

**METODE KONSTRUKSI SKEMA ASOSIASI RIGHT ANGULAR DAN
CIRCULAR PADA RANCANGAN ACAK KELOMPOK TAK LENGKAP
SEIMBANG PARSIAL**

*Construction Methods of Right Angular and Circular Association Schemes
in Partially Balanced Incomplete Block Design*

MUHSINIL HAQ



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**METODE KONSTRUKSI SKEMA ASOSIASI RIGHT ANGULAR DAN
CIRCULAR PADA RANCANGAN ACAK KELOMPOK TAK LENGKAP
SEIMBANG PARSIAL**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Statistika

Disusun dan diajukan oleh

MUHSINIL HAQ

H062202002

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

TESIS

**METODE KONSTRUKSI SKEMA ASOSIASI *RIGHT ANGULAR* DAN
CIRCULAR PADA RANCANGAN ACAK KELOMPOK TAK LENGKAP
SEIMBANG PARSIAL****MUHSINIL HAQ****H062202002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam
rangka Penyelesaian Program Studi Magister Statistika Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 18 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,
Pembimbing Utama,

Dr. Dr. Georgina M. Tinungki, M.Si

NIP. 19620926 198702 2 001

Ketua Program Studi
Magister Statistika,

Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si

NIP. 19620926 198702 2 001

Pembimbing Pendamping

Dr. Nirwan Hyas, M.Si

NIP. 19630306 198702 1 002

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin

Dr. Eng. Amiruddin, M.Si

NIP. 19720515 199702 1 002



**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular dan Circular Pada Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (dibimbing oleh Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si dan Dr. Nirwan Ilyas, M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal NeuroQuantology eISSN: 1303-5150 Vol. 20, Issue 13, December 2022, Page: 3072-3083) sebagai artikel dengan judul "*Construction Method Right Angular Association Schematic Partial Incomplete Randomized Block Design*".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 18 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Muhsinil Haq

NIM. H062202002

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang dikemukakan dalam tesis ini masih jauh dari kesempurnaan yang merupakan sebagai akibat dari keterbatasan kemampuan serta berbagai kesulitan yang penulis hadapi dalam menyusun tesis ini.

Penulis memanjatkan doa kepada Tuhan Yang Maha Esa agar memberikan rahmat-Nya kepada pihak yang banyak membantu dalam penyelesaian tesis ini. Penulis juga percaya tesis ini dapat selesai bukan hanya dengan kekuatan pikiran penulis semata akan tetapi karena bantuan dari berbagai pihak juga, baik selama proses perkuliahan bahkan sampai proses pengerjaan tesis di Program Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Namun demikian, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca karya tulis ini demi sempurnanya tesis ini.

Terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta dan saudara-saudaraku atas doa yang tak pernah putus, dukungan serta segala kebaikan mereka yang sampai kapan pun takkan pernah bisa terbalaskan atas kasih sayang yang tiada henti dalam penyelesaian tesis ini. Selanjutnya, saya ingin menyampaikan juga rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta seluruh jajarannya.
3. **Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si** selaku Ketua Departemen Statistika yang menjadi penguji penulis yang telah bersedia memberikan masukan-masukan dan arahan dalam penyusunan tesis.
4. **Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.** selaku Ketua Program Studi Magister Statistika yang menjadi Pembimbing Utama yang telah bersabar dan bersedia meluangkan banyak waktunya untuk membimbing penulis dan memberikan ilmu, dukungan, dan motivasi serta kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjalani Pendidikan di Departemen Statistika.
5. **Dr. Nirwan Ilyas, M.Si** selaku Pembimbing Pertama yang telah bersabar dan bersedia meluangkan banyak waktunya untuk membimbing penulis dan

memberikan ilmu, dukungan, dan motivasi serta kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjalani Pendidikan di Departemen Statistika.

6. **Dr. Nurtiti Sanusi, M.Si.** selaku Penguji Penulis yang telah bersedia memberikan masukan-masukan dan arahan dalam penyusunan tesis.
7. **Dr. Erna Tri Herdiani, M.Si** selaku Penguji Penulis yang telah bersedia memberikan masukan-masukan dan arahan dalam penyusunan tesis.
8. **Bapak dan Ibu Dosen** Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
9. **Teman – teman Mahasiswa Program Magister Statistika angkatan ketiga** terkhusus terima kasih atas nasehat dan dukungan luar biasa kepada penulis.
10. **Teman – teman Kantor PT ARD Group** terkhusus terima kasih atas nasehat dan dukungan luar biasa kepada penulis, terkhusus **Bapak Ir. Ardiatmanto, ST, Ibu dr. Aliah Ulfa Mustabsyiroh, Bapak Baharuddin, S.Sos, Bapak Firmansyah Rumbaru, Bapak Sardi Arkam, ST, Bapak Agus Satria, S.Sos, Bapak Soeparjo Bahtiar, S.Pi, Ibu Ainun Arfiani Mardan, ST, Ibu Herlina, SE.**

Semoga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat ganda atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga penulisan tesis ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam dunia statistika dan data sains.

Penulis,

Muhsinil Haq

ABSTRAK

MUHSINIL HAQ. **Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular dan Circular Pada Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial** (dibimbing oleh Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si dan Dr. Nirwan Ilyas, M.Si).

Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) merupakan rancangan dengan v perlakuan yang disusun menjadi b kelompok dengan setiap kelompok terdiri dari k perlakuan ($k < v$) dan terdapat pasangan perlakuan yang muncul secara bersama-sama dalam kelompok yang sama sebanyak λ_m kali. Pasangan perlakuan yang muncul pada RAKTLS Parsial didasarkan pada skema asosiasi. Tugas akhir ini menggunakan *skema asosiasi Right Angular* dan *Circular* yang merupakan skema asosiasi 4 kelas. Skema ini digunakan untuk menentukan asosiasi pertama, kedua, ketiga dan keempat dari setiap perlakuan. Berdasarkan asosiasi yang terbentuk, maka akan diperoleh jumlah pasangan perlakuan yang muncul dalam setiap kelompok ($\lambda_m, m=1, \dots, 4$). Uji yang dilakukan adalah uji pengaruh pada perlakuan karena hanya perlakuan yang dipentingkan dimana perlakuannya dilakukan perbaikan (*adjusted*). Asumsi yang diperlukan adalah asumsi normalitas residual, kesamaan variansi dan independensi dengan uji Tukey sebagai uji lanjut. Untuk memperjelas pembahasan, diberikan contoh aplikasi pada bidang pertanian dengan mengamati pengaruh jenis Herbisida yang terdiri dari tiga jenis herbisida dengan 4 tingkat dosis, yaitu herbisida tunggal Bentazon 400 g.L^{-1} dan MCPA 60 g.L^{-1} (2; 1; 0,5; 0,25; L.ha^{-1}), herbisida campuran Bentazon + MCPA 460 g.L^{-1} (2,5; 1,25; 0,625; 0,3215; L.ha^{-1}). terhadap tingkat kerusakan (%) pada gulma. Diperoleh hasil bahwa terdapat pengaruh jenis Herbisida terhadap tingkat kerusakan (%) pada gulma, dimana jenis Herbisida yang disarankan adalah jenis Herbisida J, yaitu Herbisida tunggal berbahan aktif MCPA 60 g.L^{-1} (1 ; L.ha^{-1}).

Kata kunci: *Asosiasi Right Angular, Asosiasi Circular, Independensi, Kesamaan Variansi, Normalitas, RAKTLSP, Uji Tukey.*

ABSTRACT

MUHSINIL HAQ. **Construction Methods Of Right Angular and Circular Association Schemes In Partially Balanced Incomplete Block Design** (supervised by Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si and Dr. Nirwan Ilyas, M.Si).

Partially Balanced Incomplete Randomized Group Design (RAKTLS Partial) is a design with v treatments arranged into b groups with each group consisting of k treatments ($k < v$) and there are treatment pairs that appear together in the same group λ_m times. The purpose of this study is to be able to construct an experimental design plan and to be able to carry out ANOVA preparation, follow-up tests, testing model assumptions from the *Right Angular* Association scheme and *Circular* Partial Incomplete Randomized Block Design. This study uses the Right Angular association scheme which is a 4-class association scheme used to determine the first, second, third and fourth associations of each treatment. Based on the association formed, the number of treatment pairs that appear in each group will be obtained ($\lambda_m, m=1, \dots, 4$). The test that was carried out was an influence test on the treatment because only the treatment was important where the treatment was adjusted (adjusted). The assumptions needed are the assumption of residual normality, equality of variance and independence with the Tukey test as a follow-up test. The data used as an example of application in this study is data in agriculture by observing the effect of the type of herbicide on weeds, which consists of three types of herbicides with 4 dose levels, namely the single herbicide Bentazon 400 g.L^{-1} and MCPA 60 g.L^{-1} (2; 1; 0.5; 0.25; L.ha^{-1}), mixed herbicide Bentazon + MCPA 460 g.L^{-1} (2.5; 1.25; 0.625; 0.3215; L.ha^{-1}). The results of the Right Angular Association scheme, Partially Balanced Incomplete Randomized Block Design show that the type of herbicide has an effect on the level of damage to weeds. By using this method it can be seen that the recommended herbicide is type J, namely the single active ingredient MCPA 60 g.L^{-1} (1 ; L.ha^{-1}).

Key Words: Circular Association, Equality of Variances, Independence, Normality, RAKTLS Partial, Right Angular Association, Tukey's Test.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR TABEL	IX
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR LAMPIRAN	XI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	4
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 RANCANGAN ACAK.....	5
2.2 RAK TAK LENGKAP SEIMBANG (RAKTLS).....	7
2.3 MODEL LINEAR RAKTLS.....	8
2.4 ESTIMASI PARAMETER RAKTLS.....	9
2.5 ANALISIS VARIANSI UNTUK RAKTLS.....	11
2.6 UJI ASUMSI RAKTLS	13
2.7 UJI PERBANDINGAN GANDA (UJI TUKEY) UNTUK RAKTLS.....	15
2.8 KONSEP ASSOCIATES CLASS DARI RAKTLS PARSIAL.....	16
2.9 KERANGKA KONSEPTUAL.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 SUMBER DATA.....	18
3.2 METODE ANALISA.....	18
3.3 DIAGRAM ALIR.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 RAKTLS PARSIAL	22
4.2 ANALISIS VARIANSI PADA RAKTLS PARSIAL.....	22
4.3 UJI ASUMSI PADA RAKTLS PARSIAL	23
4.4 UJI PERBANDINGAN GANDA (UJI TUKEY) PADA RAKTLS PARSIAL	24
4.5 PENERAPAN RAKTLS PARSIAL MENGGUNAKAN METODE <i>RIGHT-ANGULAR</i>	24
4.6 PENERAPAN RAKTLS PARSIAL MENGGUNAKAN METODE CIRCULAR.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 KESIMPULAN	42
5.2 SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Contoh Layout Data RAKTLS	8
Tabel 2.2 Tabel Analisis Variansi untuk RAKTLS	13
Tabel 3.1 Data Pengamatan Herbisida terhadap Gulma.....	18
Tabel 3.2 Tabel Analisis Variansi untuk RAKTLS Parsial	19
Tabel 4.1 Tabel Analisis Variansi untuk RAKTLS Parsial	23
Tabel 4.2 Tabel Skema Asosiasi Metode Right Angular	25
Tabel 4.3 Tabel Pasangan Perlakuan Skema Asosiasi Metode Right Angular	26
Tabel 4.4 Data Pengamatan Herbisida terhadap Gulma.....	27
Tabel 4.5 Tabel RAKTLS Parsial Metode Right Angular	27
Tabel 4.6 Tabel Hasil Analisis Variansi Metode Right Angular.....	30
Tabel 4.7 Tabel Uji Kolmogorov Smirnov.....	31
Tabel 4.8 Tabel Uji Kesamaan Varians Metode Right Angular	32
Tabel 4.9 Tabel Skema Asosiasi Metode Circular	35
Tabel 4.10 Tabel RAKTLS Parsial Metode Circular	36
Tabel 4.11 Tabel Hasil Analisis Variansi Metode Circular	38
Tabel 4.12 Tabel Uji Kolmogorov Smirnov.....	39
Tabel 4.13 Tabel Uji Kesamaan Varians Metode Circular.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Konseptual	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Data	21
Gambar 4.1 Skema Asosiasi Right Angular.....	25
Gambar 4.2 Grafik Kenormalan Residual Metode Right Angular.....	31
Gambar 4.3 Grafik Kesamaan Variansi Metode Right Angular	32
Gambar 4.4 Plot Residual Versus The Order of The Data Metode Right Angular	33
Gambar 4.5 Skema Asosiasi MetodeCircular	35
Gambar 4.6 Grafik Kenormalan Residual Metode Circular	39
Gambar 4.7 Grafik Kesamaan Variansi Metode Circular	40
Gambar 4.8 Plot Residual Versus The Order of The Data Metode Circular	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 General Linear Model: DATA Metode Circular versus GULMA	46
Lampiran 2 Data RAKTLS Parsial menggunakan Skema Circular	48
Lampiran 3 General Linear Model: DATA Metode Right Angular versus GULMA	49
Lampiran 4 Data RAKTLS Parsial menggunakan Skema Right Angular	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya Rancangan percobaan adalah sebuah desain yang menjadi dasar pengambilan data sebuah penelitian. Kata desain atau rancangan menimbulkan arti bahwa proses pembuatannya dilakukan dengan sengaja. Peneliti melakukan sebuah miniatur lingkungan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menjadi ideal dan memenuhi kondisi yang diharapkan untuk selanjutnya dipelajari perilaku objek tersebut.

Dalam suatu rancangan, terdapat berbagai macam rancangan percobaan. Rancangan yang lazim digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). RAL digunakan apabila kondisi unit percobaan relatif homogen dan banyak taraf perlakuan sedikit. Sedangkan RAKL digunakan apabila kondisi unit percobaan relatif heterogen dan diperlukan suatu pengelompokan untuk mengendalikan homogenitasnya.

Menurut Gaspersz (1991), RAL dan RAKL menjadi kurang efisien apabila taraf perlakuan bertambah banyak. Bertambahnya taraf perlakuan akan menyebabkan bertambahnya unit-unit percobaan. Penambahan unit-unit percobaan akan meningkatkan heterogenitas di antara unit percobaan. Hal tersebut mengakibatkan galat yang dihasilkan akan semakin besar.

Untuk mengatasi permasalahan yang timbul sehubungan dengan bertambahnya taraf perlakuan, seperti kekurangan bahan atau satuan percobaan, kesulitan mengendalikan galat percobaan apabila taraf perlakuan bertambah banyak, dan permasalahan lainnya, maka digunakan bentuk-bentuk perencanaan yang mengatasi masalah-masalah tersebut. Salah satu rancangan yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap (RAKTL).

Menurut Montgomery (2009), jika tidak semua perlakuan muncul pada setiap kelompok, maka dikatakan bahwa rancangan yang digunakan 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 Tidak Lengkap Seimbang (RAKTLS) (Suwanda, 2011).

Rancangan Acak Kelompok Tidak Lengkap Seimbang merupakan rancangan dimana kombinasi perlakuan yang digunakan dalam masing-masing kelompok dipilih dalam suatu cara yang seimbang sehingga pasangan perlakuan muncul dalam jumlah yang sama untuk setiap kelompok sebagaimana pasangan perlakuan yang lain. Masing-

masing kelompok memuat k perlakuan dari total v perlakuan ($k < v$) dan masing-masing perlakuan diulang r kali dalam percobaan, dimana perlakuan tersebut hanya muncul satu kali perkelompok dan terdapat dua perlakuan yang muncul secara bersama-sama dalam kelompok sebanyak λ kali (Montgomery, 2009).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin meneliti tentang RAKTLS, Namun 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, maka digunakanlah Rancangan Acak Kelompok Tidak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial).

RAKTLS Parsial pertama kali diperkenalkan oleh Bose dan Nair (1939), didalam penelitian yang berjudul *class of binary, of equi – replicate and proper design*, Bose dan Nair memperkenalkan RAKTLS Parsial dengan m kelas asosiasi. Bose dan Shimamoto (1952), Bose dan Shimamoto mengklasifikasikan RAKTLS Parsial dengan m kelas asosiasi yang masing-masing berukuran k ($k < v$), selanjutnya Bose dan Shimamoto mengklasifikasikan metode asosiasi RAKTLSP dengan 2 kelas asosiasi menjadi : (i) 2 Group Divisible (GD), (ii) Simple (S.I) (iii), Triangular (T), (iv) Latin Square Type (Li), (v) Cyclic Design.

Penelitian tentang Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Dwivedi (2011) dalam penelitiannya mengklasifikasikan Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) dalam beberapa tipe berdasarkan kelas asosiasinya. (Suswantari, 2014) membahas tentang Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) dan penerapannya yang terkhusus pada kelas asosiasi kedua dengan Metode Simple Design (S.I). (Erda, 2015) membahas Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) dengan 2 kelas asosiasi menggunakan metode *Triangular Customized* yang terkhusus pada kelas asosiasi kedua dengan Metode *Triangular Customized* (T.C). (Adnan, 2018) Penerapan Rancangan Acak Kelompok Tidak Lengkap Seimbang Parsial Menggunakan Metode *Group Divisible Design* dengan 2 kelas asosiasi menggunakan Metode *Group Divisible* yang terkhusus pada kelas asosiasi kedua dengan Metode *Group Divisible* (GD). (Rihul, 2019) Penerapan Rancangan Acak Kelompok Tidak Lengkap Seimbang Parsial Menggunakan Metode *Rectangular Design* dengan 3 kelas asosiasi menggunakan Metode *Rectangular Design* yang terkhusus pada kelas asosiasi ketiga dengan Metode *Rectangular Design*.

Menurut Lokesh Dwivedi, dalam Rancangan Acak Kelompok Tidak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) terdapat beberapa metode untuk mengatasi terjadinya pasangan perlakuan yang muncul dengan frekuensi yang tidak sama, diantaranya dengan menggunakan skema asosiasi yang terbagi dalam dua, tiga dan empat kelas. Dalam skema asosiasi 2 kelas terdapat beberapa skema yang bias digunakan, diantaranya *Skema asosiasi Grup Divisible*, *Skema asosiasi segitiga*, *Skema asosiasi Latin Square*, *Skema asosiasi Cyclic* dan *Skema asosiasi Circular*. Skema asosiasi 3 kelas terdapat beberapa skema yang bias digunakan, diantaranya *Rectangular Association Scheme*, *Nested Group Divisible (NGD) Association Scheme*, *Cubic Association Scheme*, *Extended Triangular Association Scheme*, *Circular(3) Association Scheme*, *Extended L_2 Association Scheme*, dan *NC_3 (cyclic) Association Scheme*. Skema asosiasi 4 kelas terdapat beberapa skema yang bias digunakan, diantaranya *Right Angular Association Scheme* dan *Four Associate Class Circular Association Scheme*.

Dari penelitian-penelitian sebelumnya ditemukan bahwa RAKTLS Parsial lebih fleksibel di bandingkan dengan RAKTLS dikarenakan pada RAKTLS Parsial pasangan perlakuan yang muncul dalam kelompok yang sama jumlahnya tidak harus sama, sedangkan pada RAKTLS pasangan perlakuan yang muncul pada kelompok yang sama jumlahnya harus sama. Namun, analisis variansi pada RAKTLS Parsial lebih rumit dibandingkan dengan RAKTLS karena analisis pada RAKTLS Parsial di dasarkan pada skema asosiasi. Penyusunan analisis variansi pada RAKTLS Parsial menggunakan perlakuan yang telah disesuaikan (adjusted).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penyusunan tugas Akhir ini penulis mengangkat judul “Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular Dan Circular Pada Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana cara mengkontruksi denah rancangan percobaan menggunakan Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular dan Skema Asosiasi Circular Pada RAKTLS Parsial?
- 2) Bagaimana cara melakukan penyusunan anova, uji lanjut dan pengujian asumsi model pada Skema Asosiasi Right Angular dan Skema Asosiasi Circular Pada RAKTLS Parsial?

1.3 Batasan Masalah

Penulisan ini hanya membahas mengenai Uji pengaruh perlakuan dan pembentukan denah atau Kontruksi rancangan menggunakan Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular dan Skema Asosiasi Circular Pada RAKTLS Parsial.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Dapat Mengkontruksi denah rancangan percobaan menggunakan Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular dan Skema Asosiasi Circular Pada RAKTLS Parsial.
- 2) Dapat melakukan penyusunan anova, uji lanjut dan pengujian asumsi model pada Skema Asosiasi Right Angular dan Skema Asosiasi Circular Pada RAKTLS Parsial.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan ini adalah sebagai referensi kepada pembaca tentang penyusunan denah dan Metode Konstruksi Skema Asosiasi Right Angular dan Circular Pada RAKTLS Parsial.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rancangan Acak

2.1.1 Rancangan Acak Kelompok

Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan jika kondisi unit percobaan yang digunakan tidak homogen. Dalam rancangan ini, petakan percobaan dibagi menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok di bagi lagi menjadi beberapa petak yang banyaknya sama dengan jumlah perlakuan. Adapun tujuannya adalah untuk menjaga agar keragaman antara perlakuan dalam satu kelompok sekecil mungkin.

Manfaat rancangan ini adalah adanya pembagian kedalam kelompok sehingga keragaman yang disebabkan oleh kelompok dapat disisihkan. Di samping itu rancangan ini juga dapat menurunkan galat percobaan, yang berarti pula meningkatkan ketelitian percobaan.

2.1.2 Rancangan Acak Lengkap

Rancangan acak lengkap (RAL) merupakan jenis rancangan percobaan yang paling sederhana. Pada umumnya, rancangan ini biasa digunakan untuk percobaan yang memiliki media atau lingkungan percobaan yang seragam atau homogen (Mattjik & Sumertajaya, 2000: 53)

Menurut Gaspersz (1991), RAL dan RAKL menjadi kurang efisien apabila taraf perlakuan bertambah banyak. Bertambahnya taraf perlakuan akan menyebabkan bertambahnya unit-unit percobaan. Penambahan unit-unit percobaan akan meningkatkan heterogenitas di antara unit percobaan. Hal tersebut mengakibatkan galat yang dihasilkan akan semakin besar.

2.1.3 RAK Tak Lengkap

Menurut Montgomery (2009), jika tidak semua perlakuan muncul pada setiap kelompok, maka dikatakan bahwa rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap (RAKTL).

2.1.4 Data Hilang pada RAK

a) Satu Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Bila data yang hilang adalah Y_{gh} , yaitu nilai pengamatan pada perlakuan ke-h dan blok ke-g. Maka nilai dugaan M yang meminimumkan Jumlah Kuadrat Galat Percobaan adalah (Lentner & Bishop, 1986):

$$M = \frac{r \cdot B_h + t \cdot T_h - G}{(r-1)(t-1)} \quad (2.1)$$

Dimana ;

r = banyaknya blok yang digunakan

t = banyaknya perlakuan yang digunakan

B_g = total semua pengamatan yang tak hilang blok ke-g

T_h = total semua pengamatan yang tak hilang perlakuan ke-h

G = total semua pengamatan yang tak hilang

Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing -masing berkurang satu. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[B_g - (t-1)M]^2}{t(t-1)} \quad (2.2)$$

b) Dua Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Bila dua data yang hilang adalah Y_{kl} (nilai pengamatan pada blok ke-k dan perlakuan ke-l) dan Y_{gh} , (nilai pengamatan pada blok ke-g dan perlakuan ke-h), dengan penduga berturut -turut adalah A dan B. Maka salah satu data hilang (misalkan Y_{kl}) diaproksimasi dengan menggunakan rumus:

$$A_0 = \frac{(\bar{Y}_k - \bar{Y}_l)}{2} \quad (2.3)$$

Dimana ;

A_0 = nilai dugaan awal

\bar{Y}_k = rata-rata pengamatan yang tak hilang blok ke-k

\bar{Y}_l = rata-rata pengamatan yang tak hilang perlakuan ke-l

Kemudian hitung nilai dugaan A dan B hingga konvergensi tercapai, dengan menggunakan persamaan (2.1). Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing -masing berkurang dua. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[B_k-(t-1)A]^2 + [B_g-(t-1)B]^2}{t(t-1)} \quad (2.4)$$

c) Tiga Data Hilang dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar

Bila tiga data yang hilang adalah Y_{kl} (nilai pengamatan pada blok ke-k dan perlakuan ke-l), Y_{mn} (nilai pengamatan pada blok ke -m dan perlakuan ke-n) dan Y_{gh} (nilai pengamatan pada blok ke-g dan perlakuan ke-h), dengan penduga berturut -turut adalah A, B, dan C. Maka sembarang dua dari tiga data hilang (misalkan Y_{kl} dan Y_{mn}) diaproksimasi dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$A_0 = \frac{(\bar{Y}_k - \bar{Y}_l)}{2} \quad (2.5)$$

$$A_1 = \frac{(\bar{Y}_m - \bar{Y}_n)}{2} \quad (2.6)$$

Kemudian hitung nilai dugaan A, B dan C hingga konvergensi tercapai, dengan menggunakan persamaan (2.1). Nilai dugaan data hilang yang disisipkan berpengaruh terhadap analisis varian. Pengaruh pertama adalah derajat bebas dari Total dan Galat percobaan masing-masing berkurang Tiga. Pengaruh kedua JK[P] perlu dikoreksi dengan bias dimana:

$$Bias = \frac{[B_k-(t-1)A]^2 + [B_m-(t-1)B]^2 + [B_g-(t-1)C]^2}{t(t-1)} \quad (2.7)$$

2. 2 RAK Tak Lengkap Seimbang (RAKTLS)

Rancangan Acak Kelompok Tidak 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). Misalkan suatu percobaan terdiri dari v perlakuan yang ditempatkan dalam b kelompok, maka masing-masing kelompok memuat k perlakuan dan masing masing perlakuan diulang r kali dalam percobaan dimana perlakuan tersebut hanya muncul satu kali perkelompok, sehingga terdapat dua perlakuan yang muncul secara bersama-sama dalam kelompok yang sama sebanyak λ , dengan

$$\lambda = \frac{r(k-1)}{v-1} \quad (2. 8)$$

Total pengamatan adalah $N = vr = bk$, jika banyaknya perlakuan (v) yang digunakan sama dengan banyaknya kelompok (b) maka rancangan dikatakan simetris.

Berikut diberikan contoh RAKTLS yang membandingkan 5 perlakuan dalam 5 kelompok yang masing-masing kelompok memuat 4 perlakuan (Lokesh, 2007). Diperoleh contoh *layout* data sebagai berikut :

Tabel 2.1 Tabel Contoh Layout Data RAKTLS

Kelompok (i)	Perlakuan (j)					y_i
	1	2	3	4	5	
1	-	x	x	x	x	y_1
2	x	-	x	x	x	y_2
3	x	x	-	x	x	y_3
4	x	x	x	-	x	y_4
5	x	x	x	x	-	y_5
y_j	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	$y_{..}$

Sumber: Hasil Olahan

Tampak pada tabel 2.1, bahwa pasangan perlakuan bertanda (x) memiliki jumlah amatan yang sama terjadi pada setiap kelompok, begitupun dengan jumlah data hilang yang bertanda (-) memiliki jumlah yang sama dan tersebar pada setiap perlakuan dan kelompok yang berbeda.

2.3 Model Linear RAKTLS

Adapun model linear dari rancangan acak kelompok Tak lengkap Seimbang Parsial dengan b buah perlakuan dan v buah kelompok menurut Toutenburg dan Shalabh (2009) adalah:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} ; i = 1, 2, \dots, b ; j = 1, 2, \dots, v \quad (2.9)$$

Dimana

y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke- i dan kelompok ke- j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke- i

β_j = Pengaruh kelompok ke- j

ε_{ij} = Galat (pengaruh acak) pada perlakuan ke- i dan kelompok ke- j

Bila digunakan model tetap, asumsinya adalah:

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 0 = 0, \sum_{j=1}^v \tau_j = 0, \text{ dan } \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Dengan hipotesis:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_v$$

H_1 : Paling sedikit ada satu pasangan τ_j yang berbeda

2. 4 Estimasi Parameter RAKTLS

Untuk menduga parameter-parameter model yaitu $\hat{\mu}$, $\hat{\beta}_i$, dan $\hat{\tau}_j$ digunakan metode kuadrat terkecil. Metode ini dilakukan dengan cara membentuk fungsi L yang merupakan jumlah kuadrat galat, kemudian dicari penduga untuk μ , β_i , dan τ_j dengan meminimumkan L .

$$L = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v \varepsilon_{ij}^2 = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \mu - \beta_i - \tau_j)^2, i = 1, 2, \dots, b; j = 1, 2, \dots, v$$

Syarat perlu agar L minimum adalah

$$\frac{\partial L}{\partial \hat{\mu}} = \frac{\partial L}{\partial \hat{\beta}_i} = \frac{\partial L}{\partial \hat{\tau}_j} = 0$$

Estimasi untuk μ yang meminimalkan L

$$\frac{\partial L}{\partial \hat{\mu}} = \frac{\partial L}{\partial \hat{\beta}_i} = \frac{\partial L}{\partial \hat{\tau}_j} = 0 \text{ diperoleh:}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \hat{\mu}} = \frac{\partial \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \mu - \beta_i - \tau_j)^2}{\partial \hat{\mu}} = 0 \text{ atau sama dengan}$$

$$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{\beta}_i - \hat{\tau}_j) = 0$$

Pada RAKTLS, tidak semua perlakuan muncul dalam setiap kelompok, sehingga setiap parameter modelnya dikalikan dengan n_{ij} , dimana menurut Hinkelmann dan Kempthorne (2005):

$$n_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{lainnya jika perlakuan ke } - j \text{ muncul dalam kelompok ke } - i \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^b n_{ij} = r \text{ dan } \sum_{j=1}^v n_{ij} = k$$

Sehingga:

$$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v y_{ij} - \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v n_{ij} \hat{\mu} - \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v n_{ij} \hat{\beta}_i - \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v n_{ij} \hat{\tau}_j = 0$$

$$y_{..} - kr\hat{\mu} - k \sum_{i=1}^b \hat{\beta}_i - r \sum_{j=1}^v \hat{\tau}_j = 0$$

dengan diasumsikan $\sum_{i=1}^b \hat{\beta}_i = 0$ dan $\sum_{j=1}^v \hat{\tau}_j = 0$, maka $y_{..} - kr\hat{\mu} = 0$, sehingga

$$\hat{\mu} = \frac{y_{..}}{kr} = \frac{y_{..}}{N} = \bar{y}_{..} \quad (2.10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \hat{\tau}_j} = \frac{\partial \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{\beta}_i - \hat{\tau}_j)^2}{\partial \hat{\tau}_j} = 0 \rightarrow \sum_{i=1}^b (y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{\beta}_i - \hat{\tau}_j) = 0$$

Karena tidak semua perlakuan muncul dalam setiap kelompok, sehingga dengan mengalikan n_{ij} pada setiap parameter diperoleh ;

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^b y_{ij} - \sum_{i=1}^b \hat{\mu} n_{ij} - \sum_{i=1}^b \hat{\beta}_i n_{ij} - \sum_{i=1}^b \hat{\tau}_j n_{ij} \\ = y_{.j} - r\hat{\mu} - \sum_{i=1}^b \hat{\beta}_i n_{ij} - r\hat{\tau}_j = 0, \text{ sehingga} \\ y_{.j} = r\hat{\mu} + \sum_{i=1}^b \hat{\beta}_i n_{ij} + r\hat{\tau}_j \end{aligned} \quad (2.11)$$

$y_{.j} = \sum_{i=1}^b y_{ij}$ = jumlah hasil pengamatan yang mendapat perlakuan ke- j

$$\frac{\partial L}{\partial \hat{\beta}_i} = \frac{\partial \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{\beta}_i - \hat{\tau}_j)^2}{\partial \hat{\beta}_i} = 0 \rightarrow 2(-1) \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \hat{\mu} - \hat{\beta}_i - \hat{\tau}_j) = 0$$

atau sama dengan

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^v y_{ij} - \sum_{j=1}^v \hat{\mu} - \sum_{j=1}^v \hat{\beta}_i - \sum_{j=1}^v \hat{\tau}_j = 0 \\ y_{.i} = k\hat{\mu} - k\hat{\beta}_i + \sum_{j=1}^v n_{ij} \hat{\tau}_j \end{aligned} \quad (2.12)$$

$y_{.i} = \sum_{j=1}^v y_{ij}$ = jumlah hasil pengamatan pada kelompok ke- i

Menurut Montgomery (2009), persamaan (2.5) digunakan untuk mengeliminasi pengaruh kelompok dari persamaan (2.4), sehingga didapatkan:

$$ky_{ij} - \sum_{i=1}^b n_{ij} y_{.i} = kr\hat{\tau}_j - r\hat{\tau}_j - \sum_{i=1}^b \sum_{\substack{p=1 \\ p \neq j}}^v n_{ij} n_{ip} \hat{\tau}_p \quad (2.13)$$

ruas kiri adalah kQ_j dimana Q_j merupakan perlakuan total ke- j yang disesuaikan.

Karena $\sum_{i=1}^b n_{ij} n_{ip} = \lambda$ jika $p \neq j$

Maka

$$kQ_j = r(k-1)\hat{\tau}_j - \lambda \sum_{\substack{p=1 \\ p \neq j}}^v \hat{\tau}_p \quad (2.14)$$

dari $\sum_{j=1}^v \hat{\tau}_j = 0$ dinyatakan $\sum_{\substack{p=1 \\ p \neq j}}^v \hat{\tau}_p = -\hat{\tau}_j$

$$kQ_j = r(k-1)\hat{\tau}_j + \lambda\hat{\tau}_j \quad (2.15)$$

$$\text{Karena } \lambda = \frac{r(k-1)}{v-1} \text{ atau } r(k-1) = \lambda(v-1) \quad (2.16)$$

Maka

$$kQ_j = \lambda(v-1)\hat{\tau}_j + \lambda\hat{\tau}_j = \lambda v\hat{\tau}_j - \lambda\hat{\tau}_j + \lambda\hat{\tau}_j = \lambda v\hat{\tau}_j$$

$$\hat{\tau}_j = \frac{kQ_j}{\lambda v}, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, v \quad (2.17)$$

Untuk estimasi dari β_i dapat ditentukan dengan mensubstitusikan persamaan (2.17) ke dalam persamaan (2.12), sehingga diperoleh:

$$y_i - k\hat{\mu} - k\hat{\beta}_i - \sum_{j=1}^v n_{ij} \hat{\tau}_j = 0$$

$$y_i - k\hat{\mu} - k\hat{\beta}_i - \sum_{j=1}^v n_{ij} \frac{kQ_j}{\lambda v} = 0$$

$$y_i - k\hat{\mu} - k\hat{\beta}_i - \frac{k}{\lambda v} \sum_{j=1}^v n_{ij} Q_j = 0$$

karena $\sum_{j=1}^v Q_j = 0$ dan n_{ij} bernilai 1 atau 0, maka

$$y_i - k\hat{\mu} - k\hat{\beta}_i = 0$$

$$k\hat{\beta}_i = y_i - k\hat{\mu}$$

$$\hat{\beta}_i = \bar{y}_i - \bar{y}.. \quad (2.18)$$

Menurut persamaan (2.10), (2.17) dan (2.18) maka estimasi parameter model persamaan RAKTLS dapat dituliskan dengan

$$\hat{\mu} = \bar{y}..$$

$$\hat{\beta}_i = \bar{y}_i - \bar{y}..$$

Dari estimasi parameter diperoleh :

$$\hat{y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{\beta}_i + \hat{\tau}_j$$

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

$$\hat{y}_{ij} = \bar{y}_i + \frac{kQ_j}{\lambda v} \quad (2.19)$$

2.5 Analisis Variansi untuk RAKTLS

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

Jumlah Kuadrat total merupakan jumlah kuadrat dari selisih antara masing-masing pengamatan (y_{ij}) dengan nilai rata-rata secara keseluruhan ($\bar{y}..$)

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

$$JKT = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

RAKTLS memiliki v perlakuan yang diulang sebanyak r kali, sehingga total pengamatannya adalah sebanyak vr unit pengamatan dengan derajat bebas sebesar $(vr - 1)$. Variansi keseluruhan dapat diuraikan sebagai berikut:

$$KT = JKP_{(adj)} + JKK + JKG$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok (JKK)

$$JKK = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

Kelompok mempunyai derajat bebas sebesar $(b - 1)$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan _(adj)

$$JKP_{(adj)} = \sum_{i=1}^v \hat{t}_j Q_j = \frac{k}{\lambda v} \sum_{i=1}^v Q_j^2$$

Perlakuan diberikan penyesuaian karena tidak semua perlakuan muncul dalam setiap kelompok. Perlakuan mempunyai derajat bebas $(v - 1)$.

- Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKP_{(adj)} - JKK$$

$$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} - \left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} \right) - \left(\frac{k}{\lambda v} \sum_{i=1}^v Q_j^2 \right)$$

$$\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^v y_{ij}^2 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^b y_{ij}^2 - \frac{k}{\lambda v} \sum_{i=1}^v Q_j^2$$

Galat mempunyai derajat bebas sebesar $(vr - b - v + 1)$

- Kuadrat Tengah Kelompok (KTK) adalah:

$$KTK = \frac{JKK}{b - 1}$$

- Kuadrat Tengah Perlakuan disesuaikan $KTP_{(adj)}$ adalah

$$KTP_{(adj)} = \frac{JKP_{(adj)}}{v - 1}$$

- Kuadrat Tengah Galat (KTG) adalah:

$$KTG = \frac{JKG}{vr - b - v + 1}$$

- Statistik hitung untuk uji pengaruh perlakuan adalah:

$$F_{Hit} = \frac{KTP_{(adj)}}{KTG}$$

- Tolak H_0 jika : $F_{Hit} > F_{(v-1);(vr-b-v+1);(\alpha)}$

Tabel 2.2 Tabel Analisis Variansi untuk RAKTLS

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

Jika $F_{hit} > F_{(v-1);(vr-b-v+1);(\alpha)}$, maka H_0 akan ditolak. Hal ini berarti ada satu atau lebih perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap respon yang diamati.

2.6 Uji Asumsi RAKTLS

Untuk mengetahui apakah model cocok digunakan atau tidak, maka perlu dilakukan suatu pemeriksaan yang difokuskan pada analisis residual sehingga diketahui apakah asumsi-asumsi penting telah dilanggar atau tidak. Asumsi–asumsi dasar yang harus dipenuhi menurut Oehlert (2010) adalah residual berdistribusi normal, kesamaan variansi dan independensi.

Model linier untuk RAKTLS adalah:

$$\hat{y}_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, b, j = 1, 2, \dots, v$$

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

$$\hat{y}_{ij} = \bar{y}_i + \frac{kQ_j}{\lambda v}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{ij} &= y_{ij} - \mu - \beta_i - \tau_j \\ \varepsilon_{ij} &= y_{ij} - \bar{y}_{..} - (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}) - \frac{kQ_j}{\lambda v} \\ \varepsilon_{ij} &= y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \left(\frac{kQ_j}{\lambda v}\right)\end{aligned}$$

ε_{ij} diasumsikan saling independen berdistribusi normal dan independen dengan rata-rata nol dan variansi σ^2 atau $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

2.6. 1 Asumsi Normalitas

Menurut Steel dan Torrie (1991), untuk menguji apakah suatu data berdistribusi normal atau tidak, dapat digunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesisnya sebagai berikut:

H_0 = data residual menyebar normal

H_1 = data residual tidak menyebar normal

Statistik Uji : $D = \sup |F_n(Y) - F_0(Y)|$

dengan:

$F_n(Y)$: Fungsi distribusi kumulatif sampel.

$F_0(Y)$: fungsi distribusi kumulatif normal standar.

Keputusan:

Jika nilai $D > D_{N,\alpha}$, maka H_0 ditolak, artinya data residual tidak menyebar normal. $D_{N,\alpha}$ merupakan nilai kritis berdasarkan tabel Kolmogorov-Smirnov dengan ukuran sampel N dan diuji pada taraf nyata α .

2.6. 2 Asumsi Kesamaan Variansi

Montgomery (2009) menyatakan bahwa pengujian kesamaan variansi dapat dilakukan dengan menggunakan uji Bartlett. Misalnya terdapat v perlakuan, maka hipotesis yang dapat diambil adalah:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_v^2$ (variansi sama)

H_1 : paling sedikit satu dari variansi tidak sama

Prosedur pada uji Bartlett ini menggunakan pendekatan sebaran chi kuadrat dengan derajat bebas $(v - 1)$.

Statistik ujinya adalah:

$$\begin{aligned}\lambda_h^2 &= 2,3026 \frac{q}{c}, \text{ dengan} \\ q &= (N - v) \log S_h^2 - \sum_{j=1}^v (n_{ij} - 1) \log S_j^2\end{aligned}$$

$$S_h^2 = \frac{\sum_{j=1}^v (n_{ij} - 1) S_j^2}{N - v}$$

$$c = 1 \frac{1}{3(v-1)} \left(\sum_{j=1}^v \frac{1}{(n_{ij} - 1)} - \frac{1}{(N - v)} \right)$$

Dimana

s_j^2 = variansi sampel pada populasi ke- j

n_j = banyaknya sampel pada populasi ke- j

Pengambilan Keputusan:

Tolak H_0 jika $\lambda_h^2 > \lambda_{\alpha;(v-1)}^2$ dengan $\lambda_{\alpha;(v-1)}^2$ adalah berdistribusi chi kuadrat dengan peluang α dan derajat bebas $(v - 1)$.

2.6.3 Asumsi Independensi

Menurut Montgomery, (2009) pengacakan yang tepat dari percobaan merupakan langkah penting dalam memperoleh independensi. Untuk mendeteksi korelasi antara residual, dapat menggunakan *Plot versus Fits*. Apabila *Plot Residual versus the order of the Data* tidak membentuk suatu pola tertentu atau acak maka asumsi independensi terpenuhi.

2.7 Uji Perbandingan Ganda (Uji Tukey) untuk RAKTLS

Uji Tukey atau Uji HSD (*Honest Significant Difference*) merupakan suatu prosedur lanjutan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda secara signifikan apabila hipotesis nol ditolak (terdapat pengaruh perlakuan terhadap respon). Langkah-langkah perhitungan pada uji Tukey adalah:

1. Rata-rata perlakuan yang disesuaikan (diestimasi oleh $\hat{\tau}_j$) 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).

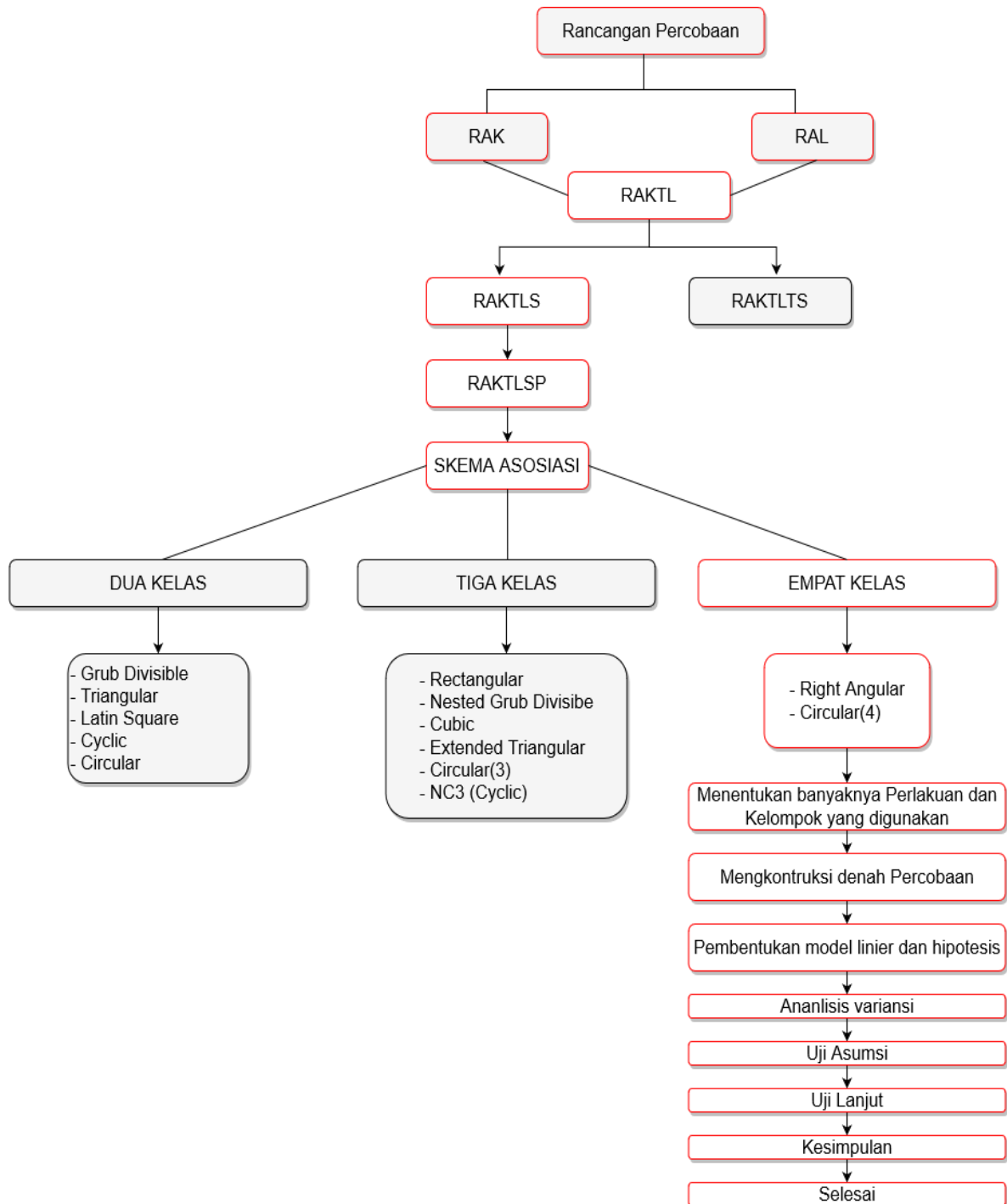
4. Jika $|\hat{\tau}_i - \hat{\tau}_j| > HSD$ maka pasangan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

2. 8 Konsep *Associates Class* dari RAKTLS Parsial

Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLS Parsial) dikembangkan oleh Bose dan Nair pada tahun 1939. 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).

RAKTLS Parsial didasarkan pada skema asosiasi, yaitu perlakuan yang disusun ke dalam m kelas. Terdapat beberapa jenis skema asosiasi, seperti skema asosiasi persegi panjang, segitiga, *group divisible*, *latin square* dan lain-lain. Skema asosiasi persegi panjang digunakan untuk menyusun skema asosiasi 3 kelas, yaitu asosiasi pertama, kedua dan ketiga. Sedangkan skema asosiasi segitiga, *group divisible*, dan *latin square* merupakan skema untuk menyusun skema asosiasi 2 kelas (asosiasi pertama dan kedua) dan Skema asosiasi *Right* angular dan skema asosiasi *Circular* digunakan untuk Menyusun skema asosiasi 4 Kelas (asosiasi pertama, kedua, ketiga dan keempat) (Hinkelmann dan Kempthorne, 2005). Skema Asosiasi empat Kelas adalah Skema yang memuat beberapa jenis skema asosiasi, seperti skema asosiasi *Right* angular dan Skema asosiasi *Circular* (Hinkelmann dan Kempthorne, 2005).

2.9 Kerangka Konseptual



Gambar 2. 1 Kerangka Konseptual