times r}$$

Selanjutnya, dengan menggunakan sifat *Cronecker Product* (Perkalian Kronecker), penulis dapat menemukan setiap kombinasi perkalian matriks dari $\boldsymbol{M_\mu}$ dan $\boldsymbol{M_\tau}$. Berikut adalah hasil perkalian matriks dari $\boldsymbol{M_\mu}$ dan $\boldsymbol{M_\tau}$:

Tabel 1. Perkalian matriks

| | $\boldsymbol{M_\mu}$ | $\boldsymbol{M_\tau}$ |
|---|---|---|
| $\boldsymbol{M_\mu}$ | $\boldsymbol{M_\mu}$ | $\boldsymbol{M_\mu}$ |
| $\boldsymbol{M_\tau}$ | $\boldsymbol{M_\mu}$ | $\boldsymbol{M_\tau}$ |

### 2.1.1 Notasi Matriks pada Jumlah Kuadrat dan Derajat Bebas

Pada umumnya formula jumlah kuadrat dapat ditulis dalam bentuk notasi matriks sebagai berikut (lihat Nugroho (2014)):

a. JK Total = $\boldsymbol{Y^t}(I - M_\mu)\boldsymbol{Y}$

b. JK Perlakuan = $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$

c. JK Error = $\boldsymbol{Y^t}(I - M_\tau)\boldsymbol{Y}$

Bahwa Y vektor acak berukuran $\mathrm{n} \times 1$ berdistribusi $\mathbf{N}(\mathbf{y}: \boldsymbol{\mu}, \mathbf{I})$. Variabel acak $\mathbf{U} = \mathbf{Y^t A Y}$ berdistribusi $\chi^2(\mathrm{u}: \mathrm{K}; \lambda)$, dimana $\boldsymbol{\lambda} = \boldsymbol{\mu}^{\mathbf{t}}\mathbf{A}\boldsymbol{\mu}/\mathbf{2}$, jika dan hanya jika **A** matriks idempotent dengan $\mathrm{rank}(\mathbf{A}) = \mathrm{K}$ [1]. Dari sifat simetri dan idempoten, maka $\mathrm{rank}$ nya adalah:

$rank\ (I - M_\mu) = rt - 1$

$rank(M_\tau - M_\mu) = t - 1$

$rank\ (I - M_\tau) = (r - 1)t$

### 2.1.2 Statistik Uji Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Matriks ***B*** dikalikan matriks ***A*** sama dengan nol apabila matriks ***A*** dan matriks ***B*** saling bebas. Akan dibuktikan bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(I - M_\tau)\boldsymbol{Y}$ saling bebas:

$$\begin{aligned}(M_\tau - M_\mu)(I - M_\tau) &= M_\tau - M_\tau.M_\tau - M_\mu + M_\mu.M_\tau \\ &= M_\tau - M_\tau - M_\mu + M_\mu \\ &= 0\end{aligned}$$

karena $(M_\tau - M_\mu)(I - M_\tau) = 0$, maka kedua bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(I - M_\tau)\boldsymbol{Y}$ saling bebas. Sehingga, menurut Graybill (1976)

$$F_{hit} = \frac{KT[P]}{KT[G]} = \frac{\dfrac{\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}}{t-1}}{\dfrac{\boldsymbol{Y^t}(I - M_\tau)\boldsymbol{Y}}{(r-1)t}}$$

menyebar menurut sebaran *F* dengan derajat bebas $t - 1$ dan $(r - 1)t$.

## 2.2 Notasi Aljabar Matriks Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)

$$\boldsymbol{Y}_{bt\times 1} = \boldsymbol{X}_{bt\times(b+t+1)}\boldsymbol{\beta}_{(b+t+1)\times 1} + \boldsymbol{\varepsilon}_{bt\times 1})$$

dengan $\boldsymbol{Y}_{bt\times 1}$ merupakan vektor pengamatan berukuran $bt \times 1$, $\boldsymbol{X}_{bt\times(b+t+1)}$ merupakan matriks rancangan berukuran $bt \times (b + t + 1)$, $\boldsymbol{\beta}_{(b+t+1)\times 1}$ merupakan vektor parameter model linier berukuran $(b + t + 1) \times 1$, dan $\boldsymbol{\varepsilon}_{bt\times 1}$ merupakan vektor galat percobaan berukuran $bt \times 1$. Matriks rancangan tersebut dipartisi menjadi beberapa sumber keragaman yang bervariasi yaitu konstanta, blok, dan perlakuan. Bentuk matriks partisi dari rancangan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

$$
\begin{bmatrix} Y_{11} \\ \vdots \\ Y_{1t} \\ Y_{21} \\ \vdots \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{b1} \\ \vdots \\ Y_{bt} \end{bmatrix}
=
\left[\begin{array}{c|cccc|cccc}
1 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \ddots & \vdots & & 0 \\
1 & 1 & 0 & & 0 & 0 & 0 & & 1 \\
1 & 0 & 1 & & 0 & 1 & 0 & & 0 \\
\vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots & & 0 \\
1 & 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 & 0 & & 1 \\
\vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 0 & & 0 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & & 0 \\
1 & 0 & 1 & \cdots & 1 & 0 & 0 & & 1
\end{array}\right]
\left[\begin{array}{c} \mu \\ \hline \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_b \\ \hline \tau_1 \\ \vdots \\ \tau_t \end{array}\right]
$$

$$
\boldsymbol{Y}_{rt\times 1} \qquad [\mathbf{1}_{b\times 1}\otimes\mathbf{1}_{t\times 1} \mid \boldsymbol{I}_{b\times b}\otimes\mathbf{1}_{t\times 1} \mid \mathbf{1}_{b\times 1}\otimes\boldsymbol{I}_{t\times t}]
$$

Matriks partisi terdiri dari sumber keragaman konstanta $\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{\mu}} = [\mathbf{1}_{b\times 1}\otimes\mathbf{1}_{t\times 1}]$, sumber keragaman blok $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}} = [\boldsymbol{I}_{b\times b}\otimes\mathbf{1}_{t\times 1}]$, dan sumber keragaman perlakuan $\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{\tau}} = [\mathbf{1}_{b\times 1}\otimes\boldsymbol{I}_{t\times t}]$

Matriks proyeksi memiliki bentuk $M = X(X^tX)^{-1}X^t$. Selanjutnya, matriks rancangan yang sudah di partisi diuji dengan menggunakan matriks proyeksi. Matriks proyeksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}} = \frac{1}{bt}\boldsymbol{J}_{b\times b}\otimes\boldsymbol{J}_{t\times t}$$
$$\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}} = \frac{1}{t}\boldsymbol{I}_{b\times b}\otimes\boldsymbol{J}_{t\times t}$$
$$\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\tau}} = \frac{1}{b}\boldsymbol{J}_{b\times b}\otimes\boldsymbol{I}_{t\times t}$$

Selanjutnya, dengan menggunakan sifat *Cronecker Product* (Perkalian Kronecker), penulis dapat menemukan setiap kombinasi perkalian matriks dari $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$, $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}}$ dan $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\tau}}$. Berikut adalah hasil perkalian matriks dari $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$, $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}}$ dan $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\tau}}$:

Tabel 2. Perkalian matriks

| | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\tau}}$ |
|---|---|---|---|
| $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ |
| $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\beta}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ |
| $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\tau}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\mu}}$ | $\boldsymbol{M}_{\boldsymbol{\tau}}$ |

### 2.2.1 Notasi Matriks pada Jumlah Kuadrat dan Derajat Bebas

Formula jumlah kuadrat dapat ditulis dalam bentuk notasi matriks sebagai berikut (lihat Nugroho (2014)):

a. JK Total = $\boldsymbol{Y}^{\boldsymbol{t}}\left(I - M_{\mu}\right)\boldsymbol{Y}$

b. JK Blok = $\boldsymbol{Y}^{\boldsymbol{t}}\left(M_{\beta} - M_{\mu}\right)\boldsymbol{Y}$

c. JK Perlakuan = $\boldsymbol{Y}^{\boldsymbol{t}}\left(M_{\tau} - M_{\mu}\right)\boldsymbol{Y}$

d. JK Error = $\boldsymbol{Y}^{\boldsymbol{t}}\left(I + M_{\mu} - M_{\tau} - M_{\beta}\right)\boldsymbol{Y}$

$\boldsymbol{Y}$ vektor acak berukuran $\mathrm{n}\times 1$ berdistribusi $\mathbf{N}(\mathbf{y}{:}\,\boldsymbol{\mu},\mathbf{I})$. Variabel acak $\mathbf{U} = \mathbf{Y}^{\mathbf{t}}\mathbf{A}\mathbf{Y}$ berdistribusi $\chi^2(\mathrm{u}{:}\,\mathrm{K};\lambda)$, dimana $\boldsymbol{\lambda} = \boldsymbol{\mu}^{\mathbf{t}}\mathbf{A}\boldsymbol{\mu}/\mathbf{2}$, jika dan hanya jika $\boldsymbol{A}$ matriks idempotent dengan $\mathrm{rank}(\mathbf{A}) = \mathrm{K}$ [1]. Dari sifat simetri dan idempoten, maka $\mathrm{rank}$ nya adalah:

$rank\ \left(I - M_{\mu}\right) = bt - 1$

$rank\left(M_{\beta} - M_{\mu}\right) = b - 1$

$rank(M_\tau - M_\mu) = t - 1$
$rank\ (I + M_\mu - M_\tau - M_\beta) = (b-1)(t-1)$

### 2.2.2 Statistik Uji Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)

Peneliti akan menunjukkan bahwa bentuk kuadratsaling bebas:

a. Bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(\boldsymbol{I} + \boldsymbol{M_\mu} - \boldsymbol{M_\tau} - \boldsymbol{M_\beta})\ \boldsymbol{Y}$ saling bebas

   Akan dibuktikan bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)\ \boldsymbol{Y}$ saling bebas:

   $(M_\tau - M_\mu)(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)$
   $= M_\tau + M_\tau M_\mu - M_\tau M_\tau - M_\tau M_\beta - M_\mu - M_\mu M_\mu + M_\mu M_\tau + M_\mu M_\beta$
   $= M_\tau + M_\mu - M_\tau - M_\mu - M_\mu - M_\mu + M_\mu + M_\mu$
   $= 0$

   karena $(M_\tau - M_\mu)(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta) = 0$, maka berdasarkan Teorema 2.9 kedua bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)\ \boldsymbol{Y}$ saling bebas. Sehingga, menurut Graybill (1976)

$$F_{hit} = \frac{KT[P]}{KT[G]} = \frac{\dfrac{\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}}{t-1}}{\dfrac{\boldsymbol{Y^t}(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)\ \boldsymbol{Y}}{(b-1)(t-1)}}$$

   menyebar menurut sebaran *F* dengan derajat bebas $t-1$ dan $(b-1)(t-1)$.

b. Bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\beta - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(\boldsymbol{I} + \boldsymbol{M_\mu} - \boldsymbol{M_\tau} - \boldsymbol{M_\beta})\ \boldsymbol{Y}$ saling bebas

   Akan dibuktikan bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\beta - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)\ \boldsymbol{Y}$ saling bebas:

   $(M_\beta - M_\mu)(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)$
   $= M_\beta + M_\beta M_\mu - M_\beta M_\tau - M_\beta M_\beta - M_\mu - M_\mu M_\mu + M_\mu M_\tau + M_\mu M_\beta$
   $= M_\beta + M_\mu - M_\mu - M_\beta - M_\mu - M_\mu + M_\mu + M_\mu$
   $= 0$

   karena $(M_\beta - M_\mu)(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta) = 0$, maka berdasarkan Teorema 2.9 kedua bentuk kuadrat $\boldsymbol{Y^t}(M_\tau - M_\mu)\boldsymbol{Y}$ dan $\boldsymbol{Y^t}(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)\ \boldsymbol{Y}$ saling bebas. Sehingga, menurut Graybill (1976)

$$F_{hit} = \frac{KT[P]}{KT[G]} = \frac{\dfrac{\boldsymbol{Y^t}(M_\beta - M_\mu)\boldsymbol{Y}}{t-1}}{\dfrac{\boldsymbol{Y^t}(I + M_\mu - M_\tau - M_\beta)\ \boldsymbol{Y}}{(b-1)(t-1)}}$$

   menyebar menurut sebaran *F* dengan derajat bebas $t-1$ dan $(b-1)$

## 3. TELADAN PENERAPAN

Teladan yang digunakan pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) diambil dari teladan pada buku “Design and Analysis of Experiment” oleh Angela Dean dan Daniel Voss (1999).

### 3.1 Teladan Penerapan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Tabel 3. Data Untuk Percobaan Ikan Air Tawar

| Kode | Hemoglobin (gram per 100 ml) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.7 | 7.8 | 5.5 | 8.4 | 7.0 | 7.8 | 8.6 | 7.4 | 5.8 | 7.0 |
| 2 | 9.9 | 8.4 | 10.4 | 9.3 | 10.7 | 11.9 | 7.1 | 6.4 | 8.6 | 10.6 |
| 3 | 10.4 | 8.1 | 10.6 | 8.7 | 10.7 | 9.1 | 8.8 | 8.1 | 7.8 | 8.0 |
| 4 | 9.3 | 9.3 | 7.2 | 7.8 | 9.3 | 10.2 | 8.7 | 8.6 | 9.3 | 7.2 |

Nilai perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan Program R, dapat disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Analisis Keragaman untuk Teladan Penerapan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

| Sumber Keragaman | $db$ | $JK$ | $KT$ | $F_{hit}$ | $F_{tabel}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Perlakuan | 3 | 26,803 | 8,934 | 5,694 | 2.866 |
| Galat | 36 | 56,471 | 1.569 | | |
| Total | 39 | 83.274 | | | |

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh $F_{hit} = 5{,}694 > F_{tabel} = 2.866$, sehingga $H_0$ ditolak. Artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara ikan air tawar yang diberikan makanan dengan kadar yang berbeda terhadap hasil hemoglobin.

### 3.1 Teladan Penerapan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)

Tabel 5. Data Penatalaksanaan (Protokol) Rawat Inap yang Diabaikan

| Subjek | Protokol | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 7131 | 6846 | 7095 |
| 2 | 8062 | 8573 | 8685 |
| 3 | 6921 | 7287 | 7132 |
| 4 | 7249 | 7554 | 7471 |
| 5 | 9551 | 8866 | 8840 |
| 6 | 7046 | 7681 | 6939 |
| 7 | 7715 | 7535 | 7831 |
| 8 | 9862 | 10087 | 9711 |
| 9 | 7812 | 7708 | 8179 |

Nilai perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan Program R, dapat disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Analisis Keragaman untuk Teladan Penerapan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)

| Sumber Keragaman | $db$ | $JK$ | $KT$ | $F_{hit}$ | $F_{tabel}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Blok | 8 | 23117462,296 | 2889682,787 | 37,423 | 3,634 |
| Perlakuan | 2 | 35948,741 | 17974,371 | 0,233 | |
| Galat | 16 | 1235483,259 | 77217,704 | | |
| Total | 26 | 24388894,296 | | | |

Berdasarkan Tabel 6, pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui pengaruh blok terhadap respon, diperoleh $F_{hit} = 37{,}423 > F_{tabel} = 3{,}634$, sehingga $H_0$ ditolak. Artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara subjek terhadap efek penatalaksanaan (protokol) yang diabaikan . Untuk pengujian kedua dilakukan untuk mengetahui pengaruh protokol terhadap efek penatalaksanaan (protokol) yang diabaikan, diperoleh $F_{hit} = 0{,}233 < F_{tabel} = 3{,}634$, sehingga $H_0$ ditolak. Artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara protokol terhadap efek penatalaksanaan (protokol) yang diabaikan.

## 4. DAFTAR PUSTAKA


[1] Graybill, F. A. 1976. *Theory and Application of the Linier Model*. Wadsworth

[2] Montgomery, D. C. 2001. *Design and Analysis of Experiments.* Fifth Edition. John Wiley & Sons. New York.

[3] Nugroho, S. 2008. *Dasar-dasar Rancangan Percobaan.* UNIB Press. Bengkulu.

[4] Nugroho, S. 2014. Metode Matriks Rancangan Terpartisi untuk Perhitungan Jumlah Kuadrat. *Prosiding Semirata BKS PTN Wilayah Barat.* Bogor.

[5] Steel, R.G.D dan J.H, Torrie. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Penterjemah Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka, Jakarta.