

**MENGESTIMASI BEBERAPA DATA HILANG (*MISSING DATA*)
DAN ANALISIS VARIANS
UNTUK RANCANGAN BLOK ACAK SEMPURNA**

Oleh : Enny Supartini
Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Padjadjaran
arthinii@yahoo.com

Abstrak

Dalam penelitian yang bersifat percobaan, pada pelaksanaannya bisa terjadi bahwa data percobaan yang diperoleh tidak lengkap, hal ini terjadi karena adanya data yang hilang (*missing data*), dengan terjadinya beberapa data yang hilang maka akan mempersulit analisisnya terutama dalam Rancangan Blok Acak Sempurna, karena akan menyebabkan ketidak seimbangan Rancangan ini, untuk mengatasinya adalah dengan mengestimasi data yang hilang tersebut. Jika terjadi dua data yang hilang maka untuk mengestimasi data yang hilang tersebut bisa menggunakan metoda Yates, sedangkan jika data yang hilang lebih dari dua maka bisa digunakan metoda Biggers, pada dasarnya untuk mengestimasi data yang hilang pada kedua metoda tersebut dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat *error* atau dengan *Least Squares Methode*, sedangkan apabila data sudah diestimasi maka untuk analisis variansnya bisa digunakan Analisis Varians Alternatif. Hasil analisis varians alternative untuk perkembangan embrio pada media yang diberikan kadar glukosa yang berbeda ternyata kadar glukosa pada media berpengaruh terhadap perkembangan embrio.

Kata Kunci : Data hilang, *Least Squares Methode* , rancangan blok acak lengkap, metode Yates, metode Biggers

I. Pendahuluan.

Untuk penelitian yang bersifat percobaan maka harus memilih rancangan percobaan yang sesuai dengan permasalahan yang diteliti supaya memperoleh informasi yang lengkap, apabila unit eksperimen pada percobaan ini bersifat heterogen, maka rancangan yang sesuai adalah menggunakan rancangan blok acak, dalam hal ini unit eksperimen yang bersifat heterogen dikelompokkan dulu kedalam blok (kelompok) yang bersifat homogen tetapi diantara blok bersifat heterogen, Hinkelmann [3]. Apabila dalam pelaksanaannya masing-masing blok mempunyai unit eksperimen yang sama banyaknya dengan perlakuan maka rancangan ini merupakan rancangan blok acak lengkap yang seimbang dan memenuhi sifat *orthogonal*. Ketika dalam pelaksanaannya percobaan tidak bisa menghasilkan data yang lengkap karena terjadinya data yang hilang (*missing data*), misalnya percobaan tersebut dilakukan terhadap makhluk hidup yaitu ternak atau tanaman, maka data hilang tersebut bisa disebabkan oleh ternak atau tanaman yang mati sebelum hasil percobaan diperoleh, hal ini merupakan salah satu penyebab tidak lengkapnya data hasil percobaan. Ketidak lengkapan data hasil percobaan yang disebabkan oleh data hilang akan mempersulit analisisnya, karena akan menyebabkan ketidak seimbangan rancangan blok acak dan rancangan ini akan menjadi *non orthogonal* menurut Subramany[6]. Untuk mengatasi hal ini bisa menggunakan dua cara yaitu dengan mengulang kembali percobaan atau dengan mengestimasi data hilang tersebut berdasarkan pada data yang ada. Dengan melakukan kembali percobaan akan menjadi tidak efisien karena akan menambah waktu dan biaya dan juga kondisi eksperimen sudah tidak sama lagi dengan eksperimen sebelumnya.

Ada beberapa kondisi data hilang dalam rancangan blok acak lengkap yaitu satu data hilang, dua data hilang atau lebih dari dua data yang hilang. Kalau satu data hilang maka data tersebut dapat diestimasi seperti pada Montgomery [5], sedangkan apabila yang hilang dua data maka bisa menggunakan metode *Yate's*, sedangkan apabila data hilang lebih dari dua maka bisa menggunakan pendekatan dengan metode *Biggers* [1].

II. Metodologi Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang dibahas pada bagian I, maka akan dicari solusinya untuk mendapatkan estimator/penduga data yang hilang pada rancangan blok acak lengkap, dimana terdapat lebih dari dua data yang hilang.

2.1. Rancangan blok acak lengkap

Dalam Montgomery [5], suatu rancangan percobaan dengan k buah perlakuan dan n buah blok/kelompok maka model liniernya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \dots (2.1)$$

dengan $i=1,2, \dots, k$ dan $j=1,2, \dots, n$ sedangkan,

μ = efek rata-rata

τ_i = efek perlakuan ke i

β_j = efek blok ke j

ε_{ij} = kekeliruan acak untuk perlakuan ke i, blok ke j

Menurut Box [2], asumsi untuk desain blok acak adalah,

$$\varepsilon_{ijk} : \text{NID}(0, \sigma^2) \quad (2.2)$$

apabila model linier ini merupakan model tetap maka asumsi lainnya adalah,

$$\sum_{i=1}^k \tau_i = 0 \quad \text{dan} \quad \sum_{j=1}^b \beta_j = 0 \quad (2.3)$$

dengan hipotesis statistis menurut Lehmann [4]. sebagai berikut :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k = 0$$

H_1 : paling sedikit satu perlakuan ke i dengan $\tau_i \neq 0$

Variasi dari nilai-nilai observasi sebagai pengaruh dari perlakuan, blok dan *error*, dapat dilihat dari besar Jumlah Kuadrat, yaitu Jumlah Kuadrat Total (JKT), Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP), Jumlah Kuadrat Blok (JKB) dan Jumlah Kuadrat Error (JKE) yang dapat diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} JKP &= \left(\sum_{i=1}^k J_i^2 / n \right) - (J_{..}^2 / N) \\ \dots (2.4) \quad JKB &= \left(\sum_{j=1}^n J_j^2 / k \right) - (J_{..}^2 / N) \\ JKE &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - JKP - JKB - JKR \\ \text{dan } JKR &= J_{..}^2 / N \end{aligned}$$

2.2. Mengestimasi Data Hilang dengan Metode Yate

Untuk mengestimasi data yang hilang dapat diperoleh dengan meminimalkan Kuadrat Tengah *Error* pertama kali dikembangkan oleh Yates.

Persamaan untuk menduga satu data hilang dengan metode *Yate's* adalah sebagai berikut :

$$\dots (2.5) \quad \hat{Y}_{ab} = \frac{k \sum_j Y_{aj} + n \sum_i Y_{ib} - \sum_i \sum_j Y_{ij}}{(n-1)(k-1)}$$

dengan,

\hat{Y}_{ab} = penduga data yang hilang

n = banyaknya blok dalam rancangan percobaan

k = banyaknya perlakuan

$\sum_j Y_{aj}$ = total nilai pengamatan pada blok ke j

$\sum_i Y_{ib}$ = total nilai pengamatan pada perlakuan ke i

$\sum_i \sum_j Y_{ij}$ = total nilai pengamatan keseluruhan

Persamaan untuk menduga dua data hilang misal Y_{11} dan Y_{21} dengan menggunakan metode *Yate's* yaitu dengan meminimumkan Jumlah Kuadrat *Error* maka diperoleh penduga data hilang untuk Y_{11} adalah sebagai berikut :

$$(2.6) \quad \hat{Y}_{11} = \frac{n \sum_i Y_{i1} + (k-1) \sum_j Y_{1j} + \sum_j Y_{2j} - \sum_i \sum_j Y_{ij}}{(n-1)(k-2)} \dots$$

dan penduga data hilang untuk Y_{21} adalah sebagai berikut :

$$\dots \hat{Y}_{21} = \frac{n \sum_i Y_{i1} + (k-1) \sum_j Y_{2j} + \sum_j Y_{1j} - \sum_i \sum_j Y_{ij}}{(n-1)(k-2)}$$

2.3. Mengestimasi Data Hilang dengan Metode *Bigger's*

Apabila data hilang lebih dari dua maka untuk mengestimasi data hilang dapat digunakan metode Biggers[6] yang menggunakan pendekatan matriks, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Memisalkan data yang hilang adalah Y_{cd} , untuk memperoleh estimator/penduga untuk data hilang diperoleh dengan meminimumkan Jumlah Kuadrat *Error* seperti berikut ini :

$$JKE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^k \left[\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 \right]$$

$$JKE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k Y_i^2 - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^n Y_j^2 + \frac{Y_{ij}^2}{nk}$$

$$\begin{aligned}
 JKE &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 + \sum_i \sum_j \hat{Y}_{cd}^2 + \frac{1}{n} \left[\sum_i \left(\sum_j Y_{ij} \right)^2 + \sum_i \left(\sum_j Y_{cj} + \sum_{(j)} Y_{cj} \right)^2 \right] \\
 &\quad - \frac{1}{k} \left[\sum_j \left(\sum_i Y_{ij} \right)^2 + \sum_j \left(\sum_i Y_{id} + \sum_{(j)} Y_{id} \right)^2 \right] + \frac{1}{nk} [G + \hat{Y}_{cd}^2] \\
 (2.8) \quad &= \hat{Y}_{cd}^2 - \frac{1}{n} \left[\sum_j Y_{cj} + Y_c \right]^2 - \frac{1}{k} \left[\sum_j Y_{id} + Y_d \right]^2 + \frac{1}{nk} \left[G + \sum_{(i)} \sum_{(j)} Y_{ij} \right]^2 \quad \dots
 \end{aligned}$$

Dengan G = total semua nilai pengamatan dengan terdapat data hilang. Untuk memperoleh penduga data hilang JKE diturunkan terhadap \hat{Y}_{cd} kemudian disamadengannolkan menurut seperti berikut ini,

$$\frac{\partial JKE}{\partial \hat{Y}_{cd}} = 0$$

Maka diperoleh,

$$nk\hat{Y}_{cd} - k \sum_j Y_{cj} - n \sum_{(i)} Y_{id} - \sum_{(i)} \sum_{(j)} Y_{ij} = k \sum_j Y_{cj} + n \sum_i Y_{id} - G \quad \dots (2.9)$$

dari persamaan (2.9) dikelompokkan ke dalam suku-suku yang berhubungan dengan kelompok-kelompoknya, perlakuan kelompok dan tanpa kelompok diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 nk\hat{Y}_{cd} - k \left[\sum_{(j)} Y_{ij} + \hat{Y}_{cd} \right] - n \left[\sum_{(i)} Y_{ij} + \hat{Y}_{cd} \right] + \left[\sum_{(i)} \sum_{(j)} Y_{ij} + \sum_{(i)} Y_{id} + \sum_{(j)} Y_{cj} + \hat{Y}_{cd} \right] \\
 = k \sum_j Y_{cj} - n \sum_{(i)} Y_{id} - G(n-1)(k-1)\hat{Y}_{cd} + (1-k) \sum_j Y_{cj} + (1-n) \sum_i Y_{id} + \sum_i \sum_j Y_{ij} \\
 = k \sum_j Y_{cj} + n \sum_i Y_{id} - G \quad \dots \\
 (2.10)
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh (p-1) data yang hilang, akan diperoleh p buah persamaan yang analog dengan persamaan (2.9) dan (2.10), dalam bentuk matrik dapat ditulis sebagai berikut :

$$\mathbf{A}_{p \times p} \mathbf{Y}_{p \times 1} = \mathbf{Q}_{p \times 1} \quad \dots (2.11)$$

Dengan ,

$\mathbf{A}_{p \times p}$ = matriks simetri dengan elemennya seperti pada table 2.1

$\mathbf{X}_{p \times 1}$ = matriks dari data hilang

Q_{pxl} = matrik nilai $kY_c + nY_d - G$ dari persamaan yang bersesuaian

Maka diperoleh persamaan

$$Y_{pxl} = A^{-1} Q_{pxl} \quad \dots(2.12)$$

Dengan empat data yang hilang misalnya Y_{kv} , Y_{kw} , Y_{kx} , Y_{kz} , untuk memperoleh elemen-elemen matrik A_{pxp} diperoleh dengan cara sebagai berikut :

Tabel 2.1 Elemen-elemen untuk matrik A_{pxp}

Subskrip	Kv	kw	Kx	Kz
Kv	$(n-1)(k-1)$	1-n	1-k	1
Kw	1-n	$(n-1)(k-1)$	1	1
Kx	1-k	1	$(n-1)(k-1)$	1
Kz	1	1	1	$(n-1)(k-1)$

Untuk persamaan (2.11) dalam bentuk matrik adalah sbb:

$$\begin{bmatrix} (k-1)(n-1) & (1-n) & (1-k) & 1 \\ (1-n) & (k-1)(n-1) & 1 & 1 \\ (1-k) & 1 & (k-1)(n-1) & 1 \\ \dots (2.12) & 1 & 1 & (k-1)(n-1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{kv} \\ Y_{kw} \\ Y_{kx} \\ Y_{kz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} kY_k + nY_v - G \\ kY_k + nY_w - G \\ kY_k + nY_x - G \\ kY_k + nY_z - G \end{bmatrix}$$

2.4. Analisis Varians untuk Rancangan Blok Acak dengan beberapa data hilang

Untuk melakukan analisis varians rancangan blok acak lengkap dengan beberapa data hilang, setelah data hilang diestimasi dan struktur data menjadi lengkap maka analisis varians alternative menurut Widiharsih [7] yaitu dengan melakukan beberapa penyesuaian dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan data yang tidak lengkap dapat dihitung :
Jumlah Kuadrat Total bintang untuk data tidak lengkap

$$JKT^* = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$$

$$JKT^* = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_i \sum_j Y_{ij} \right)^2}{N} \quad \dots$$

(2.13)

Kemudian dapat dihitung Jumlah Kuadrat yang lainnya yaitu Jumlah Kuadrat Blok bintang,

$$\dots (2.14) \quad JKB^* = \sum_{i=1}^k \frac{Y_{.j}^2}{n_i} - \frac{\left(\sum_i \sum_j Y_{ij} \right)^2}{N}$$

dan
$$N = \sum_i n_i$$

2. Setelah data hilang diestimasi dan diletakan pada sel data hilang, selanjutnya dihitung Jumlah Kuadrat Error dengan data sudah dilengkapi dengan data hasil estimasi atau JKE
3. Kemudian hitung Jumlah Kuadrat Perlakuan bintang dengan penyesuaian sebagai berikut:

$$JKP^* = JKT^* - JKB^* - JKE \quad \dots (2.15)$$

Untuk analisis variansnya maka akan diperoleh Tabel Anava seperti berikut:

Tabel 2.2. Anava dengan penyesuaian

Sumber Variasi	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung
Blok	n-1	JKB*	$KTB^* = JKB^*/(n-1)$	KTB^*/KTE
Perlakuan terkoreksi	k-1	JKP*	$KTP^* = JKP^*/(k-1)$	KTP^*/KTE
Error	nk-n-k+1-p	JKE	$KTE = JKE/(nk-n-k+1-p)$	
Total	nk-1-p	JKT		

Untuk menguji pengaruh dari blok kriteria ujinya akan menolak H_0 jika, $F_{hitung} \geq F_{(n-1)(nk-n-k+1-p)(\alpha)}$, untuk menguji pengaruh perlakuan, kriteria ujinya adalah : $F_{hitung} \geq F_{(k-1)(nk-n-k+1-p)(\alpha)}$

III. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini data yang akan dianalisis adalah data yang diambil dari *Biomertika Trust* yang diunduh dari <http://www.jstor.org/stable/2332811>. Yaitu penelitian mengenai perkembangan suatu embrio yang dikembangkan pada delapan kondisi yang berbeda dan diberi perlakuan lima konsentrasi *glucose* yang berbeda dengan menggunakan rancangan blok acak lengkap, tetapi sebelum penelitian selesai ada empat embrio yang mati sehingga dianggap sebagai

data hilang, hasil percobaannya seperti dapat dilihat pada Table 3.1. dalam hal ini data hilang tersebut adalah unit eksperimen pada blok 3 perlakuan 3, blok 3 perlakuan 5, blok 7 perlakuan 3 dan blok 8 perlakuan 4, atau kalau dinotasikan sebagai variable respon Y_{33} , Y_{35} , Y_{73} dan Y_{84} , yang merupakan empat data hilang, yang mengakibatkan data hasil percobaan menjadi tidak lengkap, hal ini akan mempersulit analisisnya.

Tabel 3.1. Data hasil percobaan perkembangan embrio dimana ada empat data hilang

Blok	Kadar glukosa dalam larutan(mg/ml)					
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	
I	0,88	1,15	1,33	1,39	1,57	-
II	1,06	1,22	1,63	1,54	1,37	-
III	0,97	1,34	-	1,66	-	3,97
IV	1,09	1,21	1,16	1,50	1,48	-
V	1,14	1,37	1,58	1,52	1,44	-
VI	1,13	1,33	1,65	1,57	1,47	-
VII	1,00	1,21	-	1,45	1,52	5,18
VII	1,12	1,30	1,35	-	1,61	5,38
	10,46		8,70		10,63	48,31

Sebagai solusinya data hilang harus diestimasi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan matrik **A** dengan menggunakan rumusan seperti pada Tabel 2.1, akan diperoleh matrik sebagai berikut,

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 28 & -7 & -4 & 1 \\ -7 & 28 & 1 & 1 \\ -4 & 1 & 28 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 28 \end{bmatrix}$$

Kemudian ditentukan invers dari matrik **A** dan diperoleh sebagai berikut :

$$\mathbf{A}^{-1} = \begin{bmatrix} 0,039 & 0,010 & 0,005 & -0,002 \\ 0,010 & 0,038 & 0,000 & -0,002 \\ 0,005 & 0,000 & 0,037 & -0,001 \\ -0,002 & -0,002 & -0,001 & 0,036 \end{bmatrix}$$

2. Menentukan matrik Q seperti dirumuskan pada persamaan (2.12) seperti berikut :

$$Q = \begin{bmatrix} 5(8,70) + 8(3,97) - 48,31 \\ 5(10,46) + 8(3,97) - 48,31 \\ 5(8,70) + 8(5,18) - 48,31 \\ 5(10,63) + 8(5,38) - 48,31 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26,95 \\ 35,75 \\ 36,63 \\ 47,88 \end{bmatrix}$$

3. Estimasi data hilang dengan menggunakan persamaan (2.12) diperoleh :

$$Y = \begin{bmatrix} 0,039 & 0,010 & 0,005 & -0,002 \\ 0,010 & 0,038 & 0,000 & -0,002 \\ 0,005 & 0,000 & 0,037 & -0,001 \\ -0,002 & -0,002 & -0,001 & 0,036 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 26,95 \\ 35,75 \\ 36,63 \\ 47,88 \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{33} \\ y_{35} \\ y_{73} \\ y_{84} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,50 \\ 1,53 \\ 1,44 \\ 1,56 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh $y_{33} = 1,50$; $y_{35} = 1,53$; $y_{73} = 1,44$ dan $y_{84} = 1,56$

Tabel 3.2. Data hasil percobaan perkembangan embrio dimana empat data hilang sudah diestimasi

Blok	Kadar glukosa dalam larutan (mg/ml)					Total
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	
I	0,88	1,15	1,33	1,39	1,57	6,32
II	1,06	1,22	1,63	1,54	1,37	6,82
III	0,97	1,34	1,50*	1,66	1,33*	7,00
IV	1,09	1,21	1,16	1,50	1,48	6,44
V	1,14	1,37	1,58	1,52	1,44	7,05
VI	1,13	1,33	1,65	1,57	1,47	7,15
VII	1,00	1,21	1,44*	1,45	1,52	6,62
VII	1,12	1,30	1,35	1,56*	1,61	6,94
Total	8,39	10,13	11,64	12,19	11,99	48,31

Catatan: data dengan tanda (*) merupakan hasil estimasi data hilang

Untuk analisis selanjutnya penduga data hilang diletakkan di sel yang kosong seperti pada Tabel 3.2. kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis varians alternative, Widiarsih [7]

Selanjutnya adalah melakukan analisis varians alternative seperti dijelaskan pada bagian 2.4. dengan langkah-langkah seperti berikut :

1. Dari Table 3.1. dengan terdapat data hilang dan menggunakan persamaan (2.13) diperoleh jumlah kuadrat total bintang yaitu $JKT^* = 1,5682$ kemudian dengan menggunakan persamaan (2.14) diperoleh jumlah kuadrat blok bintang yaitu : $JKB^* = 0,1192$
2. Dari Tabel 3.2. dimana sel table sudah dilengkapi dengan hasil estimasi data hilang seperti pada Table 3.2. maka dengan menggunakan persamaan (2.15) maka diperoleh jumlah kuadrat *error* yaitu $JKE = 1,1876$. Dari hasil perhitungan dapat disusun dalam table Anava berikut ini,

Tabel 3.3. Anava Alternatif

Sumber Variasi	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung}	F_{tabel}
Blok mengabaikan perlakuan	7	0,1192	0,0170	1,5596	2,42
Perlakuan terkoreksi	4	1,1876	0,2969	27,2385	2,78
<i>Error</i>	24	0,2614	0,0109		
Total	35				

Berdasarkan analisis varian dengan $\alpha=5\%$ diperoleh hasil pengujian hipotesis bahwa untuk uji pengaruh blok ternyata tidak ada pengaruh dari Blok, sedangkan untuk uji pengaruh perlakuan ternyata ada pengaruh perlakuan terhadap perkembangan embrio.

IV. Simpulan

4.1. Simpulan

Dari hasil perhitungan, analisis dan pembahasan dapat disimpulkan,

1. Dalam rancangan blok acak lengkap apabila terdapat data hilang maka akan mempengaruhi hasil analisisnya karena akan menghilangkan keseimbangan rancangan tersebut dan menjadi tidak orthogonal, oleh karena itu data hilang harus diestimasi dulu dengan menggunakan metode Biggers dimana penduga atau estimator diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error*, untuk analisisnya digunakan Analisis Varians Alternatif
2. Hasil analisis varians alternative untuk perkembangan embrio pada media yang diberikan kadar glukosa yang berbeda ternyata kadar glukosa pada media berpengaruh terhadap perkembangan embrio..

V. Daftar Pustaka

1. Biggers, J.D. (1959) *The Estimation of Missing and Mixed-up Observation in several Experimental Design*. Biometrika Vol. 46 no 1/2 pp. 91-105
2. Box, G. P., Hunter, W. G., and Hunter J. S., (1978) *Statistical for Experimenters*, New York, John Wiley.
3. Hinkelmann, K. And Kempthorne (1994) *Design and Analysis of Experiment*, New York, John Wiley.
4. Lehmann E., (1986) *Testing Statistical.l Hypothesis*, New York, John Wiley.
5. Montgomery, Douglas C., (2009) *Design and Analysis of Experiment* 5th ed. New York, John Wiley.
6. Subramany, J. (1992) *Analysis of Means for Eksperimental Design with Missing Obsevation*. Commun. Statist-Theory Meth., 21(7), 2045-2057. Tamil Nadu, India
7. Widiharsih, Tatik. (2009) *Estimasi Missing Data pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap*.