



RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN (RBSL)

**Oleh
M. AL HARIS, M.Si**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG

Review

- Rancangan Acak Lengkap (RAL)
 - Rancangan dengan 1 faktor
 - Satuan percobaanya diasumsikan/dikondisikan homogen
 - Keragaman respon hanya disebabkan pengaruh perlakuan

- Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)
 - Satuan percobaanya heterogen
 - Keragaman respon disebabkan pengaruh perlakuan dan kelompok (Blok)
 - Pengelompokan dilakukan satu arah

- Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)
 - Satuan percobaanya heterogen
 - Keragaman respon disebabkan pengaruh perlakuan serta kelompok Baris dan Lajur
 - Pengelompokan dilakukan dua arah

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

- ❑ Rancangan percobaan yang desainnya berbentuk bujur sangkar dan perlakuannya menggunakan simbol-simbol huruf latin kapital
- ❑ Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) digunakan apabila percobaan membutuhkan penanganan yang lebih kompleks, artinya kondisi keheterogenan unit-unit percobaan tidak bisa lagi dikendalikan hanya dengan pengelompokan satu sisi keragaman saja, karena RBSL mampu mengendalikan komponen keragaman unit-unit percobaan dari dua arah (arah baris dan arah kolom).

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

- ❑ Harus sama jumlah perlakuan dan jumlah ulangan, hal ini menyebabkan penggunaan RBSL tidak efektif bila perlakuan dalam jumlah besar
- ❑ Jumlah perlakuan yang terlalu kecil menyebabkan galat percobaan menjadi besar. Secara umum jumlah perlakuan pada RBSL antara 4 s.d. 8 perlakuan
- ❑ Perlakuan hanya sekali pada baris dan pada setiap lajur (kolom)



Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Beberapa contoh kasus yang memerlukan penanganan lebih dari satu arah adalah

- Percobaan yang dilakukan diperbukitan (arah kemiringan dan arah angin)
- Percobaan ban mobil (Posisi muka/belakang dan posisi kanan/kiri)
- Konsumsi bahan bakar mobil (keragaman kelompok type mobil dan kelompok pengemudi), dll

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Mengapa disebut Bujur Sangkar?

Desainnya berbentuk bujur sangkar dan perlakuannya di simbol huruf latin kapital(misal: A,B,C,D)

A	B	C	D
B	C	D	A
C	D	A	B
D	A	B	C

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Beberapa contoh design RBSL

3x3	4x4	5x5	6x6	7x7
<i>ABC</i>	<i>ABCD</i>	<i>ABCDE</i>	<i>ABCDEF</i>	<i>ABCDEFG</i>
<i>BCA</i>	<i>BCDA</i>	<i>BAECD</i>	<i>BCFADE</i>	<i>BCDEFGA</i>
<i>CAB</i>	<i>CDAB</i>	<i>CDAEB</i>	<i>CFBEAD</i>	<i>CDEFGAB</i>
	<i>DABC</i>	<i>DEBAC</i>	<i>DEABFC</i>	<i>DEFGABC</i>
		<i>ECDBA</i>	<i>EADFCB</i>	<i>EFGABCD</i>
			<i>FDECBA</i>	<i>FGABCDE</i>
				<i>GABCDEF</i>

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Cara Pengacakan

Salah satu cara untuk mendapatkan penempatan perlakuan yang tepat maka dapat diambil tiga langkah utama sebagai berikut: (i) Tempatkan perlakuan pada arah diagonal secara acak, (ii) acaklah penempatan baris dan (iii) acaklah penempatan lajur. Penempatan perlakuan searah diagonal

1	A	C	D	B
2	B	A	C	D
3	D	B	A	C
4	C	D	B	A
No. lajur	1	2	3	4

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Pengacakan penempatan baris

No. baris	3	D	B	A	C
	2	B	A	C	D
	4	C	D	B	A
	1	A	C	D	B
No. lajur		1	2	3	4



Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Pengacakan penempatan lajur

No. baris

3	B	C	D	A
2	A	D	B	C
4	D	A	C	B
1	C	B	A	D
No. lajur	2	4	1	3

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Tabulasi Data

Kolom Baris	K1	K2	K3	K4	Jumlah
B1	B Y_{112}	D Y_{124}	C Y_{133}	A Y_{141}	$Y_{1..}$
B2	A Y_{211}	C Y_{223}	B Y_{232}	D Y_{244}	$Y_{2..}$
B3	C Y_{313}	A Y_{321}	D Y_{334}	B Y_{342}	$Y_{3..}$
B4	D Y_{414}	B Y_{422}	A Y_{431}	C Y_{443}	$Y_{4..}$
Jumlah	$Y_{.1.}$	$Y_{.2.}$	$Y_{.3.}$	$Y_{.4.}$	$Y_{...}$

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Model Linier Aditif

$$Y_{ij(k)} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_{(k)} + \varepsilon_{ij(k)}$$

dimana: $i = j = k = 1, 2, \dots, r$

Y_{ijk} = Pengamatan pada perlakuan ke-k, baris ke-i dan lajur ke-j.

μ = Rataan umum

τ_k = Pengaruh perlakuan ke-k

α_i = Pengaruh baris ke-i

β_j = Pengaruh lajur ke-j

ε_{ijk} = Pengaruh acak (*error*) pada perlakuan ke-k, baris ke-i dan lajur ke-j.

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Hipotesis

Pengaruh perlakuan:

$H_0: \tau_{(1)} = \dots = \tau_{(R)} = 0$ (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

H_1 : paling sedikit ada satu k dimana $\tau_{(k)} \neq 0$

Pengaruh baris:

$H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_r = 0$ (baris tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

H_1 : paling sedikit ada satu i dimana $\alpha_i \neq 0$

Pengaruh lajur:

$H_0: \beta_1 = \dots = \beta_r = 0$ (lajur tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

H_1 : paling sedikit ada satu j dimana $\beta_j \neq 0$



Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Tabel ANOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{Hitung}	F_{Tabel}	
					0,05	0,01
Perlakuan	$r-1$	JKP	KTP	KTP/KTG	$FT_{0,05}$	$FT_{0,01}$
Baris	$r-1$	JKB	KTB	KTB/KTG	$FT_{0,05}$	$FT_{0,01}$
Lajur	$r-1$	JKL	KTL	KTL/KTG	$FT_{0,05}$	$FT_{0,01}$
Galat	$(r-1)(r-2)$	JKG	KTG			
Total	(r^2-1)	JKT				

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Formulasi Analisis Ragam

Faktor Koreksi (FK) $FK = \frac{Y_{..(.)}^2}{r^2}$

Jumlah Kuadrat Total (JKT) $JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^r (Y_{ij(k)} - \bar{Y}_{..(.)})^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^r Y_{ij(k)}^2 - FK$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) $JKP = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^r (\bar{Y}_{..(k)} - \bar{Y}_{..(.)})^2 = \sum_{k=1}^r \frac{Y_{..(k)}^2}{r} - FK$

Jumlah Kuadrat Baris (JKB) $JKB = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^r (\bar{Y}_{i.(.)} - \bar{Y}_{..(.)})^2 = \sum_{i=1}^r \frac{Y_{i.(.)}^2}{r} - FK$

Jumlah Kuadrat Lajur (JKL) $JKL = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^r (\bar{Y}_{.j(.)} - \bar{Y}_{..(.)})^2 = \sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j(.)}^2}{r} - FK$



Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Formulasi Analisis Ragam

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) = JKT – JKB – JKL

Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

Pengujian hipotesis ditetapkan dengan mengacu pada :

Hipotesis pengaruh perlakuan :

Jika $F_{\text{Hitung}} (KTP/KTG) > F_{\text{Tabel } \alpha:(r-1);(r-1)(r-2)}$, maka H_0 ditolak, artinya perlakuan berpengaruh nyata terhadap respon yang diamati.

Hipotesis pengaruh baris :

Jika $F_{\text{Hitung}} (KTB/KTG) > F_{\text{Tabel } \alpha:(r-1);(r-1)(r-2)}$, maka H_0 ditolak, artinya pengelompokan baris berpengaruh nyata terhadap respon yang diamati.

Hipotesis pengaruh lajur :

Jika $F_{\text{Hitung}} (KTL/KTG) > F_{\text{Tabel } \alpha:(r-1);(r-1)(r-2)}$, maka H_0 ditolak, artinya pengelompokan Lajur berpengaruh nyata terhadap respon yang diamati.

Teladan

Seorang peneliti ingin menguji pengaruh jarak tanam terhadap produksi sawi pada lahan yang memiliki kemiringan berbeda yaitu 5° , 10° , 15° . Rancangan yang digunakan adalah rancangan bujur sangkar latin 3×3 yang terdiri dari 3 perlakuan jarak tanam dan 3 periode masa panen. Periode panen sawi adalah tiap 2 bulan. Perlakuan yang diberikan adalah

A = Jarak tanam 15×15 cm

B = Jarak tanam 15×20 cm

C = Jarak tanam 15×25 cm.

Berikut ini adalah hasil pengamatan produksi sawi pada 3 periode panen

Lahan	Periode Panen		
	I	II	III
Kemiringan 5°	5,50 (A)	5,52 (B)	5,50 (C)
Kemiringan 10°	5,58 (B)	5,59 (C)	5,67 (A)
Kemiringan 15°	5,70 (C)	5,69 (A)	5,70 (B)

Penyelesaian

Lahan	Periode panen			
	I	II	III	
Kemiringan 5 ⁰	5,50 (A)	5,52 (B)	5,50 (C)	16,52
Kemiringan 10 ⁰	5,58 (B)	5,59 (C)	5,67 (A)	16,84
Kemiringan 15 ⁰	5,70 (C)	5,69 (A)	5,70 (B)	17,09
	16,78	16,8	16,87	$Y_{...} = 50,45$

Perlakuan $\sum_{k=1}^r Y_{..(k)}$

A = 16,86
B = 16,8
C = 16,79

Penyelesaian

$$\text{JKT} = \sum_i^P \sum_j^P \sum_k^P Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{r^2} = 0,0599$$

$$\text{JKB} = \sum_{i=1}^P \frac{Y_{i..}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{r^2} = 0,0547$$

$$\text{JKP} = \sum_{k=1}^P \frac{Y_{...k}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{r^2} = 0,0018$$

$$\text{JKL} = \sum_{j=1}^P \frac{Y_{.j.}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{r^2} = 0,0012$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKB} - \text{JKP} - \text{JKL} \\ &= 0,0599 - 0,0547 - 0,0018 - 0,0012 \\ &= 0,0022 \end{aligned}$$

Penyelesaian

Sumber variasi	db	JK	RK	F
Lajur	2	0,0012	0,0006	= 0,5455
Baris	2	0,0547	0,02735	
Perlakuan	2	0,0018	0,0009	
Galat	2	0,0022	0,0011	
Total	8	0,0599		

Kesimpulan

Karena $F_{hitung} = 0,5455 < F(0,05 ; 2 ; 2) = 19$ maka tidak cukup bukti menolak H_0 (H_0 diterima), artinya tidak terdapat pengaruh dari perlakuan jarak tanam terhadap jumlah produksi tanaman sawi pada ketiga lahan.

LATIHAN

Seorang peneliti ingin mengetahui ke efektifan mesin fillet otomatis A,B,C,D terhadap produksi fillet tuna. Produksi dipengaruhi oleh adanya operator dan hari kerja yang berlainan. Peneliti memutuskan membuat design dengan empat operator sebagai kolom dan empat hari kerja sebagai baris

Hari kerja	operator			
	1	2	3	4
1	B	A	D	C
2	C	B	A	D
3	A	D	C	B
4	D	C	B	A

LATIHAN

Tabulasi Data

Baris	Hasil produksi fillet tuna (ton)				Jumlah
	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	
1	1,64 (B)	1,210 (D)	1,425 (C)	1,345 (A)	5,620
2	1,475 (C)	1,185 (A)	1,400 (D)	1,290 (B)	5,350
3	1,670 (A)	0,710 (C)	1,665 (B)	1,180 (D)	5,225
4	1,565 (D)	1,290 (B)	1,655 (A)	0,660 (C)	5,170
Σ kolom	6,350	4,395	6,145	4,475	-
Σ total					21,365

Lakukanlah pengujian dengan $\alpha = 5\%$, apakah penggunaan mesin fillet otomatis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap respon



TERIMA KASIH