

# Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dan Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar

Idhia Sriliana<sup>1</sup>, Sigit Nugroho<sup>2</sup>, Fachri Faisal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

## ABSTRAK

Terkadang dalam pelaksanaan percobaan di lapangan satu atau lebih pengamatan hilang dari gugus data. Pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dan Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar, tiap data yang hilang dapat merusak keseimbangan rancangan. Sehingga perlu diambil langkah-langkah untuk mengatasi masalah data hilang, khususnya dalam inferensia mengenai perlakuan. Suatu prosedur yang dikemukakan oleh Yates(1933) dapat diterima untuk analisis percobaan dengan beberapa data hilang yaitu dengan menyisipkan nilai dugaan yang meminimumkan jumlah kuadrat galat percobaan. Jadi penelitian ini bertujuan untuk mempelajari bagaimana prosedur tersebut sebagai solusi untuk mengatasi data hilang. Dari hasil kajian disimpulkan bahwa prosedur pendugaan data hilang dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat percobaan dapat digunakan untuk analisis percobaan data hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dan Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar.

*Kata kunci:* Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar, Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar, Analisis Varian

## 1. PENDAHULUAN

Hilangnya sebuah pengamatan dalam Rancangan Acak Lengkap tidak menimbulkan kesulitan karena rancangan ini dapat dibuat berdasarkan ukuran sampel yang berbeda-beda. Sedangkan pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dan Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar, tiap data yang hilang dapat merusak keseimbangan rancangan. Beberapa kontras perlakuan terkontaminasi dengan pengaruh blok. Sehingga perlu diambil langkah-langkah untuk meminimumkan pengaruh data yang hilang, khususnya dalam inferensia mengenai perlakuan (Lentner & Bishop, 1986).

Satu metode yang dikemukakan oleh Yates dapat diterima untuk analisis percobaan dengan beberapa data hilang. Metode ini dilakukan dengan menyisipkan nilai dugaan yang meminimumkan jumlah kuadrat galat percobaan. Nilai dugaan yang didapat tidak memberikan informasi tambahan untuk percobaan, tetapi hanya sebagai fasilitas untuk analisis data sisanya (Steel & Torrie, 1981).

Menurut Steel dan Torrie (1981), terdapat juga solusi yang digunakan untuk dua data hilang. Data hilang yang pertama ditaksir dengan menghitung rata-rata dari nilai yang diketahui pada blok dan perlakuan yang memuat salah satu dari data yang hilang. Selanjutnya, data hilang yang lain ditaksir dengan menggunakan metode Yates. Penaksiran dengan metode Yates terus dilakukan berulang-ulang untuk kedua data hilang secara bergantian hingga konvergensi tercapai.

Sehingga, sesuai dengan apa yang telah diuraikan di atas maka tujuan dari penulisan skripsi ini adalah mempelajari bagaimana prosedur yang dapat diterima untuk analisis percobaan dengan beberapa data hilang sehingga dapat diketahui solusi untuk mengatasi data hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dan Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar.

## 2. LANDASAN TEORI

### a. Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar merupakan rancangan lapangan dengan pengelompokan satu arah dimana pengelompokan satuan percobaan dikarenakan terdapat satu hal yang berbeda dan berpengaruh terhadap hasil percobaan (Lentner & Bishop, 1986).

Model linier Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dapat dituliskan sebagai berikut (Montgomery, 1976):

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

Agar inferensia valid, maka  $\varepsilon_{ij}$  menyebar bebas identik menurut sebaran normal  $(0, \sigma_\varepsilon^2)$  untuk tiap  $i$  dan  $j$ . Untuk model tetap, diasumsikan bahwa  $\sum_j \tau_j = 0$  dan  $\sum_i \beta_i = 0$ . Untuk model acak, asumsinya adalah setiap  $\beta_i$  menyebar bebas identik menurut sebaran Normal  $(0, \sigma_\beta^2)$ .  $\tau_j$  menyebar bebas identik, menurut sebaran Normal  $(0, \sigma_\tau^2)$ , serta semua  $\beta$ ,  $\tau$ , dan  $\varepsilon$  menyebar saling bebas. Dengan metode kuadrat terkecil, diperoleh penduga bagi  $i$  blok ke- $i$  dan perlakuan ke- $j$  yaitu:

$$\hat{\beta}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..} \quad \text{dan} \quad \hat{\tau}_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..} \quad (2)$$

Rumus Masing-masing Jumlah Kuadrat dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar adalah sebagai berikut:

$$JK[T] = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^t Y_{ij}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^t Y_{ij} \right)^2}{rt} \quad (3a)$$

$$JK[B] = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^r Y_{i.}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^t Y_{ij} \right)^2}{rt} \quad (3b)$$

$$JK[P] = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^t Y_{.j}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^t Y_{ij} \right)^2}{rt} \quad (3c)$$

$$JK[\text{Galat}] = JK[\text{Total}] - JK[\text{Baris}] - JK[\text{Perlakuan}] \quad (3d)$$

Tabel 1 Analisis Varian untuk RAKL Dasar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	NHKTT	NHKTA
Blok	$r-1$	JK[B]			
Perlakuan	$t-1$	JK[P]	KT[P]	$\sigma_\varepsilon^2 + r\phi_\tau$	$\sigma_\varepsilon^2 + r\sigma_\tau^2$
Galat	$(r-1)(t-1)$	JK[G]	KT[G]	$\sigma_\varepsilon^2$	$\sigma_\varepsilon^2$
Total	$rt-1$	JK[T]			

Untuk pengujian dengan taraf uji  $\alpha$ ,  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_r$  lawan

$H_1$ : sedikitnya ada  $\mu_i \neq \mu_j$  untuk  $i \neq j$  ( $1, 2, \dots, t$ ) digunakan statistik uji:

$$F_{hit} = \frac{KT[\text{Perlakuan}]}{KT[\text{Galat Percobaan}]} \sim F_{\alpha; (t-1), (r-1)(t-1)} \quad (4)$$

b. Rancangan Bujur Sangkar latin Dasar

Secara umum, Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar dapat digunakan untuk membandingkan rata-rata  $t$  perlakuan dengan adanya dua sumber keragaman yang berbeda yaitu dengan mengelompokkan perlakuan tersebut ke dalam  $t$  baris dan  $t$  lajur.

Model linier yang digunakan untuk menjelaskan pengamatan dari Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar (Lentner & Bishop, 1986):

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \sum_{k=1}^t \tau_{(k)} + \varepsilon_{ij} \quad i, j, k = 1, \dots, t \quad (5)$$

Seperti halnya dengan rancangan lain, jika model tetap yang digunakan dalam Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar, maka perlu diasumsikan (Gaspersz, 1991):

$$\sum_{i=1}^t \rho_i = \sum_{j=1}^t \gamma_j = \sum_{k=1}^t \tau_{(k)} = 0 \quad \text{dan} \quad \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (6)$$

Jika model acak yang digunakan, maka asumsi yang diperlukan adalah sebagai berikut:

$$\rho_i \sim N(0, \sigma_\rho^2); \gamma_j \sim N(0, \sigma_\gamma^2); \tau_{(k)} \sim N(0, \sigma_\tau^2); \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (7)$$

Dengan menggunakan metode kuadrat terkecil maka diperoleh penduga bagi blok ke- $i$ , lajur ke- $j$ , dan perlakuan ke- $k$ , berturut-turut sebagai berikut :

$$\hat{\rho}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}; \hat{\gamma}_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}; \hat{\tau}_{(k)} = \bar{Y}_{(k)} - \bar{Y}_{..} \quad (8)$$

Penghitungan jumlah kuadrat berdasarkan formula berikut:

$$JK[\text{Total}] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 \quad (9a)$$

$$JK[\text{Baris}] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 \quad (9b)$$

$$JK[\text{Perlakuan}] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_{(k)} - \bar{Y}_{..})^2 \quad (9c)$$

$$JK[\text{Lajur}] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2 \quad (9d)$$

$$JK[\text{Galat}] = JK[\text{Total}] - JK[\text{Baris}] - JK[\text{Perlakuan}] - JK[\text{Lajur}] \quad (9e)$$

Tabel 2 Analisis Varian untuk Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	NHKTT	NHKTA
Baris	$t-1$	JK[B]			
lajur	$t-1$	JK[L]			
Perlakuan	$t-1$	JK[P]	KT[P]	$\sigma_\varepsilon^2 + t\phi_\tau^2$	$\sigma_\varepsilon^2 + t\sigma_\tau^2$
Galat	$(t-1)(t-2)$	JK[G]	KT[G]	$\sigma_\varepsilon^2$	$\sigma_\varepsilon^2$
Total	$t^2-1$	JK[T]			

Untuk model tetap, hipotesis yang ingin diuji adalah apakah semua perlakuan memberikan pengaruh yang sama? Statistik uji yang digunakan adalah

$$F_{hit} = \frac{KT[\text{Perlakuan}]}{KT[\text{Galat}]} \sim F_{\alpha; (t-1), (t-1)(t-2)} \quad (10)$$

### 3. DATA HILANG DALAM RANCANGAN ACAK KELOMPOK LENGKAP DASAR

a. Satu Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Bila data yang hilang adalah  $Y_{gh}$ , yaitu nilai pengamatan pada perlakuan ke  $-h$  dan blok ke  $-g$ . Maka nilai dugaan  $M$  yang meminimumkan Jumlah Kuadrat Galat Percobaan adalah (Lentner & Bishop, 1986):

$$M = \frac{r.B_g + t.T_h - G}{(r-1)(t-1)} \tag{1}$$

dimana:

- $r$  = banyaknya blok yang digunakan
- $t$  = banyaknya perlakuan yang digunakan
- $B_g$  = total semua pengamatan yang tak hilang blok ke  $-g$
- $T_h$  = total semua pengamatan yang tak hilang perlakuan ke  $-h$
- $G$  = total semua pengamatan yang tak hilang

Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang satu. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[B_g - (t-1)M]^2}{t(t-1)} \tag{2}$$

Contoh Analisis untuk Satu Data Hilang

Tabel 3 Data Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Pembersihan	Asal				
	1	2	3	4	5
1	21	36	25	18	22
2	26	38	27	17	26
3	16	25	22	18	21
4	28	35	27	20	24

Tabel 4 Hasil Analisis Satu Data Hilang pada RAKL Dasar

Data Hilang	Nilai Dugaan	$F_{hitung}$	Kesimpulan
Blok ke-2 dan Perlakuan ke-2	$M = \frac{(5 \times 96) + (4 \times 96) - 454}{(5-1)(4-1)}$ $= 34.17$	5.55	Untuk $(\alpha = 0.05)$ , $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak

b. Dua Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Bila dua data yang hilang adalah  $Y_{kl}$  (nilai pengamatan pada blok ke  $-k$  dan perlakuan ke  $-l$ ) dan  $Y_{gh}$  (nilai pengamatan pada blok ke  $-g$  dan perlakuan ke  $-h$ ), dengan penduga berturut-turut adalah  $A$  dan  $B$ . Maka salah satu data hilang (misalkan  $Y_{kl}$ ) diaproksimasi dengan menggunakan rumus:

$$A_0 = \frac{(\bar{Y}_k + \bar{Y}_l)}{2} \tag{3}$$

dimana:

$A_0$  = nilai dugaan awal

$\bar{Y}_k$  = rata-rata pengamatan yang tak hilang blok ke -k

$\bar{Y}_l$  = rata-rata pengamatan yang tak hilang perlakuan ke -l

Kemudian hitung nilai dugaan A dan B hingga konvergensi tercapai, dengan menggunakan rumus dugaan untuk satu data hilang yaitu persamaan (1).

Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang dua. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[B_k - (t-1)A]^2 + [B_g - (t-1)B]^2}{t(t-1)} \quad (4)$$

*Contoh Hasil Analisis untuk Dua Data Hilang*

Dengan menggunakan data Tabel 3 maka untuk contoh dua data hilang dalam RAKLD diperoleh hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 5 Dua Data Hilang dalam Blok dan Perlakuan yang Tidak Sama

Data Hilang	Nilai Awal	Nilai Dugaan	F <sub>hitung</sub>	Kesimpulan
A (blok ke-1 dan perlakuan ke-1)	$A_0 = 24.29$	A = 23.73 (iterasi ketiga) B = 20.19 (iterasi ketiga)	5.11	Untuk ( $\alpha = 0.05$ ), $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B (blok ke-3 dan perlakuan ke-3)	$B_0 = 23.17$	A = 23.73 (iterasi ketiga) B = 20.19 (iterasi ketiga)		
A (blok ke-2 dan perlakuan ke-2)	$A_0 = 28$	A = 34.08 (iterasi ketiga) B = 21.08 (iterasi ketiga)	4.94	Untuk ( $\alpha = 0.05$ ), $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B (blok ke-4 dan perlakuan ke-4)	$B_0 = 23.08$	A = 34.08 (iterasi ketiga) B = 21.08 (iterasi ketiga)		
A (blok ke-5 dan perlakuan ke-1)	$A_0 = 24.33$	A = 23.41 (iterasi kedua) B = 20.13 (iterasi ketiga)	3.81	Untuk ( $\alpha = 0.05$ ), $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B (blok ke-1 dan perlakuan ke-3)	$B_0 = 23.25$	A = 23.41 (iterasi empat) B = 20.13 (iterasi ketiga)		

Tabel 6. Dua Data Hilang dalam Blok yang Sama

Data Hilang	Nilai Awal	Nilai Dugaan	F <sub>hitung</sub>	Kesimpulan
A(blok ke-5 dan perlakuan ke-1)	$A_0 = 24.25$	A = 24.87 (iterasi ketiga) B = 27.37 (iterasi empat)	6.04	Untuk ( $\alpha = 0.05$ ), $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B(blok ke-5 dan perlakuan ke-4)	$B_0 = 25.50$	A = 24.87 (iterasi empat) B = 27.37 (iterasi empat)		

A(blok ke-5 dan perlakuan ke-1)	$A_0 = 26.13$	$A = 25.50$ (iterasi empat) $B = 21.75$ (iterasi empat)	3.82	Untuk $(\alpha = 0.05)$ , $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B(blok ke-5 dan perlakuan ke-4)	$B_0 = 24.25$	$A = 25.50$ (iterasi kelima) $B = 21.75$ (iterasi empat)		
A(blok ke-2 dan perlakuan ke-3)	$A_0 = 28.13$	$A = 33.50$ (iterasi kelima) $B = 39.00$ (iterasi kelima)	5.04	Untuk $(\alpha = 0.05)$ , $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B(blok ke-2 dan perlakuan ke-4)	$B_0 = 30.88$	$A = 33.50$ (iterasi kelima) $B = 39.00$ (iterasi kelima)		

Tabel 7 Dua Data Hilang dalam Perlakuan yang Sama

Data Hilang	Nilai Awal	Nilai Dugaan	$F_{hitung}$	Kesimpulan
A(blok ke-1 dan perlakuan ke-3)	$A_0 = 24.25$	$A = 18.78$ (iterasi empat) $B = 12.11$ (iterasi kelima)	6.23	Untuk $(\alpha = 0.05)$ , $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B(blok ke-4 dan perlakuan ke-3)	$B_0 = 25.50$	$A = 18.78$ (iterasi kelima) $B = 12.11$ (iterasi empat)		
A(blok ke-2 dan perlakuan ke-2)	$A_0 = 29.17$	$A = 35.44$ (iterasi empat) $B = 22.11$ (iterasi kelima)	6.87	Untuk $(\alpha = 0.05)$ , $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B(blok ke-4 dan perlakuan ke-2)	$B_0 = 22.50$	$A = 35.44$ (iterasi empat) $B = 22.11$ (iterasi ketiga)		
A(blok ke-1 dan perlakuan ke-3)	$A_0 = 23.83$	$A = 21.44$ (iterasi empat) $B = 26.78$ (iterasi empat)	5.52	Untuk $(\alpha = 0.05)$ , $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak
B(blok ke-4 dan perlakuan ke-3)	$B_0 = 26.50$	$A = 21.44$ (iterasi ketiga) $B = 26.78$ (iterasi ketiga)		

c. Tiga Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Bila tiga data yang hilang adalah  $Y_{kl}$  (nilai pengamatan pada blok ke- $k$  dan perlakuan ke- $l$ ),  $Y_{mn}$  (nilai pengamatan pada blok ke- $m$  dan perlakuan ke- $n$ ) dan  $Y_{gh}$  (nilai pengamatan pada blok ke- $g$  dan perlakuan ke- $h$ ), dengan penduga berturut-turut adalah  $A$ ,  $B$ , dan  $C$ . Maka sembarang dua dari tiga data hilang (misalkan  $Y_{kl}$  dan  $Y_{mn}$ ) diaproksimasi dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$A_0 = \frac{(\bar{Y}_k + \bar{Y}_l)}{2} \quad (5)$$

$$B_0 = \frac{(\bar{Y}_m + \bar{Y}_n)}{2} \quad (6)$$

Kemudian hitung nilai dugaan  $A$ ,  $B$  dan  $C$  hingga konvergensi tercapai, dengan menggunakan rumus dugaan untuk satu data hilang yaitu persamaan (1).

Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang Tiga. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[B_k - (t-1)A]^2 + [B_m - (t-1)B]^2 + [B_g - (t-1)C]^2}{t(t-1)} \quad (7)$$

Contoh Hasil Analisis untuk Tiga Data Hilang

Dengan menggunakan data Tabel 3 maka untuk contoh tiga data hilang dalam RAKLD diperoleh hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 8. Tiga Data hilang dalam Blok dan Perlakuan yang Tidak Sama

Data Hilang	Nilai Awal	Nilai Dugaan	$F_{hit}$	Kesimpulan
A (blok ke-5 dan perlakuan ke-4) B (blok ke-1 dan perlakuan ke-3) C (blok ke-4 dan perlakuan ke-1)	$A_0 = 25.25$ $B_0 = 23.25$ $B_0 = 23.25$ $C_0 = 22.17$	$A = 26.11$ (iterasi ketiga) $B = 20.11$ (iterasi ketiga) $C = 17.56$ (iterasi kelima) $A = 26.11$ (iterasi keempat) $B = 20.11$ (iterasi keempat) $C = 17.56$ (iterasi ketiga)	3.61	Untuk $(\alpha=005)$ , $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka $H_0$ diterima
A (blok ke-1 dan perlakuan ke-2) B (blok ke-2 dan perlakuan ke-3) C (blok ke-3 dan perlakuan ke-4)	$A_0 = 24.33$ $B_0 = 27.79$ $B_0 = 27.79$ $C_0 = 25.71$ $C_0 = 25.71$ $A_0 = 24.33$	$A = 23.61$ (iterasi keempat) $B = 32.34$ (iterasi ketiga) $C = 27.34$ (iterasi keempat) $A = 23.61$ (iterasi ketiga) $B = 32.34$ (iterasi ketiga) $C = 27.34$ (iterasi ketiga) $A = 23.61$ (iterasi ketiga) $B = 32.34$ (iterasi ketiga) $C = 27.34$ (iterasi ketiga)	3.20	Untuk $(\alpha=005)$ , $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka $H_0$ diterima

#### 4. DATA HILANG DALAM RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN DASAR

##### a. Satu Data Hilang dalam Rancangan Bujur Sangkar latin Dasar

Jika data yang hilang adalah  $Y_{gh(u)}$ , yaitu nilai pengamatan pada baris ke- $g$ , lajur ke- $h$ , dan perlakuan ke- $u$ . Maka nilai dugaan  $M$  yang meminimumkan Jumlah Kuadrat Galat Percobaan adalah (Lentner & Bishop, 1986):

$$M = \frac{t(R_g + C_h + T_u) - 2G}{(t-1)(t-2)} \quad (1)$$

dimana:

$t$  = banyaknya baris, lajur, dan perlakuan yang digunakan

$R_g$  = total semua pengamatan yang tak hilang baris ke - $g$

$C_h$  = total semua pengamatan yang tak hilang lajur ke - $h$

$T_u$  = total semua pengamatan yang tak hilang perlakuan ke - $u$

$G$  = total semua pengamatan yang tak hilang

Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang satu. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[G - R_g - C_h - (t-1)T_u]^2}{[(t-1)(t-2)]^2} \quad (2)$$

Contoh Hasil Analisis untuk Satu Data Hilang

Tabel 9. Data Penggunaan Bahan Bakar (km/liter)

Hari (Waktu)	Merk Mobil					Total Baris
	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	
1	B = 14	A = 10	E = 11	C = 12	D = 10	57
2	C = 10	D = 10	B = 11	A = 8	E = 12	51
3	E = 14	B = 12	C = 13	D = 11	A = 9	59
4	A = 11	C = 11	D = 10	E = 10	B = 13	55
5	D = 13	E = 12	A = 9	B = 10	C = 13	57
<b>Total Lajur</b>	62	55	54	51	57	279

Tabel 10. Satu Data Hilang pada Data Penggunaan Bahan Bakar

Data Hilang	Nilai Dugaan	$F_{hitung}$	Kesimpulan
Perlakuan <i>C</i> pada Baris ke-4 dan lajur ke- <i>M</i>	$M = \frac{5 \times (44 + 44 + 48) - (2 \times 268)}{(5-1)(5-2)}$ $= 12$	4.06	Untuk ( $\alpha = 0.05$ ), $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka $H_0$ ditolak

b. Dua Data Hilang dalam Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar

Bila dua data yang hilang adalah  $Y_{kl(m)}$  (nilai pengamatan pada baris ke- $k$ , lajur ke- $l$ , dan perlakuan ke- $m$ ) dan  $Y_{gh(u)}$  (nilai pengamatan pada baris ke- $g$ , lajur ke- $h$ , dan perlakuan ke- $u$ ), dengan penduga berturut-turut adalah  $A$  dan  $B$ . Maka salah satu data hilang (misalkan  $Y_{kl(m)}$ ) diaproksimasi dengan menggunakan rumus:

$$A_0 = \frac{(\bar{Y}_{k.} + \bar{Y}_{.l} + \bar{Y}_{(m)})}{3} \quad (3)$$



Kemudian hitung nilai dugaan  $A$  dan  $B$  hingga konvergensi tercapai, dengan menggunakan rumus dugaan untuk dua data hilang yaitu persamaan (1).

Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang dua. Pengaruh kedua  $JK[P]$  perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[G - R_k - C_l - (t-1)T_m]^2 + [G - R_g - C_h - (t-1)T_u]^2}{[(t-1)(t-2)]^2} \quad (4)$$

*Contoh Hasil Analisis untuk Dua Data Hilang*

Dengan menggunakan data Tabel 9 maka untuk contoh dua data hilang dalam RBSLD diperoleh hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 11 Dua Data Hilang dalam Blok dan Perlakuan yang Tidak Sama

Data Hilang	Nilai Awal	Nilai Dugaan	$F_{hit}$	Kesimpulan
A (baris ke-4, lajur ke-P dan perlakuan A)	$A_0 = 10.92$	$A = 10.21$ (iterasi ketiga) $B = 11.21$ (iterasi ketiga)	3.57	Untuk ( $\alpha = 0.05$ ), $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka $H_0$ diterima
B (baris ke-3, lajur ke-N dan perlakuan C)	$B_0 = 11.08$	$A = 10.21$ (iterasi ketiga) $B = 11.21$ (iterasi ketiga)		

*Contoh Kasus lain*

Diketahui data percobaan dengan RBSLD (Hicks, 1982):

Tabel 12 Latin Square Design Data on Tire Wear

Baris	Lajur				Jumlah Baris	Jumlah Perlakuan
	I	II	III	IV		
1	C 12	D 11	A 13	B 8	44	43
2	B	C 12	D 11	A 13	36	35
3	A 17	B 14	C 10	D 9	50	43
4	D 13	A	B 13	C 9	35	44
<b>Jumlah lajur</b>	42	37	47	39		
<b>Jumlah Pengamatan</b>					165	

Melalui prosedur pendugaan, maka hasil analisis yang didapat adalah sebagai berikut:

Dari proses iterasi diperoleh nilai dugaan  $A = 16.75$  dan  $B = 14.75$

Dengan menyisipkan nilai dugaan, diperoleh:  $JK[\text{Perlakuan}] = 44.27$

Faktor koreksi untuk Bias sebesar:  $Bias = 45.00$

Ternyata dari hasil perhitungan terlihat bahwa Faktor Koreksi Bias lebih besar dari Jumlah Kuadrat Perlakuan, sehingga Jumlah Kuadrat Perlakuan Terkoreksi bernilai negatif. Jika Jumlah Kuadrat Perlakuan Terkoreksi bernilai negatif, maka pengujian dengan Analisis Varian tidak dapat dilakukan. Agar Analisis Varian tetap bisa digunakan, formula untuk  $JK[\text{Perlakuan Terkoreksi}]$  adalah sebagai berikut:

$$JK[\text{Perlakuan Terkoreksi}] = (\text{Maks}(0), JK[\text{Perlakuan}] - Bias)$$

## 5. KESIMPULAN

Prosedur pendugaan data hilang dengan meminimumkan Jumlah Kuadrat Galat dapat digunakan untuk analisis percobaan data hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar dan Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar. Pendugaan data hilang mengakibatkan Jumlah Kuadrat Perlakuan berbias ke atas dan derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang sesuai dengan jumlah data yang hilang. Secara empiris prosedur ini bisa digunakan untuk analisis percobaan dua data hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar baik dalam blok yang sama, perlakuan yang sama, maupun blok dan perlakuan yang berbeda dan pada proses iterasi pendugaan data, dan terlihat bahwa data yang menjadi nilai dugaan awal tidak mempengaruhi nilai dugaan yang dihasilkan, tetapi konvergen pada iterasi yang berbeda. Pada pendugaan data hilang dalam Rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar, secara empiris dapat disimpulkan adanya kecenderungan bahwa jumlah taraf perlakuan mempengaruhi banyaknya pendugaan data hilang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2007. *Randomized Complete Block Design*.  
[www.ndsu.nodak.edu/ndsu/horsley/RCBD.pdf](http://www.ndsu.nodak.edu/ndsu/horsley/RCBD.pdf). 30 januari 2007;9:44.
- [1] Anonim. 2007. *Latin Square Design*.  
[www.ndsu.nodak.edu/ndsu/horsley/LS.pdf](http://www.ndsu.nodak.edu/ndsu/horsley/LS.pdf). 30 januari 2007;9:21.
- [2] Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*.  
ARMICO. Bandung.
- [3] Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [4] Hicks, C.R. 1982. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*.  
3<sup>rd</sup> edition. Holt, Rinehart and Winston. New York, NY.
- [5] Lastiyono. 2000. *Masalah Data Hilang dalam Rancangan Blok Acak Lengkap*. Tugas Akhir FMIPA Universitas Gadjah Mada Tahun 2000.
- [6] Lentner, M. and T. Bishop. 1986. *Experimental Design and Analysis*.  
Valley Book Company. Blacksburg, VA, USA.
- [7] Montgomery, C.D. 1976. *Design and Analysis of Experiments*.  
John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [8] Ott, R.L. and M. Longnecker. 2001. *Statistical Methods and Data Analysis*. 5<sup>th</sup> edition.  
Duxbury. USA.
- [9] Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1981. *Principles and Procedures of Statistics*.  
2<sup>nd</sup> edition. McGraw-Hill International Book Company. Singapore.
- [10] Sudjana. 1989. *Desain dan Analisis Eksperimen*.  
edisi ketiga. Tarsito. Bandung.
- [11] Yitnosumarto, S. 1991. *Percobaan*.  
PT Gramedia Utama. Jakarta