

RANCANGAN PERCOBAAN
(catatan untuk kuliah MP oleh Bambang Murdiyanto)

RANCANGAN : Bentuk, model, pola

PERCOBAAN:

- Rangkaian kegiatan untuk mencari jawaban terhadap permasalahan dengan menguji hipotesis. Atau:
- Rangkaian kegiatan untuk mengamati pengaruh X terhadap Y; mana X disebut faktor perlakuan dan Y disebut faktor pengamatan.
- Tindakan coba-coba (*trial*) yang dirancang untuk menguji keabsahannya (*validity*) hipotesis yang diajukan.
- Merupakan salah satu alat penelitian untuk menyelidiki tentang sesuatu yang ingin diketahui atau untuk membuktikan suatu teori tertentu (*principle*)
- Suatu taraf kritis dalam metode ilmiah dapat memberikan keputusan atas penerimaan atau penolakan suatu hipotesis.

Nilai pengamatan obyek penelitian dibedakan menjadi:

X : ***Dependent variable***, (peubah atau peragam *bebas*).
Nilainya tidak tergantung hasil pengamatan tetapi tergantung kepada peneliti.
Disebut *faktor sebab*.

Y : ***Independent variable***, (peubah atau peragam *tidak bebas*).
Nilainya tergantung hasil pengamatan sebagai akibat diterapkannya faktor X.
Disebut *faktor akibat*.

MODEL MATEMATIS:

Merupakan penyederhanaan nilai-nilai pengamatan suatu percobaan:

- (a) $Y = \mu + \sigma_x^2$ (penelitian dengan sidik ragam)
(b) $Y = \beta_0 + \beta_1 x$ (penelitian dengan analisis regresi dan korelasi)

Di mana : μ = nilai tengah rata-rata harapan
 σ_x^2 = Ragam nilai Y akibat pengaruh X
 β_0 = konstanta pengaruh non-perlakuan
 β_1 = konstanta pengaruh perlakuan

Tujuan analisis: Mengetahui apakah pengaruh X atau σ_x tersebut ada artinya (*significant*) atau tidak terhadap nilai Y.

Model uji $H_0 : \sigma_x = 0$ versus $H_1 : \sigma_x \neq 0$

Menguji hipotesis: mencari nilai untuk menentukan tingkat signifikansi pengaruh perlakuan X terhadap ragam nilai Y.

Beda nyata (significance):

Bila pengaruh perlakuan lebih besar dari **pengaruh non-perlakuan** (timbul bila pengaruh perlakuan X diulang hingga n kali ulangan (**replikasi**)).

Galat (experimental error) : Ragam **data** akibat pengaruh non-perlakuan.

Data = nilai-nilai hasil pengamatan percobaan: $Y = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$

di mana: τ_j = pengaruh perlakuan X terhadap nilai-nilai Y dan

ε_{ij} = galat akibat pengaruh non-perlakuan (replikasi).

UNSUR DASAR PERCOBAAN :

1. Perlakuan (*treatment*)
2. Ulangan (*replication*)
3. Pengaturan atau pembatasan lokal (*local control*)

Perlakuan (*treatment*):

- semua tindakan coba-coba (*trial and error*) terhadap suatu obyek yang pengaruhnya akan diuji.
- Bisa berasal dari dua faktor atau lebih (kombinasi perlakuan)

Ulangan (*replication*):

- Frekuensi perlakuan dalam suatu percobaan
- Jumlahnya tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan terhadap kesimpulannya.
- $(t - 1)(r - 1) \geq 15$ di mana: t = jumlah perlakuan; r = jumlah ulangan.
- Dipengaruhi oleh: derajat ketelitian; keragaman bahan dan biaya yang tersedia.

Local control:

- Percobaan yang dilakukan dalam kondisi homogen (laboratorium, rumah kaca dsb.); mempunyai 2 unsur dasar yaitu perlakuan dan ulangan. Biasanya dengan RAL (Rancangan acak lengkap)
- kondisi heterogen (lapangan, kebun, danau, laut); mempunyai 2 unsur dasar dan unsur ke-3 yaitu kontrol lokal. Biasanya dilakukan RAK (Rancangan acak kelompok) atau lainnya RAKL (Rancangan acak kuadrat latin atau disebut juga Rancangan bujur-sangkar latin) untuk mengendalikan kondisi lapangan yang heterogen.

- Pemblokiran perlakuan dilakukan berdasarkan kondisi faktor-faktor media; bahan, alat, tenaga kerja; lingkungan atau faktor lainnya yang tidak terkait langsung dengan faktor penelitian.

ASUMSI DASAR:

Perlu memenuhi asumsi-asumsi dasar agar kesimpulan menjadi logis.

- Galat terdistribusi secara acak, bebas dan normal.
- Keragaman contoh (S^2) bersifat homogen.
- Keragaman (s^2) dan rerata contoh tidak berkorelasi.
- Pengaruh utama (main effect) bersifat aditif.

Jika ragu apakah data yang diperoleh telah memenuhi asumsi-asumsi dasar tersebut maka dilakukan :

- uji normalitas cara Liliefort
- uji homogenitas cara Barlett
- uji aditivitas cara Tuckey

PERANCANGAN PERCOBAAN YANG BAIK

- (1). **Kesederhanaan** (*simplicity*). Perlakuan dan metode semudah mungkin dengan tetap mempertahankan obyektivitas.
- (2). **Derajat ketepatan** (*degree of precision*); Memberi peluang mengukur perbedaan yang ada pada perlakuan-perlakuan menurut derajat ketepatan yang diinginkan peneliti.
- (3). **Ketiadaan galat sistematis**. Harus dirancang agar setiap unit percobaan menerima perlakuan dengan peluang sama besar agar hasilnya tidak bias.
- (4). **Kisaran keabsahan kesimpulan** selebar-lebarnya. Peningkatan kisaran keabsahan kesimpulan dapat diperoleh melalui:
 - memperbanyak ulangan menurut waktu atau ruang.
 - Merancang perlakuan secara faktorial (berbagai taraf perlakuan atau tingkat faktor lainnya)
- (5). Kalkulasi derajat ketidakpastian (*degree of uncertainty*). Memungkinkan peneliti menghitung kemungkinan (peluang) terjadinya hasil pengamatan yang menyimpang.

KLASIFIKASI RANCANGAN PERCOBAAN ¹⁾

Berdasarkan jumlah faktor yang diteliti dibedakan beberapa Rancangan Percobaan menjadi:

1. **Rancangan non faktorial;** hanya satu faktor yang diteliti. Meliputi RAL, RAK dan RAKL.
2. **Rancangan faktorial;** beberapa faktor penelitian: Meliputi:
 - *split plot design* : Rancangan Petak terbagi (RPB); adalah rancangan faktor tunggal yang dimodifikasi atau difaktorialkan dari RAK,
 - *strip plot design* : Rancangan petak teralur (RPA) yang dimodifikasi dari RAKL
 - *split block design* : Rancangan kelompok terbagi (RKB) yang dimodifikasi dari RAK dan RAKL

Berdasarkan jumlah galat yang digunakan yang menunjukkan derajat kepentingan faktor-faktor utama dan interaksinya Rancangan Percobaan dipilah menjadi:

1. **Rancangan bergalat tunggal;** Meliputi RAL, RAK dan RAKL faktorial dan non faktorial. Meneliti pengaruh-pengaruh faktor utama dan interaksi dengan derajat ketelitian yang sama.
2. **Rancangan begalat ganda:** Salah satu faktor utama penelitian (A) interaksinya lebih penting daripada faktor utama lainnya (B): Mempunyai dua galat a dan b. Diharapkan galat a lebih teliti dalam menonjolkan pengaruh faktor utama A dan interaksinya daripada galat b dalam menonjolkan pengaruh faktor utama B terhadap hasil percobaan.
3. **Rancangan begalat tripel:** Bentuknya seperti RPB tetapi jumlah faktor yang diteliti ada tiga, dapat disebut juga *split-split plot design*. Lainnya adalah *strip plot design* dan *split block design* yang dipakai untuk percobaan yang pengaruh interaksinya lebih ditonjolkan daripada pengaruh faktor utamanya.

¹⁾ Disarikan dari buku: "RANCANGAN PERCOBAAN. Teori & Aplikasi" karangan Ir. Kemas Ali Hanafiah, MS. - Ed.2, Cet. 3 – PT RajaGrafindo Persada, 1994. ISBN 979-421-295-4. 238 hlm.

RANCANGAN BERGALAT TUNGGAL (RBT)

Ditujukan untuk melihat pengaruh-pengaruh utama dan interaksi faktor percobaan dengan derajat ketelitian dan kepentingan yang setara. Berlaku untuk RAL, RAK dan RAKL.

Secara umum dinyatakan dengan model matematis:

$$Y = \mu + \tau + \varepsilon$$

Di mana : μ = nilai rerata harapan (*mean*)
 τ = pengaruh faktor perlakuan
 ε = pengaruh galat

Untuk RAK :

$$Y = \mu + K + \tau + \varepsilon$$

Untuk RAKL :

$$Y = \mu + \beta + \lambda + \tau + \varepsilon$$

Di mana : K = pengaruh pengelompokan
 β = pengaruh pembarisan
 λ = pengaruh pelajuran

RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL) = COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN

Tidak ada kontrol lokal; yang diamati hanya pengaruh perlakuan dan galat saja. Sesuai untuk meneliti masalah yang kondisi lingkungan, alat, bahan dan medianya homogen atau untuk kondisi heterogen yang kasusnya tidak memerlukan kontrol lokal, misalnya masalah erosi yang kisaran pengaruhnya besar.

Perambangan (randomisasi) dan bagan percobaan:

Randomisasi

Unit-unit percobaan tidak saling berinteraksi (misalnya dalam pot, cawan, akuarium dsb). Karena kondisi terkendali posisi unit tidak mempengaruhi hasil percobaan. Secara keseluruhan percobaan merupakan satuan perambangan (randomisasi); setiap ulangan mempunyai peluang sama besar untuk menempati

setiap lokasi unit percobaan atau diartikan bahwa randomisasi menurut RAL dilakukan secara lengkap.

Bagan percobaan

Bagan hasil percobaan sebaiknya menggunakan daftar bilangan teracak:

Contoh dengan jumlah unit percobaan = $t \times r = 4 \times 3 = 12$

A 01	A 13	A 12	A 31
A 11	A 02	A 03	A 32
A 33	A 22	A 21	A 23

Tabel hasil pengamatan:

Hormon (H)	Ulangan				Jumlah (TA)	Rerata (\bar{y}_A)
	1	2	i.....	r		
A 0	Y 10	Y 20	Y i0	Y r0	TA 0	
A 1	Y 11	Y 21	Y i1	Y r1	TA 1	
A 2	Y 12	Y 22	Y i2	Y r2	TA 2	
...	
...	
A j	Y 1j	Y 2j	Y ij	Y rj	TA j	
A t	Y 1t	Y 2t	Y it	Y rt	TAt	
Jumlah (TY)	T y ₁	T y ₂	T y _i	T y _r	T ij	(\bar{y}_{ij})

Misalnya ingin meneliti pengaruh hormon terhadap pertumbuhan jenis ikan tertentu, dengan perlakuan hormon terdiri atas 4 konsentrasi 0; 5; 10; 20 ppm dengan simbol A₀; A₁; A₂ dan A₃. Percobaan dilakukan dengan ulangan sebanyak 3 kali (i = 1, 2, 3); sehingga unit-unit percobaannya adalah :

A₀₁ = Perlakuan A₀ pada ulangan ke- 1

A₀₂ = Perlakuan A₀ pada ulangan ke- 2

...

.....

A₃₂ = Perlakuan A₃ pada ulangan ke- 2

A₃₃ = Perlakuan A₃ pada ulangan ke- 3

Nilai pengamatan ditulis: Y_{ij} di mana: i = ulangan ke dan j = perlakuan ke ...

Penataan dan analisis data:

Tabel analisis data pengaruh hormon terhadap produksi:

Dihitung:

Nilai T_{ij} atau jumlah kwadratnya (*some of square*) dengan rumus umum:

$$JK_y = T(y^2) - (Ty)^2 / n = T(y - \bar{y})^2$$

(1) Faktor koreksi (FK) = nilai untuk mengoreksi (μ) dari ragam data (τ) sehingga dalam sidik ragam nilai $\mu = 0$.

$$FK = (T_{ij})^2 / (r \times t)$$

$$(2) JK_{total} = T(Y_{ij}^2) - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{rt})^2 \} - FK$$

$$(3) JK_{hormon} = \{ (TA)^2 / r \} - FK = (TA_0)^2 + (TA_1)^2 + \dots + (TA_n)^2 / r - FK$$

$$(4) JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{hormon}$$

Analisis Keragaman (Sidik Ragam) = *analysis of variance*

Tabel sidik ragam RAL

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kwadrat	Kwadrat tengah	F hitung	F tabel *)	
					5 %	1 %
Hormon	$v_1 = h - 1$	JKH	JKH / v_1	$(KTH) / (KTG)$	$F(v_1, v_2)$	
Galat	$v_2 = (rh - 1) - (h - 1)$	JKG	JKG / v_2			
Total	$rh - 1$	JKT				

Keterangan *) : Bila F hitung < F 5 % tidak ada perbedaan nyata = *non-significant different*; H_0 diterima pada taraf uji 5 %.

Bila F hitung > F 5 % ada perbedaan nyata = *significant different*; H_1 diterima pada taraf uji 5 %.

Bila F hitung > F 1 % ada perbedaan sangat nyata = *highly significant Different*. H_1 diterima pada taraf uji 1 %

Uji menurut distribusi F untuk menguji pengaruh faktor perlakuan terhadap keragaman hasil percobaan. Secara umum uji F ini adalah:

$H_0: \tau = \varepsilon$ vs. $H_1: \tau \neq \varepsilon$ dengan kaidah keputusan :

$$F_{\text{hitung}} = (S\tau)^2 / (S\varepsilon)^2 = \text{KT perlakuan} / \text{KT galat}.$$

Di mana; $(S\tau)^2 =$ ragam data akibat perlakuan dan $(S\varepsilon)^2 =$ akibat non-perlakuan atau kuadrat tengah galat.

$$\text{KT perlakuan} = (\text{JK perlakuan}) / v_1$$

$$\text{KT galat} = (\text{JK galat}) / v_2$$

Di mana: $v_1 =$ derajat bebas perlakuan $= h - 1$ dan
 $v_2 =$ derajat bebas galat $= (rh - 1) - (h - 1)$.

Koefisien Keragaman (KK):

Koefisien yang menunjukkan derajat kejituan (*accuracy* atau *precision*) serta keandalan kesimpulan suatu percobaan yang merupakan deviasi baku per unit percobaan.

Dinyatakan sebagai persen rerata dari rerata umum percobaan; dituliskan sbb:

$$\text{KK} = \{ \sqrt{(\text{KT galat})} \} / \bar{y} \times 100 \% ; \bar{y} \text{ (grand mean)} = T_{ij} / r.t = \Sigma Y_{ij} / r.t$$

Jika KK semakin kecil maka derajat kejituan dan keandalan akan semakin tinggi, demikian pula validitas kesimpulan yang diperoleh dianggap semakin tinggi. Tidak ada patokan nilai KK yang dianggap baik karena sangat dipengaruhi berbagai faktor, antara lain:

- heterogenitas bahan; memperbesar nilai KK
- kontrol lokal; memperbesar KK
- selang perlakuan ; semakin lebar nilai kisarannya semakin besar KK nya.
- Ulangan percobaan; makin banyak ulangan makin kecil KK.

RANCANGAN ACAK KELOMPOK (RAK) = RANDOMIZED (COMPLETELY) BLOCK DESIGN

Rancangan paling sederhana yang sesuai untuk percobaan di lapangan (*field experiment*). Kondisi di lapangan tidak homogen, selalu mengalami perubahan kondisi (temperatur, air dll.) Kontrol lokal merupakan pengelompokan perlakuan secara lengkap sebagai kelompok atau blok tertentu seperti areal tanah, laut, yang kondisinya berbeda untuk tujuan percobaan.

Kondisi yang dapat dianggap sebagai kelompok antara lain:

- Areal lahan (daratan, perairan, laut)
- waktu pengamatan (siang, malam)
- alat percobaan (mesin berbeda merek dll)
- tenaga kerja (wanita, anak, tenaga terlatih, kurang pengalaman dll.)
- dsb.

Randomisasi dan bagan percobaan:

Perambangan dilakukan lengkap per kelompok; perambangan dilakukan sebanyak t perlakuan pada k kelompok.

Contoh bagan percobaan RAK dengan $t = 5$ dan $k = 4$.

k_1	k_2	k_3	k_4
t 1	t 5	t 3	t 2
t 5	t 1	t 5	t 5
t 3	t 3	t 4	t 1
t 2	t 4	t 2	t 3
t 4	t 2	t 1	t 4

Penataan dan analisis data

Tabel analisis data pengaruh hormon terhadap produksi:

Perlakuan	Kelompok				Jumlah (TP)	Rerata (\bar{y}_P)
	1	2	i.....	k		
1	Y 11	Y 21	Y i1	Y k1	TP 1	
2	Y 12	Y 22	Y i2	Y k2	TP 2	
j	Y 1j	Y 2j	Y ij	Y kj	TP j	
...	
...	
t	Y 1t	Y 2t	Y it	Y kt	TP k	
Jumlah (TK)	TK 1	TK 2	TK i	TK k	T ij	(\bar{y}_{ij})

Dihitung:

- (1) Faktor koreksi (FK) = nilai untuk mengoreksi (μ) dari ragam data (τ) sehingga dalam sidik ragam nilai $\mu = 0$.

$$FK = (T_{ij})^2 / (k \times t)$$

$$(2) JK_{total} = T (Y_{ij})^2 - FK = \{ (Y_{10})^2 + (Y_{11})^2 \dots + (Y_{ij})^2 \dots + (Y_{it})^2 \} - FK$$

$$(3) JK_{kelompok} = (TK^2) / t - FK = \{ (TK_1)^2 + \dots + (TK_k)^2 \} / t - FK$$

$$(4) JK_{perlakuan} = \{ (TP_j)^2 / k \} - FK = \{ (TP_2)^2 + (TP_2)^2 + \dots + (TP_t)^2 \} / k - FK$$

$$(5) JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$$

Analisis Keragaman (Sidik Ragam) = *analysis of variance*

Uji menurut distribusi F untuk menguji pengaruh faktor perlakuan terhadap keragaman hasil percobaan. Secara umum uji F ini adalah:

$H_0: \tau = \varepsilon$ dan $K = \varepsilon$ vs. $H_1: \tau \neq \varepsilon$ dan $K \neq \varepsilon$; dengan kaidah keputusan :

$$F_{hitung} = (S_k)^2 / (S_\varepsilon)^2 = KT \text{ kelompok} / KT \text{ galat dan}$$

$$(S_\tau)^2 / (S_\varepsilon)^2 = KT \text{ perlakuan} / KT \text{ galat}$$

Di mana; $(S_k)^2 =$ ragam data akibat kelompok; $(S_\tau)^2 =$ akibat perlakuan dan $(S_\varepsilon)^2 =$ akibat nonperlakuan atau kuadrat tengah galat.

Tabel sidik ragam RAK

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kwadrat	Kwadrat tengah	F hitung	F tabel *)	
					5 %	1 %
Kelompok	$v_1 = k - 1$	JKK	$(JKK) / v_1$	KTK/KTG	(v_1, v_3)	
Perlakuan	$v_2 = (t-1)$	JKP	$(JKP) / v_2$	KTP/KTG	(v_2, v_3)	
Galat	$v_3 = (v_t - v_1 - v_2)$	JKG	$(JKG) / v_3$			
Total	$kt - 1 = v_t$	JKT				

$$KT \text{ kelompok} = (JK \text{ kelompok}) / v_1$$

$$KT \text{ perlakuan} = (JK \text{ perlakuan}) / v_2$$

$$KT \text{ galat} = (JK \text{ galat}) / v_3$$

Di mana: $v_1 = k - 1 =$ derajat bebas kelompok;
 $v_2 = (t - 1) =$ derajat bebas perlakuan.

RANCANGAN ACAK KUADRAT LATIN (RAKL) = LATIN SQUARE RANDOMIZED DESIGN

Pada RAKL ini kontrol lokal berupa dua arah pengelompokan yaitu berupa **baris** dan **lajur**.

Istilah baris dan lajur dipakai untuk menyatakan bahwa kontrol lokal ditentukan oleh dua faktor yang kondisinya berbeda yang terdapat dan mempengaruhi hasil percobaan, sehingga perancangan perlu dilakukan secara kuadrat. Jarang dipakai karena beberapa syarat yang susah dipenuhi seperti:

- Jumlah baris = jumlah lajur = jumlah perlakuan. Bila jumlah perlakuan terlalu kecil maka ulangnya juga menjadi sangat kurang. Bila jumlah perlakuan besar maka ulangan percobaan juga menjadi besar dan menyebabkan biaya mungkin terlalu besar. Biasanya dipakai untuk percobaan dengan perlakuan sebanyak 5 – 8 faktor.
- Tidak boleh ada interaksi antara perlakuan dengan baris dan lajur.
- Menyebabkan adanya sumber keragaman data di luar perlakuan atau yang merupakan dua faktor yang tidak diteliti. (misalnya dua arah silang metode kerja, dua arah silang kondisi kesuburan lahan dsb).

Randomisasi dan bagan percobaan:

Contoh bagan RAKL dan perancangan.

		Baris				
		I	II	III	IV	V
Lajur	I	D	E	A	C	B
	II	A	B	C	E	D
	III	B	A	E	D	E
	IV	C	D	B	A	C
	V	E	C	D	B	A

Perambang baris dan lajur dilakukan sekaligus akan tetapi tidak ada perlakuan yang terulang dalam satu lajur atau baris tertentu. Perambangan bervariasi sbb:
 Perambangan bebas untuk petak pertama, bersyarat untuk petak berikutnya dan tidak bebas (tidak rambang) untuk petak terakhir.

Di mana : A; B; C; D; dan E adalah faktor perlakuan yang akan diteliti dalam percobaan.

Penataan dan analisis data

Data ditata dua tahap:

Pertama: Data ditata sesuai dengan keadaan percobaan di lapangan sbb:

Tabel data pengaruh lokal kontrol di lapangan

L	B	1	2	3	4	5	Jumlah (TL)
1		Y _{D11}	Y _{E21}	Y _{A31}	Y _{C41}	Y _{B51}	TL ₁
2		Y _{A12}	Y _{C22}	Y _{C32}	Y _{E42}	Y _{D52}	TL ₂
3		Y _{B13}	Y _{A23}	Y _{E33}	Y _{D43}	Y _{C53}	TL ₃
4		Y _{C14}	Y _{D24}	Y _{B34}	Y _{A44}	Y _{E54}	TL ₄
5		Y _{E15}	Y _{C25}	Y _{D35}	Y _{B45}	Y _{A55}	TL ₅
Jumlah (TB)		TB ₁	TB ₂	TB ₃	TB ₄	TB ₅	T _{ijk}

Dari tabel dapat dihitung:

$$FK = T_{ijk} / n \times n \text{ di mana: } n = \text{jumlah lajur atau baris atau perlakuan.}$$

$$JK \text{ total} = T (Y_{ijk})^2 - FK$$

$$JK \text{ baris} = \{(T_B)^2 / n\} - FK$$

$$JK \text{ lajur} = \{(T_L)^2 / n\} - FK$$

Untuk menghitung JK perlakuan dan JK galat perlu dilakukan penataan data menurut lajur:

Tabel data pengaruh perlakuan menurut baris:

Perlakuan	B a r i s					Jumlah (T_p)	Rerata Y_p
	1	2	3	4	5		
A	Y_{A12}	Y_{A23}	Y_{A31}	Y_{A44}	Y_{A55}	T_A	
B	Y_{B13}	Y_{B22}	Y_{B34}	Y_{B45}	Y_{B51}	T_B	
C	Y_{C14}	Y_{C25}	Y_{C32}	Y_{C41}	Y_{C53}	T_C	
D	Y_{D11}	Y_{D24}	Y_{C35}	Y_{D43}	Y_{D52}	T_D	
E	Y_{E15}	Y_{E21}	Y_{E33}	Y_{E42}	Y_{E54}	T_E	
Jumlah (TB)	T_{B1}	T_{B2}	T_{B3}	T_{B4}	T_{B5}	T_{ijk}	Yijk rerata

$$JK \text{ perlakuan} : = \{ TP^2 / n \} - FK$$

$$JK \text{ galat} = JK \text{ total} - JK \text{ baris} - JK \text{ lajur} - JK \text{ perlakuan.}$$

Analisis keragaman (Anova)

Tabel sidik ragam RAKL

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kwadrat	Kwadrat tengah	F hitung	F tabel *)	
					5 %	1 %
Baris	$v_1 = n - 1$	JKB	JKB / v_1	KTb/KTG	(v_1, v_2)	
Lajur	$v_1 = n - 1$	JKL	JKL / v_1	KTL/KTG	(v_1, v_2)	
Perlakuan	$v_1 = n - 1$	JKP	JKP / v_1	KTP/KTG	(v_1, v_2)	
Galat	$v_2 = (v_t - 3 v_1)$	JKG	JKG / v_2			
Total	$n^2 - 1 = v_t$	JKT				