

PENINGKATAN EFISIENSI & EFEKTIFITAS PENGOLAHAN DATA PERCOBAAN PETAK BERJALUR

Ngarap Im Manik ¹⁾ dan Lim Widya Sanjaya ²⁾,

1) & 2) Jurs. Matematika Binus University

PENGANTAR

Perancangan percobaan adalah suatu prosedur sesuai persyaratan ilmiah yang menempatkan perlakuan ke dalam satuan-satuan percobaan. Pemilihan rancangan yang cocok untuk suatu percobaan tergantung pada tujuan percobaan. Kaidah umum pemilihan rancangan percobaan adalah rancangan yang paling sederhana, tetapi tetap memberikan ketepatan dan ketelitian yang dibutuhkan peneliti.

Rancangan percobaan petak berjalur adalah bentuk rancangan factorial yang pengacakan di lapangan lebih praktis dibandingkan dengan rancangan factorial lainnya. Tingkat ketelitian dari setiap fakta adalah sama dengan rancangan petak terbagi yang tingkat ketelitiannya tidak sama.

Salah satu konsekuensi dari perancangan suatu percobaan factorial ialah analisis statistika yang lebih kompleks. Analisis data yang umum untuk perancangan percobaan adalah analisis ragam (ANOVA). Sumber keragaman yang dianalisis pada ANOVA untuk percobaan factorial beragam bergantung pada pemakaian desain rancangan dasarnya. Makalah ini membahas tentang peningkatan efisiensi dan efektifitas pengolahan data percobaan petak berjalur.

Perancangan Percobaan dan Manfaatnya

Definisi perancangan percobaan menurut Nazir (1988, p267) adalah semua proses yang diperlukan dalam merencanakan dan melaksanakan suatu percobaan. Perancangan percobaan bukan hanya memberikan proses perencanaan saja, tetapi juga mencakup langkah-langkah yang berurutan yang menyeluruh dan komplit yang dibuat lebih dahulu. Menurut Nazir (1988, p268), manfaat dari perancangan percobaan adalah untuk memperoleh suatu keterangan yang maksimum mengenai cara membuat percobaan dan bagaimana proses perencanaan serta pelaksanaan percobaan akan dilakukan.

Percobaan Faktorial

Menurut Suntoyo (1990, p125), percobaan faktorial merupakan percobaan dengan lebih dari satu faktor, dengan perlakuan yang merupakan kombinasi dari level-level satu faktor dengan level-level faktor yang lain. Gasperz (1991, p181) mendefinisikan percobaan faktorial sebagai suatu percobaan mengenai sekumpulan perlakuan yang terdiri atas semua kombinasi yang mungkin dari taraf beberapa faktor. Sekumpulan kombinasi perlakuan tersebut yang dinyatakan dengan kata *faktorial*. Menurut Montgomery (2001, p175), percobaan faktorial memiliki beberapa keuntungan, percobaan ini lebih efisien dibandingkan dengan percobaan faktor tunggal, percobaan faktorial ini juga penting untuk mencegah kesimpulan yang salah ketika terjadi interaksi. Dalam melakukan percobaan faktorial, kita tetap menggunakan salah satu rancangan dasar, yaitu: Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Acak Kelompok (RAK), dll. Beberapa keuntungan dari percobaan faktorial, adalah:

1. Lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber yang ada.
2. Informasi yang diperoleh lebih komprehensif, karena kita mempelajari berbagai interaksi yang ada.
3. Hasil percobaan dapat diterapkan dalam suatu kondisi yang lebih luas karena kita mempelajari kombinasi dari berbagai faktor.

Percobaan Faktorial dengan Rancangan Petak Berjalur (RPB)

RPB merupakan modifikasi dari RPT dengan penempatan faktor petak utama secara acak untuk tiap kelompok dan menempatkan faktor anak petak dari hasil sekali pengacakan yang berlaku untuk semua faktor petak utama pada suatu kelompok.

RPB terutama sesuai untuk percobaan dua-faktor di mana ketepatan yang diharapkan untuk mengukur interaksi antara kedua faktor lebih tinggi daripada untuk mengukur pengaruh utama faktor manapun dari dua faktor yang digunakan. Dalam RPB, derajat ketepatan yang berhubungan dengan pengaruh utama kedua faktor dikorbankan untuk memperbaiki ketepatan pengaruh interaksi.

Sesuai dengan penjelasan di atas, keuntungan RPB adalah meningkatkan presisi pengaruh interaksi faktor petak utama dan faktor anak petak.

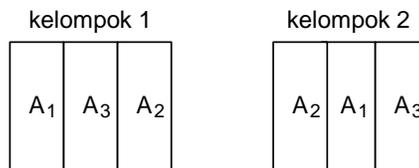
Kelemahan RPB terletak pada pengorbanan presisi informasi dari pengaruh faktor petak utama dan faktor anak petak itu sendiri. Dan dibandingkan percobaan dengan RPT, analisa untuk metode pengacakan RPB menjadi lebih kompleks dengan menambah perhitungan untuk galat.

Pengacakan dan Denah Rancangan

Seperti pengacakan RPT, pengacakan pada RPB dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama untuk mengacakkan taraf faktor yang akan dialokasikan pada petak utama (*mainplot*) sedangkan pengacakan pada tahap kedua untuk taraf faktor yang akan dialokasikan pada anakpetak (*subplot*) dalam setiap petak utama tersebut. Namun urutan pengacakan tidaklah penting, perhatikan contoh berikut untuk lebih jelasnya.

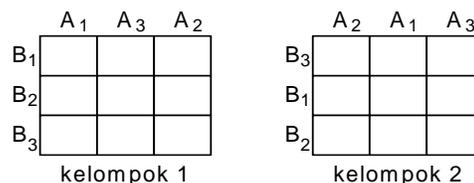
Dengan contoh yang sama, misalkan ada suatu percobaan yang ingin mempelajari pengaruh faktor A (A_1, A_2, A_3) yang ditempatkan pada petak utama dan pengaruh faktor B (B_1, B_2, B_3) yang ditempatkan sebagai anakpetak. Percobaan akan dilakukan untuk 2 kelompok. Proses pengacakan mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Tiap-tiap kelompok dibagi menjadi 3 bagian petak utama (sesuai taraf faktor untuk petak utama). Pengacakan dilakukan pada setiap kelompok untuk penempatan taraf faktor *mainplot* dengan bantuan tabel angka acak atau teknik lain seperti gulungan kertas, dll. Misalkan hasil pengacakan tahap pertama untuk alokasi faktor petak utama pada setiap kelompok adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Pengacakan Tahap Pertama Percobaan RPB

2. Bagi setiap 6 petak utama (3 petak utama dari setiap kelompok) ke dalam 3 buah anak petak (sesuai dengan taraf faktor anakpetak yang dicobakan). Alokasi taraf faktor anakpetak ke dalam petak utama dilakukan secara acak dengan menggunakan teknik pengacakan (tabel angka acak, lotere, dll.) Misalkan dalam pengacakan tahap kedua untuk pengalokasian taraf faktor anak petak dari setiap petak utama terlihat sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Pengacakan Tahap Kedua Percobaan RPB

3. Berdasarkan pengacakan tahap pertama (alokasi ke dalam petak utama) dan tahap kedua (alokasi ke dalam anakpetak), maka denah rancangan RPB untuk kasus percobaan diatas dapat terlihat sebagai berikut:

A_1B_1	A_3B_1	A_2B_1		A_2B_3	A_1B_3	A_3B_3
A_1B_2	A_3B_2	A_2B_2		A_2B_1	A_1B_1	A_3B_1
A_1B_3	A_3B_3	A_2B_3		A_2B_2	A_1B_2	A_3B_2
kelompok 1				kelompok 2		

Gambar 3. Denah Lapangan Percobaan RPB

Tabel data pengamatan percobaan faktorial dengan RPB, untuk a buah faktor *mainplot*, b buah faktor *subplot* dan r kelompok dapat dilihat pada Lampiran

Analisis Ragam Percobaan

Berikut adalah langkah-langkah analisis data percobaan faktorial dua faktor dengan RPB:

1. Model umum:

$$Y_{ijk} = u + K_k + A_i + \delta_{ik} + B_j + \gamma_{jk} + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk} ;$$

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, r$$

di mana:

- Y_{ijk} = nilai pengamatan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor A (*mainplot*) dan taraf ke-j dari faktor B (*subplot*)
- u = nilai rata-rata yang sesungguhnya
- K_k = pengaruh aditif dari kelompok ke-k
- A_i = pengaruh aditif dari taraf ke-i faktor A
- δ_{ik} = pengaruh galat yang muncul pada taraf ke-i faktor A dalam kelompok ke-k, sering disebut galat petak utama (galat a)
- B_j = pengaruh aditif dari taraf ke-j faktor B
- γ_{jk} = pengaruh galat yang muncul pada taraf ke-j faktor B dalam kelompok ke-k, sering disebut galat anakpetak (galat b)
- $(AB)_{ij}$ = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B
- ε_{ijk} = pengaruh galat pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B (galat c)

2. Asumsi

Asumsi yang dipakai dalam analisis ragam adalah: (1) Galat percobaan menyebar normal; (2) Galat percobaan memiliki ragam yang homogen; (3) Galat percobaan saling bebas; dan (4) Pengaruh perlakuan dan lingkungan aditif.

3. Hipotesis

Hipotesis yang diuji dalam penelitian adalah:

- a. $H_0: (AB)_{ij} = 0$, yang berarti tidak ada pengaruh interaksi antara faktor A dan B terhadap respon yang diamati.
 H_1 : minimal ada satu $(AB)_{ij} \neq 0$, artinya ada pengaruh interaksi antar faktor A dan B terhadap respons yang diamati.
- b. $H_0: A_i = 0$, yang berarti tidak ada pengaruh faktor A terhadap respon yang diamati.
 H_1 : minimal ada satu $A_i \neq 0$, artinya ada pengaruh faktor A terhadap respons yang diamati.
- c. $H_0: B_j = 0$, yang berarti tidak ada pengaruh B terhadap respon yang diamati.
 H_1 : minimal ada satu $B_j \neq 0$, artinya ada pengaruh B terhadap respons yang diamati.

4. Prosedur analisis ragam

Prosedur analisis ragam untuk percobaan faktorial yang terdiri dari 2 faktor (A dan B) di mana faktor A ditempatkan dalam petak utama dan faktor B ditempatkan sebagai anakpetak, dapat dijabarkan melalui tahap-tahap berikut:

Tahap 1. Menghitung faktor koreksi (FK) dan jumlah kuadrat total (JKT). Jika r, a, dan b masing-masing melambangkan banyaknya kelompok, banyaknya taraf faktor A (petak utama), dan banyaknya taraf faktor B (anakpetak), maka:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{Y_{...}^2}{rab} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Total (JKT)} = \sum_{i,j,k} Y_{ijk}^2 - FK \dots\dots\dots (2)$$

Tahap 2. Analisis terhadap petak utama (*mainplot analysis*) sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kuadrat (petak utama)} = \frac{\sum_{i,k} Y_{i.k}^2}{b} - FK \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Kelompok (JKK)} = \frac{\sum_k Y_{..k}^2}{ab} - FK \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Faktor A (JK(A))} = \frac{\sum_i Y_{i..}^2}{rb} - FK \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Galat a (JKG(a))} = \text{JK(petak utama)} - \text{JKK} - \text{JK(A)} \dots\dots\dots (6)$$

Tahap 3. Analisis terhadap anakpetak (*subplot analysis*) sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kuadrat (anakpetak)} = \frac{\sum_{j,k} Y_{.jk}^2}{a} - FK \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Faktor B (JK(B))} = \frac{\sum_j Y_{.j.}^2}{ra} - FK \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{J K Galat b (JKG(b))} = \text{JK(anakpetak)} - \text{JKK} - \text{JK(B)} \dots\dots\dots (9)$$

Tahap 4. Penentuan derajat bebas untuk setiap sumber keragaman, sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kuadrat Interaksi (JK(AB))} = \frac{\sum_{i,j} Y_{ij.}^2}{r} - FK - JK(A) - JK(B) \dots\dots\dots (10)$$

$$\text{J K Galat c (JKG(c))} = \text{JKT} - (\text{jumlah semua JK lainnya}) \dots\dots\dots (11)$$

Tahap 5. Penentuan derajat bebas untuk setiap sumber keragaman, sebagai berikut:

$$\text{Derajat Bebas Total (db total)} = abr - 1 \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{Derajat Bebas Kelompok (db kelompok)} = r - 1 \dots\dots\dots (13)$$

$$\text{Derajat Bebas Faktor A (db A)} = a - 1 \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{Derajat Bebas Galat a (dba)} = (a - 1)(r - 1) \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{Derajat Bebas Faktor B (db B)} = b - 1 \dots\dots\dots (16)$$

$$\text{Derajat Bebas Galat b (dbb)} = (b - 1)(r - 1) \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{Derajat Bebas Interaksi (db AB)} = (a - 1)(b - 1) \dots\dots\dots (18)$$

$$\text{Derajat Bebas Galat c (dbc)} = (r - 1)(a - 1)(b - 1) \dots\dots\dots (19)$$

Tahap 6. Menentukan kuadrat tengah (KT) masing-masing komponen keragaman melalui pembagian JK terhadap derajat bebasnya:

$$\text{Kuadrat Tengah Kelompok (KTK)} = \frac{JKK}{db \text{ kelompok}} \dots\dots\dots (20)$$

$$\text{Kuadrat Tengah Faktor A (KT(A))} = \frac{JK(A)}{db A} \dots\dots\dots (21)$$

$$\text{Kuadrat Tengah Galat a (KTG(a))} = \frac{JKG(a)}{dba} \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{Kuadrat Tengah Faktor B (KT(A))} = \frac{JK(B)}{db B} \dots\dots\dots (23)$$

$$\text{Kuadrat Tengah Galat b (KTG(b))} = \frac{JKG(b)}{dbb} \dots\dots\dots (24)$$

$$\text{Kuadrat Tengah Interaksi (KT(AB))} = \frac{JK(AB)}{db AB} \dots\dots\dots (25)$$

$$\text{Kuadrat Tengah Galat c (KTG(c))} = \frac{JKG(c)}{dbc} \dots\dots\dots (26)$$

Tahap 7. Pengujian hipotesis digunakan perhitungan uji F:

$$F_{hitung} (A) = \frac{KT(A)}{KTG(a)} \dots\dots\dots (27)$$

$$F_{hitung} (B) = \frac{KT(B)}{KTG(b)} \dots\dots\dots (28)$$

$$F_{hitung} (AB) = \frac{KT(AB)}{KTG(c)} \dots\dots\dots (29)$$

Tahap 8. Hitung fungsi probabilitas kepadatan (*probability density function*) dari nilai F_{hitung} dengan derajat kebebasan $v_1 = db \text{ KT pembilang}$ dan $v_2 = db \text{ KT penyebut}$ dengan menggunakan persamaan berikut:

$$p(F_{hitung}) = \begin{cases} \frac{\Gamma\left[\frac{(v_1 + v_2)}{2}\right] \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\frac{v_1}{2}} F^{\frac{v_1}{2}-1}}{\Gamma\left(\frac{v_1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{v_2}{2}\right) \left(1 + v_1 \frac{F}{v_2}\right)^{\frac{(v_1+v_2)}{2}}} & , 0 < F < \infty \\ 0 & , \text{untuk nilai lainnya} \dots(30) \end{cases}$$

1. Apabila $p \geq 0.05$ maka F_{hitung} tidak nyata^(tn).
2. Apabila $0.01 < p < 0.05$ maka F_{hitung} nyata⁽ⁱ⁾.
3. Apabila $p \leq 0.01$ maka F_{hitung} sangat nyata^(**).

Tahap 9. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat disusun tabel analisis ragam:

Tabel 1. Tabel Analisis Ragam Percobaan Faktorial dengan RPB

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F _{hitung}
Kelompok	$r - 1$	JKK	KTK	-
Faktor A	$a - 1$	JK(A)	KT(A)	F _{hitung} (A)
Galat (a)	$(a - 1)(r - 1)$	JKG(a)	KTG(a)	-
Faktor B	$b - 1$	JK(B)	KT(B)	F _{hitung} (B)
Galat (b)	$(r - 1)(b - 1)$	JKG(b)	KTG(b)	-
Interaksi (AB)	$(a - 1)(b - 1)$	JK(AB)	KT(AB)	F _{hitung} (AB)
Galat (c)	$(r - 1)(a - 1)(b - 1)$	JKG(c)	KTG(c)	-
Total	$(abr - 1)$	JKT	-	-

Tahap 10. Kesimpulan

1. Tolak H_0 jika F_{hitung} nyata atau sangat nyata, yang berarti ada pengaruh perlakuan faktor yang diuji terhadap respon yang diamati.
2. Terima H_0 jika F_{hitung} tidak nyata, yang berarti tidak ada pengaruh perlakuan faktor yang diuji terhadap respons yang diamati

DAFTAR PUSTAKA

Federer, W.T. ,1955, *Experimental Design*. New York, The Macmillan Company.

Gaspersz, V. ,1991, *Metode Perancangan Percobaan*.Bandung, CV. Armico.

Montgomery, D.C.2001, *Design and Analysis of Experiments*. 5th Edition. John Wiley & Sons.

Yitnosumarto, S. 1991, *Percobaan; Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*. Jakarta., PT.Gramedia.