ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 4, Nomor 2, Tahun 2015, Halaman 277 - 286
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian

RANCANGAN ACAK KELOMPOK TAK LENGKAP SEIMBANG PARSIAL (RAKTLSP)

Gustriza Erda [1], Tatik Widiharih [2], Yuciana Wilandari [3]
[1]Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro
[2,3]Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Partially Balanced Incomplete Block Designs (PBIBD) is a design with v treatments arranged into b blocks with every block which is consist of into k treatment (k < v) that in every treatment only occurs once in every block, and there are pair treatment which occur together in the same block as much as λ_m times. The pair treatments on PBIBD is based on the association scheme. This undegraduate thesis uses triangular association scheme that is two-class association scheme (first and second association). This scheme is used to determine the first and second association of every treatment. Based on formed association, it will obtain the number of pairs treatment that occurs in every block that will be designed (λ_m, m=1,2). The test that is used is test of treatments effect because only treatments that is important which are adjusted treatment for the reason that not all treatments occurs in every block. Assumptions which is required is the assumption of residual normality, equal variances, and independence assumption. The advanced test to be held is Tuckey Test (Honest Significance Difference). To clarify the discussion on PBID, examples of applications in the field of animal husbandry are given to observe the effect of the type of foods that contain alfalfa effect toward weight gain of turkey. The result obtained indicate that there are significant types of foods that contain alfalfa effect toward weight gain of turkey. Where is the recommended type of food is the food of A that contain 2,5% alfafa type 22.

Keywords : PBIBD, Triangular association, Tuckey Test, Normality, Equal Variances, Independence

1. PENDAHULUAN

Rancangan percobaan merupakan rangkaian kegiatan berupa pemikiran dan tindakan yang dipersiapkan secara kritis dan seksama mengenai berbagai aspek yang dipertimbangkan dan sedapat mungkin diupayakan kelak dalam penyelenggaraan suatu percobaan dalam rangka menemukan pengetahuan baru {Musa (1989) dalam Suwanda (2011)}. Rancangan dasar yang biasa digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). RAL digunakan apabila kondisi unit perlakuan yang digunakan hanya sedikit dan percobaannya relatif homogen. Percobaan yang melibatkan unit percobaan yang cukup besar, jarang sekali menggunakan RAL, karena sulit mengumpulkan unit percobaan yang homogen dalam jumlah besar. Untuk mengatasi kesulitan dalam mempersiapkan satuan percobaan yang relatif homogen dalam jumlah besar, digunakanlah RAKL.

Menurut Steel dan Torrie (1991), bila banyaknya perlakuan dalam suatu percobaan meningkat, maka banyaknya satuan percobaan juga meningkat. Dalam banyak hal, ini mengakibatkan bertambah besarnya galat percobaan. Untuk mengatasi permasalahan yang timbul sehubungan dengan bertambahnya perlakuan, digunakanlah Rancangan Acak Tak Lengkap. Menurut Montgomery (2009), jika tidak semua perlakuan muncul pada setiap kelompok, maka dikatakan bahwa rancangan yang memuatnya adalah Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap (RAKTL). Jika banyak ulangan dari semua pasang perlakuan pada RAKTL adalah sama, maka dapat dinyatakan bahwa proses pemilihan dilakukan secara seimbang sehingga bentuk percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap

Seimbang (RAKTLS) (Suwanda, 2011). RAKTLS tidak selalu cocok untuk percobaan karena rancangan ini mengharuskan pasangan perlakuan muncul dengan frekuensi yang sama pada sejumlah kelompok. Untuk mengatasi terjadinya pasangan perlakuan yang muncul dengan frekuensi yang tidak sama, digunakanlah Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLSP). Untuk memperjelas pembahasan, diberikan contoh aplikasi pada bidang peternakan dengan menggunakan 6 perlakuan dan 6 kelompok.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang (RAKTLS)

Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang merupakan rancangan dimana kombinasi-kombinasi perlakuan yang digunakan dalam masing-masing kelompok dipilih dalam suatu cara yang seimbang sehingga pasangan-pasangan perlakuan muncul dalam jumlah yang sama untuk setiap kelompok sebagaimana pasangan-pasangan perlakuan yang lain (Montgomery, 2009). Pasangan perlakuan yang muncul secara bersama-sama dalam kelompok yang sama sebanyak λ , dengan

$$\lambda = \frac{r(k-1)}{v-1}, \quad \lambda \text{ adalah bilangan bulat}$$

Total pengamatan adalah N = vr = bk , dimana r adalah pengulangan perlakuan, k adalah banyaknya perlakuan dalam setiap kelompok dan v adalah banyaknya perlakuan dan b adalah banyaknya kelompok

2.2 Model Linier RAKTLS

Model linear untuk RAKTLS menurut Toutenburg dan Shalabh (2009) adalah:

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \qquad \text{dengan } i = 1, 2, \ldots\ldots b \qquad j = 1, 2, \ldots\ldots v$$

dimana y_{ij} adalah pengamatan dari kelompok ke-i dan perlakuan ke-j, μ adalah rataan umum, β_i adalah pengaruh kelompok ke-i, τ_j adalah pengaruh perlakuan ke-j, ε_{ij} adalah komponen galat. Bila digunakan model tetap, asumsinya :

a) $\sum_{i=1}^{b} \beta_i = 0$ dan $\sum_{j=1}^{v} \tau_j = 0$

b) b) $\varepsilon_{ij} \sim$ NID ($0,\sigma^2$)

Hipotesis yang dapat diambil :

Ho : $\tau_1 = \tau_2 = \cdots = \tau_v$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

H_1 : Paling sedikit ada satu pasangan τ_j yang berbeda (ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

2.3 Estimasi Parameter RAKTLS

Estimasi parameter model persamaan RAKTLS dapat dituliskan dengan

$$\hat{\mu} = \bar{y}_{..} \qquad \hat{\beta}_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..} \qquad \hat{\tau}_j = \frac{kQ_j}{\lambda v}$$

Dari estimasi parameter diperoleh:

$$\hat{y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{\beta}_i + \hat{\tau}_j = \bar{y}_{..} + (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}) + \frac{kQ_j}{\lambda v} = \bar{y}_{i.} + \frac{kQ_j}{\lambda v}$$

dimana $\bar{y}_{..}$ adalah rata-rata seluruh pengamatan,

$\bar{y}_{i.}$ adalah rataan pengamatan yang mendapat perlakuan ke-j

2.4 Analisis Variansi untuk RAKTLS

Pengaruh perlakuan pada RAKTLS dilakukan penyesuaian, karena tidak semua perlakuan muncul pada setiap kelompok. Apabila F_{hitung} lebih besar daripada $F_{(v-1);\ (bk-b-v+1)}$ maka H_o akan ditolak. Hal ini berarti terdapat satu atau lebih perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap respon. Tabel analisis variansi RAKTLS dijelaskan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Analisis Variansi untuk RAKTLS

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F_{Hitung}
Perlakuan (disesuaikan)	$\frac{k}{\lambda v}\sum_{j=1}^{v} Q_j^2$	v – 1	$\frac{JKP_{(disesuaikan)}}{v-1}$	$\frac{KTP_{(disesuaikan)}}{KTG}$
Kelompok	$\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{b} y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$	b – 1	$\frac{JKK}{b-1}$	
Galat	JKT - $JKP_{(disesuaikan)}$ - JKK	vr - v - b + 1	$\frac{JKG}{vr-b-v+1}$	
Total	$\sum_{i=1}^{b}\sum_{j=1}^{v} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$	vr – 1		

2.5 Uji Asumsi

Asumsi–asumsi dasar yang harus dipenuhi menurut Oehlert (2010) adalah residual berdistribusi normal, kesamaan variansi dan independensi dengan residualnya sebagai berikut:

$$\varepsilon_{ij} = y_{ij} - \mu - \beta_i - \tau_j = y_{ij} - \overline{y_{..}} - (\overline{y}_{i.} - \overline{y_{..}}) - (\frac{kQ_j}{\lambda v}) = y_{ij} - \overline{y}_{i.} - (\frac{kQ_j}{\lambda v}),\ \varepsilon_{ij} \sim NID\ (0,\sigma^2).$$

1. Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorv-Smirnov
2. Uji Kesamaan Variansi dapat dilakukan dengan menggunakan uji Bartlett
3. Uji Independensi menggunakan Plot *Residual versus the order of the Data.*

2.6 Uji Perbandingan Ganda Metode Tukey

Langkah-langkah perhitungan pada uji Tukey adalah :

1. Rata-rata perlakuan yang disesuaikan (diestimasi oleh $\hat{\boldsymbol{\tau}}_{\mathbf{j}}$) diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar.
2. Menghitung standar error dari perlakuan ke-i dan perlakuan ke-j yang telah disesuaikan. Menurut Montgomery, (2009), nilai standar errornya adalah $s_{\overline{y.i}-\overline{y.j}} = \sqrt{\frac{k(KTG)}{\lambda v}}$
3. Menghitung nilai HSD
   HSD = $q_{\alpha;v;dbg} * s_{\overline{y.i}-\overline{y.j}}$
   dimana $q_{\alpha;v;dbg}$ merupakan nilai pada tabel q dengan v perlakuan, tingkat signifikansi α, dan derajat bebas galat (dbg).
4. Jika $|\hat{\tau}_i - \hat{\tau}_j|$ > HSD maka pasangan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis data pada RAKTLSP adalah:

1. Menentukan skema asosiasi yang akan digunakan untuk merancang perlakuan apa saja yang akan muncul dalam suatu kelompok.

2. Menentukan berapa banyak perlakuan dan kelompok yang akan digunakan dalam rancangan percobaan.
3. Menentukan model linier aditif serta hipotesis yang akan digunakan.
4. Melakukan analisis variansi dengan menggunakan perlakuan yang telah disesuaikan.
5. Melakukan uji asumsi, yaitu normalitas residual, kesamaan variansi serta independensi. Apabila ketiga uji asumsi tersebut tidak terpenuhi, maka dilakukan transformasi.
6. Melakukan uji lanjut apabila hipotesis awal ditolak atau terdapat pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati.
7. Melakukan penarikan kesimpulan dari hasil uji lanjut yang telah dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLSP)

Perobaan dengan v perlakuan dikatakan seimbang parsial apabila perlakuan tersebut dapat disusun atau dikelompokkan menjadi b kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari k perlakuan (k<v) dimana masing-masing perlakuan hanya muncul satu kali perkelompok dan terdapat dua perlakuan yang muncul secara bersama-sama dalam kelompok yang sama sebanyak λ_m kali (Toutenburg dan Shalabh, 2009). Beberapa pasangan muncul bersama sebanyak λ_1 kali, beberapa pasangan lain muncul sebanyak λ_2 kali, beberapa pasangan yang lain muncul sebanyak λ_m kali. Pasangan dari perlakuan yang muncul bersama λ_m kali dikatakan berasosiasi ke-m, dimana rancangannya dikatakan memiliki asosiasi m kelas (Montgomery, 2006).

4.2 Model Liner RAKTLSP

Model linier aditif untuk rancangan acak kelompok tak lengkap seimbang parsial dengan b buah kelompok dan v buah perlakuan menurut Toutenburg dan Shalabh (2009) adalah :

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \qquad \text{dengan } i = 1, 2, \ldots.. b \qquad j = 1, 2, \ldots.. v$$

dimana y_{ij} adalah pengamatan dari kelompok ke-i dan perlakuan ke-j, μ adalah rataan umum, β_i adalah pengaruh kelompok ke-i, τ_j adalah pengaruh perlakuan ke-j, ε_{ij} adalah komponen galat. Bila digunakan model tetap, asumsinya :

a) $\sum_{i=1}^{b}\beta_i = 0$ dan $\sum_{j=1}^{v}\tau_j = 0$

b) $\varepsilon_{ij} \sim NID(0,\sigma^2)$

Hipotesis yang dapat diambil :

Ho : $\tau_1 = \tau_2 = \cdots = \tau_v$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

H_1 : Paling sedikit ada satu pasangan τ_j yang berbeda (ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

4.3 Skema Asosiasi Segitiga

Menurut Toutenburg dan Shalabh (2009), skema asosiasi segitiga disusun dengan cara membentuk skema persegi empat dengan ukuran q, dimana nilai q diperoleh dengan menyelesaikan bentuk persamaan:

$$v = \binom{q}{2} = \frac{q\,(q-1)}{2}$$

Skema asosiasi segitiga dengan v perlakuan disusun berdasarkan aturan berikut:

a. Posisi diagonal dibiarkan kosong atau diberi tanda silang
b. Perlakuan 1, 2 hingga v diisi ke posisi yang berada di atas diagonal utama, diurutkan secara mendatar.

c. Perlakuan 1, 2 hingga v juga diisi ke posisi yang berada di bawah diagonal utama, diurutkan secara menurun.

Menurut Toutenburg dan Shalabh (2009), rumus umum parameter pada asosiasi segitiga adalah :

$$n_1 = 2q - 4, \quad n_2 = \frac{(q-2)(q-3)}{2}, \quad P_1 = \begin{bmatrix} q-2 & q-3 \\ q-3 & \frac{(q-3)(q-4)}{2} \end{bmatrix}, \quad P_2 = \begin{bmatrix} 4 & 2q-8 \\ 2q-8 & \frac{(q-4)(q-5)}{2} \end{bmatrix}$$

4.4 Pembentukan Kelompok dalam Skema Asosiasi Segitiga

Pembentukan kelompok dalam skema ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

1. mengumpulkan perlakuan yang berada pada baris yang sama pada skema asosiasi segitiga menjadi sebuah kelompok
2. memilih dua buah kolom yang akan digunakan sebagai pasangan dalam skema asosiasi, kemudian hapus perlakuan yang muncul dua kali pada pasangan kolom tersebut. Perlakuan yang tersisa pada kolom tersebut akan dijadikan sebuah kelompok.

Menurut Montgomery (2006) RAKTLSP dengan 2 kelas asosiasiasi dapat dijelaskan seperti berikut:

1. Terdapat v perlakuan yang disusun dalam b kelompok. Setiap kelompok memiliki k perlakuan ($k<v$) dan setiap perlakuan muncul r kali dalam seluruh kelompok.
2. Dua perlakuan berasosiasi ke m muncul bersama dalam λ_m kelompok, ($m=1, 2$).
3. Banyaknya perlakuan yang berasosiasi ke-m adalah n_m.
4. Banyaknya dua perlakuan yang berasosiasi simetris ke-m dengan perlakuan pertama berada pada asosiasi ke-k dan perlakuan kedua berada pada asosiasi ke-l adalah p_{kl}^{m} (k,l,m = 1, 2).

4.5 Estimasi Parameter RAKTLSP

Estimasi dari pengaruh perlakuan ke-j menurut Das dan Giri (1986) untuk 2 kelas asosiasi adalah sebagai berikut:

$$\hat{\tau}_j = \frac{k\{B_2 Q_j - A_2 S_1(Q_j)\}}{A_1 B_2 - A_2 B_1}, \quad j = 1,2...v$$

dengan $A_1 = r(k-1) + \lambda_2$ $\quad$ $A_2 = \lambda_2 - \lambda_1$

$B_1 = (\lambda_2 - \lambda_1)\, p_{12}^{2}$ $\quad$ $B_2 = r(k-1) + \lambda_2 + (\lambda_2 - \lambda_1)(p_{11}^{1} - p_{11}^{2})$

keterangan :

$\hat{\tau}_j$ = pengaruh perlakuan yang disesuaikan, r = pengulangan perlakuan, k = ukuran kelompok

p_{11}^{1} = banyaknya dua perlakuan yang berasosiasi simetris ke-1 dengan perlakuan pertama berada pada asosiasi ke-1 dan perlakuan kedua berada pada asosiasi ke-1

p_{11}^{2} = banyaknya dua perlakuan yang berasosiasi simetris ke-2 dengan perlakuan pertama berada pada asosiasi ke-1 dan perlakuan kedua berada pada asosiasi ke-1

p_{12}^{2} = banyaknya dua perlakuan yang berasosiasi simetris ke-2 dengan perlakuan pertama berada pada asosiasi ke-1 dan perlakuan kedua berada pada asosiasi ke-2

λ_1= banyaknya pasangan perlakuan yang muncul dalam kelompok

λ_2= banyaknya pasangan perlakuan yang tidak muncul dalam kelompok manapun

Q_j = jumlah perlakuan ke j yang disesuaikan

$S_1(Q_j)$ = jumlah perlakuan ke j yang disesuaikan pada asosiasi pertama

4.6 Analisis Variansi untuk RAKTLSP

Tabel 2. Analisis Variansi untuk RAKTLSP

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung
Perlakuan (disesuaikan)	$\sum_{j=1}^{v} \hat{\tau}_j Q_j$	v-1	$\frac{JKP_{(disesuaikan)}}{v-1}$	$\frac{KTP_{(disesuaikan)}}{KTG}$
Kelompok	$\sum_{i=1}^{b} \frac{y_{i.}^2}{k} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	b-1	$\frac{JKK}{b-1}$	
Galat	JKT - $JKP_{(disesuaikan)}$ – JKK	vr – v - b + 1	$\frac{JKG}{vr - v - b + 1}$	
Total	$\sum_{i=1}^{b} \sum_{j=1}^{v} y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	vr – 1		

Pengaruh perlakuan pada RAKTLSP dilakukan penyesuaian, karena tidak semua perlakuan muncul pada setiap kelompok. Apabila F_{hitung} lebih besar daripada $F_{(v-1);\ (bk - b - v + 1)}$ maka H_o akan ditolak. Hal ini berarti terdapat satu atau lebih perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap respon.

4.7 Uji Asumsi RAKTLSP

Asumsi–asumsi dasar yang harus dipenuhi menurut Oehlert (2010) adalah residual berdistribusi normal, kesamaan variansi dan independensi dengan residualnya sebagai berikut:

$$\varepsilon_{ij} = y_{ij} - \mu - \beta_i - \tau_j = y_{ij} - \overline{y}_{..} - (\overline{y}_{i.} - \overline{y}_{..}) - \frac{k\{B_2 Qj - A_2 S_1(Qj)\}}{A_1 B_2 - A_2 B_1} = y_{ij} - \overline{y}_{i.} - \frac{k\{B_2 Qj - A_2 S_1(Qj)\}}{A_1 B_2 - A_2 B_1}$$

$\varepsilon_{ij} \sim$ NID ($0, \sigma^2$). Pengujian asumsinya dilakukan seperti pada RAKTLS.

4.8 Uji Perbandingan Ganda (Uji Tukey) untuk RAKTLSP

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini adalah :

1. Rata-rata perlakuan yang disesuaikan (diestimasi oleh $\hat{\tau}_j$) diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar.
2. Menghitung nilai variansi dari perlakuan ke-i dan ke-j seperti berikut:

   $$\text{Var}(\hat{\tau}_i - \hat{\tau}_j) = \frac{k(A_2 + B_2)\sigma^2}{(A_1 B_2 - A_2 B_1)}, \text{ jika i dan j adalah asosiasi pertama}$$

   $$= \frac{k B_2 \sigma^2}{A_1 B_2 - A_2 B_1}, \text{ jika i dan j adalah asosiasi kedua}$$
3. Menghitung standar sesatan dari perlakuan ke-i dan ke-j seperti berikut:

   $$\text{SE (1)} = \sqrt{\frac{k(A_2 + B_2)\sigma^2}{(A_1 B_2 - A_2 B_1)}} \text{ dan SE (2)} = (\sqrt{\frac{k B_2 \sigma^2}{(A_1 B_2 - A_2 B_1)}}$$
4. Menghitung nilai HSD

   $HSD_1 = q_{\alpha;v;dbg} * SE_1$ dan $HSD_2 = q_{\alpha;v;dbg} * SE_2$
5. Jika $|\hat{\tau}_i - \hat{\tau}_j| >$ HSD maka pasangan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

4.9 Contoh Penerapan RAKTLSP

Sebuah percobaan dilakukan untuk mempelajari efek alfalfa yang terkandung di dalam makanan kalkun. Terdapat 6 jenis makanan (A, B, C, D, E , F). Makanan A mengandung 2,5% alfafa tipe 22, perlakuan B mengandung 5% alfafa tipe 22, perlakuan C mengandung 7,5% alfafa tipe 22, perlakuan D mengandung 2,5 % alfafa tipe 27, perlakuan E mengandung 5 % alfafa tipe 27 dan perlakuan F mengandung 7,5% alfafa tipe 27. Dalam percobaan ini, setiap kelompok hanya dapat dicobakan 4 jenis makananan. Respon yang diamati adalah penambahan berat badan kalkun setelah diberi makanan yang mengandung alfalfa. engamatan dilakukan selama 14 hari (Oehlert, 2010).

Dari permasalahan, didapat bahwa: v = b = 6, k = r = 4, N = vr = bk = 6 x 4 = 24
Berdasarkan skema asosiasi segitiga dengan menggunakan 6 perlakuan (jenis makanan) yang digunakan dalam percobaan, maka diperoleh:

$$v=\binom{q}{2}=\frac{q\,(q-1)}{2}$$

$$6=\frac{q\,(q-1)}{2}$$

$$q = 4 \text{ atau } q = -3$$

Karena banyaknya kolom yang digunakan tidak mungkin bermilai negatif, maka nilai q yang dipilih adalah q=4. Skema asosiasi segitiganya sebagai berikut :

Tabel 3. Skema Asosiasi Segitiga 6 Perlakuan

Baris → Kolom ↓	1	2	3	4
1	*x*	A	B	C
2	A	*x*	D	E
3	B	D	*x*	F
4	C	E	F	*x*

Didapat asosiasi pertama dan kedua dari perlakuan seperti ditunjukkan oleh tabel 7.

Tabel 4. Skema Asosiasi 2 Kelas

Perlakuan	Asosiasi Pertama	Asosiasi Kedua
A	B, C, D, E	F
B	A, C, D, F	E
C	A, B, E, F	D

Perlakuan	Asosiasi Pertama	Asosiasi Kedua
D	A, B, E, F	C
E	A, C, D, F	B
F	B, C, D, E	A

$n_1 = 2q - 4 = 2 \times 4 - 4 = 4,$

$n_2 = \frac{(q-2)(q-3)}{2} = \frac{(4-2)(4-3)}{2} = \frac{2 \times 1}{2} = 1$

$$P_1 = \begin{bmatrix} q-2 & q-3 \\ q-3 & \frac{(q-3)(q-4)}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P_2 = \begin{bmatrix} 4 & 2q-8 \\ 2q-8 & \frac{(q-4)(q-5)}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Tabel 5. Pembentukan Kelompok

Kelompok	Kolom skema asosiasi	Perlakuan
Kelompok 1	(1,2)	B, C, D, E
Kelompok 2	(1,3)	A, C, D, F
Kelompok 3	(1,4)	A, B, E, F
Kelompok 4	(2,3)	A, B, E, F
Kelompok 5	(2,4)	A, C, D, F
Kelompok 6	(3,4)	B, C, D, E

Pasangan perlakuan ke-j pada asosiasi pertama dan asosiasi kedua dapat ditampilkan sebagai berikut :

Tabel 6. Pasangan Perlakuan

Pasangan Perlakuan	Muncul pada Kelompok		Pasangan Perlakuan	Muncul pada Kelompok		Pasangan Perlakuan	Muncul pada Kelompok	
(A,B)	3, 4	$\lambda=2$	(B,D)	1,6	$\lambda=2$	(D,F)	2,5	$\lambda=2$
(A,C)	2,5		(B,F)	3,4		(E,F)	3,4	
(A,D)	2,5		(C,E)	1,6		(A,F)	2,3,4,5	$\lambda=4$
(A,E)	3,4		(C,F)	2,5		(B,E)	1,3,4,6	
(B,C)	1,6		(D,E)	1,6		(C,D)	1,2,5,6	

Sehingga λ_1=2 dan λ_2= 4.

Tabel 7. Hasil pengamatan RAKTLSP

Kel. (i)	Perlakuan						$y_{i.}$
	A	B	C	D	E	F	
1		20,02	18,29	19,02	18,68		76,01
2	24		17,61	19,38		22,54	83,53
3	22,11	19,13			23,07	19,95	84,26
4	25,38	21,21			22,54	21,27	90,4
5	24,18		20,46	19,54		20,09	84,27
6		23,55	22,55	19,96	25,04		91,1
$y_{.j}$	95,67	83,91	78,91	77,9	89,33	83,85	509,57

Model linear aditifnya adalah:

$y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$ dengan i = 1, 2, ... 6 j = 1, 2, ... 6

dimana y_{ij} adalah pengamatan dari kelompok ke-i dan perlakuan ke-j, μ adalah rataan umum, β_i adalah pengaruh kelompok ke-i, τ_j adalah pengaruh perlakuan ke-j, ε_{ij} adalah komponen galat.

Hipotesis :

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \cdots = \tau_6$ (tidak ada pengaruh jenis makanan yang mengandung efek alfalfa terhadap penambahan berat badan kalkun)

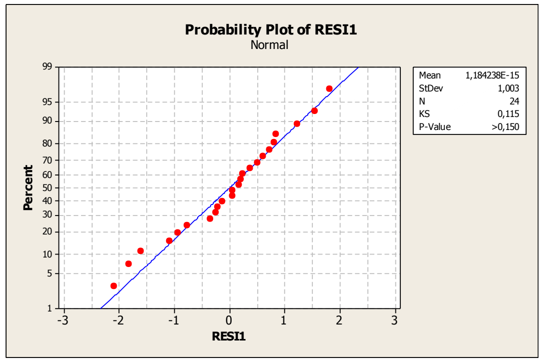
H_1: Paling sedikit ada satu pasangan τ_j yang berbeda (ada pengaruh jenis makanan yang mengandung efek alfalfa terhadap penambahan berat badan kalkun)

Tabel 8. Tabel Anova RAKTLSP

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F_{Hitung}	$F_{0,05;5;13}$
Jenis_makanan (disesuaikan)	52,53	5	10,51	5,90	3,03
Kelompok	37,60	5	7,52		
Galat	23,14	13	1,78		
Total	113,26	23			

Diperoleh F_{hitung} (5,90) > $F_{0,05;5;13}$ (3,03), maka Ho ditolak, artinya terdapat pengaruh jenis makanan yang mengandung efek alfalfa terhadap penambahan berat badan kalkun sehingga perlu dilakukan uji lanjut untuk pengaruh perlakuan.

1. Asumsi Normalitas



Gambar 1. Grafik Kenormalan Residual (RAKTLSP)

Didapat bahwa nilai Kolmogorov-Smirnov (0,115) < $D_{24,0.05}$(0,269) sehingga H_0 diterima, yang berarti residual berdistribusi normal.

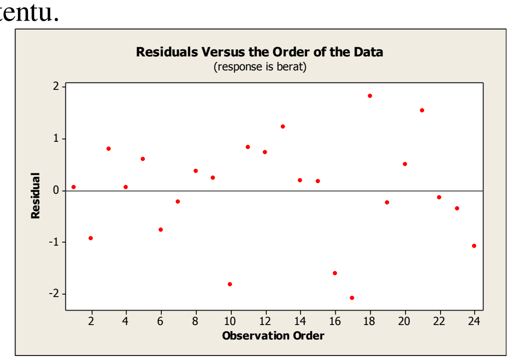
2. Asumsi Kesamaan Variansi

Bartlett's Test	
Test Statistic	1,81
P-Value	0,875
Levene's Test	
Test Statistic	0,24
P-Value	0,939

Didapat bahwa nilai Bartlett (λ^2_h = 3,19) < ($\lambda^2_{0,05;4}$ = 11,0705) sehingga H_0 diterima, yang berarti variansi sama.

3. Asumsi Independendensi

Asumsi independensi terpenuhi apabila Plot *Residual versus the order of the Data* tidak membentuk suatu pola tertentu.



Gambar 2. Plot *Residual versus the order of the Data* (RAKTLS)

Dapat dilihat bahwa plot tidak membentuk suatu pola tertentu atau acak, sehingga asumsi independensi terpenuhi.

Berdasarkan uji asumsi yang dilakukan didapat bahwa semua asumsi telah terpenuhi, maka uji lanjut dapat dilakukan. Pengujian dilakukan terhadap perlakuan yang telah disesuaikan. Jika i dan j adalah asosiasi pertama, maka

$$\text{Var}\,(\hat{\tau}_i - \hat{\tau}_j) = \frac{k(A_2 + B_2)\sigma^2}{(A_1B_2 - A_2B_1)} = \frac{4\,x\,(2+12)*1{,}78}{192} = \frac{99{,}68}{129} = 0{,}52$$

$$\text{SE (1)} = \sqrt{\frac{k(A_2 + B_2)\sigma^2}{(A_1B_2 - A_2B_1)}} = \sqrt{0{,}52} = 0{,}72$$

Jika i dan j adalah asosiasi kedua, maka

$$\text{Var}\,(\hat{\tau}_j - \hat{\tau}_m) = \frac{kB_2\sigma^2}{A_1B_2 - A_2B_1} = \frac{4\ x\ 12*1{,}78}{192} = \frac{85{,}44}{129} = 0{,}445$$

$$\text{SE (2)} = \sqrt{\frac{kB_2\sigma^2}{(A_1B_2 - A_2B_1)}} = \sqrt{0{,}445} = 0{,}67$$

HSD_1 = $q_{0,05;6;19}$ * SE_1 = 4,69 x 0,72 = 3,38, HSD_2 = $q_{0,05;6;19\,*}$ SE_2 = 4,69 x 0,67= 3,13
Dengan membandingkan rata-rata dari setiap pasangan didapat hasil sebagai berikut:

D C B F E A

Keterangan :
——— Garis bawah berarti tidak berbeda signifikan.

Artinya jenis makanan A, E, B, dan F memiliki pengaruh yang sama secara statistik, perlakuan E, B, F, C, dan D juga memiliki pengaruh yang sama secara statistik. Apabila hasil tersebut akan diaplikasikan, maka jenis makanan yang disarankan yaitu jenis makanan A, E, F, dan B, pemilihan jenis makanan disesuaikan dengan biaya yang ditimbulkan. Namun secara statistik, jenis makanan A memberikan penambahan penambahan berat badan kalkun paling tinggi, dimana perlakuan A merupakan jenis makanan yang mengandung 2,5% alfafa tipe 22.

5. KESIMPULAN

Penyusunan denah percobaan padaRAKTLSP didasarkan pada skema asosiasi. Dalam pemilihan skema asosiasi perlu diperhatikan berapa kelas asosiasi yang akan digunakan. Skema asosiasi yang berbeda akan menghasilkan kelas asosiasi yang berbeda pula.

RAKTLSP lebih fleksibel dibandingkan RAKTLS. Namun, analisis variansi pada RAKTLSP lebih rumit dibandingkan dengan RAKTLS karena analisis pada RAKTLSP didasarkan pada skema asosiasi. Penyusunan analisis variansi pada RAKTLSP menggunakan perlakuan yang telah disesuaikan *(adjusted)*. Seperti pada rancangan lainnya, terdapat tiga asumsi dasar yang harus dipenuhi yaitu normalitas residual, kesamaan varian serta independensi. Uji lanjut yang dapat digunakan adalah uji Tukey (*Honest Significance Difference)* dimana nilai pembanding (HSD) yang digunakan pada RAKTLSP disesuaikan berdasarkan asosiasi yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

Das, M. N dan Giri N. C. (1986). *Design and Anlysis of Experiments*. New Delhi: Wiley Easternn Limited

Oehlert,G.W. 2010. *A First Course in Design Analysis of Experiments*. University of Minnesota.

Montgomery, D.C. 2006. *Design and Analysis of Experiment* 6th edition. New York : Jhon Wiley & Sons.

Montgomery, D.C. 2009. *Design and Analysis of Experiment* 7th edition. New York: Jhon Wiley & Sons.

Stell, R.G.D dan Torrie J.H. 1980. *Prinsip dan Prosedur Statistika : suatu Pendekatan Biometri*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Suwanda. 2011. *Desain Eksperimen untuk Penelitian Ilmiah.* Bandung: Alfabeta.

Toutenburg, H dan Shalabh. 2009. *Statistical Analysis of Designed Experiments* 3th edition. New York: Springer.