

**ANALISIS KOVARIAN PADA RANCANGAN BUJURSANGKAR
GRAECO LATIN**



SKRIPSI

Disusun Oleh :

FARDA NUR SAADAH

24010212140087

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2016

**ANALISIS KOVARIAN PADA RANCANGAN BUJURSANGKAR
GRAECO LATIN**

Disusun Oleh :

FARDA NUR SAADAH

24010212140087

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada

Departemen Statistika FSM UNDIP

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2016

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Analisis Kovarian pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin

Nama : Farda Nur Saadah

NIM : 24010212140087

Telah diujikan pada ujian Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 21 November 2016.

Semarang, Desember 2016

Mengetahui,

Ketua Departemen Statistika

FSM Undip



Dr. Tarno, M.Si

NIP. 196307061991021001

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si

NIP. 195709141986032001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Analisis Kovarian pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin

Nama : Farda Nur Saadah

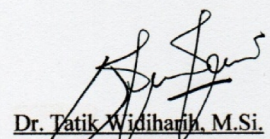
NIM : 24010212140087

Telah diujikan pada ujian Tugas Akhir tanggal 21 November 2016.

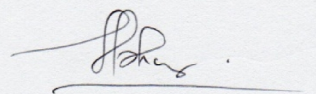
Semarang, Desember 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Tatik Widiharj, M.Si.
NIP. 196109281986032002



Rita Rahmawati, S.Si, M.Si
NIP. 198009102005012002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Kovarian pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin**”. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Tarno, M.Si selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dr. Tatik Widiharih, M.Si. sebagai pembimbing I dan Ibu Rita Rahmawati, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan laporan ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung penulis menyelesaikan penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Semarang, November 2016

Penulis

ABSTRAK

Analisis kovarian (anakova) merupakan suatu teknik yang mengkombinasikan analisis variansi dengan analisis regresi yang dapat digunakan untuk meningkatkan ketelitian suatu percobaan. Anakova dapat diterapkan dalam setiap rancangan percobaan termasuk Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL). RBGL merupakan gabungan dari dua rancangan bujursangkar Latin yang saling *orthogonal*, yang berarti dua bujursangkar Latin tersebut kongruen dan mempunyai sifat setiap selnya berisi tepat satu simbol pasangan yang mungkin. Pada skripsi ini diberikan contoh penerapan anakova pada RBGL di bidang pertanian, untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk yang berbeda terhadap hasil produksi jagung. Pada percobaan tersebut terdapat pengendalian tiga sumber keragaman (pH tanah, kemiringan tanah, dan varietas jagung) serta dua variabel konkomitan yaitu banyaknya tanaman jagung dan jagung muda (*baby corn*) yang dihasilkan dalam petak percobaan. Hasil penerapan tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel konkomitan mempengaruhi respons sehingga keterlibatan kedua variabel konkomitan tersebut dalam model anakova adalah tepat. Selain itu, anakova memberikan hasil lebih baik daripada anova. Hal ini terlihat dari nilai koefisien keragaman anakova lebih kecil daripada anova yang berarti bahwa terjadi peningkatan ketepatan analisis dalam percobaan. Jadi variabel konkomitan tidak dapat diabaikan dalam percobaan.

Kata kunci: Analisis Kovarian (anakova), Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL), Analisis Variansi (anova)

ABSTRACT

Analysis of covariance (ancova) is a technique that combines features of analysis of variance and regression which is used to increase precision (accuracy) of the experiment. Ancova can be used for any experimental design include Graeco Latin square design. Graeco Latin square design is a combination of two orthogonal Latin square, two Latin square are orthogonal if when they are combined, the same pair of symbols occurs no more than once in the composite square. Application ancova on Graeco Latin square design in the field of agriculture is given to observe the effect of different fertilizer dose towards outcome of corn production. In this experiment there are three blocking factors (soil pH, soil slopes, and corn varieties) and two variable concomitant (quantity of corn plant and quantity of baby corn). The result shows that both of concomitant variables effect the respons, that's mean using these two concomitant variable on this ancova method is appropriate. More than that, ancova give result way much better than anova, shows from the result coefficient of variation ancova less than anova, means that there is an increase precision (accuracy) of the experiment. So, concomitant variable can't be ignored from the experiment.

Keywords: Analysis of Covariance (ancova), Graeco Latin square design, Analysis of Variance (anova)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rancangan Bujursangkar Graeco Latin.....	5
2.1.1 Model linier RBGL	6
2.1.2 Estimasi Parameter RBGL	7
2.1.3 Analisis Variansi untuk RBGL	12
2.1.4 Contoh penerapan RBGL.....	15
2.2 Analisis Regresi.....	22
2.3 Analisis kovarian	23
2.4 Uji Lanjut	55
2.5 Koefisien Keragaman	57
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	58
3.1 Sumber Data	58
3.2 Metode Analisis Data	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Deskripsi Data	61
4.2 Model Linier.....	63
4.3 Analisis Kovarian	66
4.4 Uji Asumsi.....	78
4.5 Uji Lanjut	82
4.6 Koefisien Keragaman	85
BAB V KESIMPULAN.....	86
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Contoh <i>Layout</i> Bujursangkar Graeco Latin 5 x 5	6
Tabel 2. Analisis Variansi untuk RBGL	14
Tabel 3. Data Pengamatan Hasil Produksi Jagung (Y)	15
Tabel 4. Analisis Variansi untuk RBGL.....	19
Tabel 5. Jumlah Kuadrat dan Jumlah Hasil Kali.....	51
Tabel 6. Analisis Kovarian untuk RBGL	51
Tabel 7. Data Pengamatan Hasil Produksi Jagung (Y), Banyaknya Tanaman Jagung (X), dan Banyaknya Jagung Muda (Z)	63
Tabel 8. Data Total Varietas Jagung	64
Tabel 9. Data Total Dosis Pupuk	65
Tabel 10. Jumlah Kuadrat dan Jumlah Hasil Kali.....	76
Tabel 11. Analisis Kovarian untuk RBGL	76
Tabel 12. Nilai Rata-rata Dosis Pupuk Terkoreksi	85
Tabel 13. Perhitungan Uji Lanjut Dosis Pupuk Terkoreksi	86

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik Kenormalan Residual	20
Gambar 2. <i>Scatterplot</i> Residual dan Urutan Data	22
Gambar 3. Diagram Alir Analisis Data	61
Gambar 4. Grafik Kenormalan Residual	80
Gambar 5. <i>Scatterplot</i> Residual dan Urutan Data	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. <i>Syntax Software SAS Analisis Varian RBGL</i>	91
Lampiran 2. <i>Output Analisis Varian RBGL</i>	92
Lampiran 3. <i>Output Asumsi Kesamaan Varian</i>	93
Lampiran 4. <i>Output Analisis Kovarian RBGL</i>	95
Lampiran 5. <i>Output Asumsi Kesamaan Varian</i>	96
Lampiran 6. <i>Output Asumsi Linieritas</i>	98
Lampiran 7. <i>Output Asumsi Multikolinieritas</i>	99
Lampiran 8. <i>Output Uji Lanjut LSD</i>	100
Lampiran 9. Tabel Distribusi F	101
Lampiran 10. Tabel Kolmogorov-Smirnov.....	102
Lampiran 11. Tabel Khi-Kuadrat.....	103
Lampiran 12. Tabel Distribusi t	104

DAFTAR SIMBOL

r	=	banyaknya perlakuan
Y_{ijkl}	=	nilai pengamatan variabel respons Y pada baris ke- i , kolom ke- j , huruf Yunani ke- k , perlakuan ke- l
μ	=	rata-rata seluruh pengamatan
α_i	=	pengaruh aditif dari baris ke- i
β_j	=	pengaruh aditif dari kolom ke- j
γ_k	=	pengaruh aditif dari huruf Yunani ke- k
τ_l	=	pengaruh aditif dari perlakuan ke- l
ε_{ijkl}	=	galat percobaan dari baris ke- i , kolom ke- j , huruf Yunani ke- k , perlakuan ke- l
Y_{\dots}	=	total pengamatan keseluruhan
\bar{Y}_{\dots}	=	rata-rata pengamatan keseluruhan
$Y_{i\dots}$	=	total pengamatan pada baris ke- i
$\bar{Y}_{i\dots}$	=	rata-rata pengamatan pada baris ke- i
$Y_{\dots j}$	=	total pengamatan pada kolom ke- j
$\bar{Y}_{\dots j}$	=	rata-rata pengamatan pada kolom ke- j
$Y_{\dots k}$	=	total pengamatan pada huruf Yunani ke- k
$\bar{Y}_{\dots k}$	=	rata-rata pengamatan pada huruf Yunani ke- k
$Y_{\dots l}$	=	total pengamatan pada perlakuan ke- l

- $\bar{Y}_{...l}$ = rata-rata pengamatan pada perlakuan ke- l
 JKT = Jumlah Kuadrat Total
 JKB = Jumlah Kuadrat Baris
 JKK = Jumlah Kuadrat Kolom
 JKY = Jumlah Kuadrat Yunani
 JKP = Jumlah Kuadrat Perlakuan
 JKG = Jumlah Kuadrat Galat
 KTB = Kuadrat Tengah Baris
 KTK = Kuadrat Tengah Kolom
 KTY = Kuadrat Tengah Yunani
 KTP = Kuadrat Tengah Perlakuan
 KTG = Kuadrat Tengah Galat
 X_{ijkl} = nilai pengamatan variabel konkomitan X pada baris ke- i , kolom ke- j ,
 huruf Yunani ke- k , perlakuan ke- l .
 $\bar{X}_{...}$ = nilai rata-rata variabel konkomitan X yang diukur
 Z_{ijkl} = nilai pengamatan variabel konkomitan Z pada baris ke- i , kolom ke- j ,
 huruf Yunani ke- k , perlakuan ke- l .
 $\bar{Z}_{...}$ = nilai rata-rata variabel konkomitan Z yang diukur
 θ_{yx} = koefisien regresi yang menunjukkan ketergantungan variabel dependen
 Y terhadap variabel konkomitan X

- θ_{yz} = koefisien regresi yang menunjukkan ketergantungan variabel dependen Y terhadap variabel konkomitan Z
- m_{yx} = koefisien regresi pada variabel konkomitan X saat perlakuan dikoreksi
- m_{yz} = koefisien regresi pada variabel konkomitan Z saat perlakuan dikoreksi
- n_{yx} = koefisien regresi pada variabel konkomitan X saat baris dikoreksi
- n_{yz} = koefisien regresi pada variabel konkomitan Z saat baris dikoreksi
- o_{yx} = koefisien regresi pada variabel konkomitan X saat kolom dikoreksi
- o_{yz} = koefisien regresi pada variabel konkomitan Z saat kolom dikoreksi
- p_{yx} = koefisien regresi pada variabel konkomitan X saat huruf Yunani dikoreksi
- p_{yz} = koefisien regresi pada variabel konkomitan Z saat huruf Yunani dikoreksi
- JKT_y = Jumlah Kuadrat Total untuk variabel Y
- JKB_y = Jumlah Kuadrat Baris untuk variabel Y
- JKK_y = Jumlah Kuadrat Kolom untuk variabel Y
- JKY_y = Jumlah Kuadrat Yunani untuk variabel Y
- JKP_y = Jumlah Kuadrat Perlakuan untuk variabel Y
- JKG_y = Jumlah Kuadrat Galat untuk variabel Y
- JKT_x = Jumlah Kuadrat Total untuk variabel X
- JKB_x = Jumlah Kuadrat Baris untuk variabel X
- JKK_x = Jumlah Kuadrat Kolom untuk variabel X

- JKY_x = Jumlah Kuadrat Yunani untuk variabel X
- JKP_x = Jumlah Kuadrat Perlakuan untuk variabel X
- JKG_x = Jumlah Kuadrat Galat untuk variabel X
- JKT_z = Jumlah Kuadrat Total untuk variabel Z
- JKB_z = Jumlah Kuadrat Baris untuk variabel Z
- JKK_z = Jumlah Kuadrat Kolom untuk variabel Z
- JKY_z = Jumlah Kuadrat Yunani untuk variabel Z
- JKP_z = Jumlah Kuadrat Perlakuan untuk variabel Z
- JKG_z = Jumlah Kuadrat Galat untuk variabel Z
- JHKT_{xy} = Jumlah Hasil Kali Total untuk variabel X dan Y
- JHKB_{xy} = Jumlah Hasil Kali Baris untuk variabel X dan Y
- JHKK_{xy} = Jumlah Hasil Kali Kolom untuk variabel X dan Y
- JHKY_{xy} = Jumlah Hasil Kali Yunani untuk variabel X dan Y
- JHKP_{xy} = Jumlah Hasil Kali Perlakuan untuk variabel X dan Y
- JHKG_{xy} = Jumlah Hasil Kali Galat untuk variabel X dan Y
- JHKT_{zy} = Jumlah Hasil Kali Total untuk variabel Z dan Y
- JHKB_{zy} = Jumlah Hasil Kali Baris untuk variabel Z dan Y
- JHKK_{zy} = Jumlah Hasil Kali Kolom untuk variabel Z dan Y
- JHKY_{zy} = Jumlah Hasil Kali Yunani untuk variabel Z dan Y
- JHKP_{zy} = Jumlah Hasil Kali Perlakuan untuk variabel Z dan Y
- JHKG_{zy} = Jumlah Hasil Kali Galat untuk variabel Z dan Y

- $JHKT_{xz}$ = Jumlah Hasil Kali Total untuk variabel X dan Z
 $JHKB_{xz}$ = Jumlah Hasil Kali Baris untuk variabel X dan Z
 $JHKK_{xz}$ = Jumlah Hasil Kali Kolom untuk variabel X dan Z
 $JHKY_{xz}$ = Jumlah Hasil Kali Yunani untuk variabel X dan Z
 $JHKP_{xz}$ = Jumlah Hasil Kali Perlakuan untuk variabel X dan Z
 $JHKG_{xz}$ = Jumlah Hasil Kali Galat untuk variabel X dan Z
 JKG_t = Jumlah Kuadrat Galat terkoreksi
 JKB_t = Jumlah Kuadrat Baris terkoreksi
 JKK_t = Jumlah Kuadrat Kolom terkoreksi
 JKY_t = Jumlah Kuadrat Yunani terkoreksi
 JKP_t = Jumlah Kuadrat Perlakuan terkoreksi
 KTB_t = Kuadrat Tengah Baris terkoreksi
 KTK_t = Kuadrat Tengah Kolom terkoreksi
 KTY_t = Kuadrat Tengah Yunani terkoreksi
 KTP_t = Kuadrat Tengah Perlakuan terkoreksi
 KTG_t = Kuadrat Tengah Galat terkoreksi
 χ^2_o = nilai bartlett test
 $\chi^2_{\alpha,(r-1)}$ = nilai dari tabel khi kuadrat dengan derajat bebas (r-1)
D = nilai kolmogorov-smirnov
 $F_n(Y)$ = fungsi distribusi kumulatif sampel
 $F_o(Y)$ = fungsi distribusi kumulatif normal standar

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam mengembangkan suatu bidang keilmuan salah satu caranya adalah dengan melakukan penelitian. Penelitian merupakan suatu upaya pengamatan secara sistematis terhadap suatu obyek penelitian untuk memperoleh fakta-fakta baru (Hanafiah, 2012). Statistika berperan penting dalam penelitian, penggunaan statistika dalam kegiatan penelitian dimaksudkan agar penelitian menjadi lebih efisien. Tujuan dilakukan sebuah percobaan adalah untuk memperoleh keterangan tentang bagaimana respons yang akan diberikan oleh suatu obyek pada berbagai keadaan tertentu yang ingin diperhatikan (Gasperz, 1991). Sebuah perencanaan percobaan yang tepat pada suatu percobaan diperlukan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan dari percobaan yang dilakukan.

Rancangan percobaan merupakan suatu pengaturan pemberian perlakuan kepada unit-unit percobaan agar keragaman respons yang ditimbulkan oleh lingkungan dan keheterogenan unit percobaan yang digunakan dapat diminimalkan (Gasperz,1991). Rancangan percobaan yang biasa digunakan jika kondisi unit percobaannya relatif homogen adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jika unit percobaannya relatif heterogen, rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Jika dalam percobaan terdapat

pengendalian sumber keragaman dengan dua kontrol lokal yaitu baris dan kolom maka rancangan yang tepat digunakan adalah Rancangan Bujursangkar Latin (RBSL). Dalam beberapa percobaan terkadang terdapat pengendalian bukan hanya pada faktor baris dan faktor kolom saja seperti RBSL. Perluasan dari RBSL adalah Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL), yaitu suatu rancangan yang mengendalikan sumber keragaman dengan tiga kontrol lokal yaitu baris, kolom, dan huruf Yunani. RBGL merupakan gabungan dari dua rancangan bujursangkar Latin yang saling *orthogonal*, yaitu dua bujursangkar Latin yang kongruen dan mempunyai sifat selnya berisi tepat satu simbol pasangan yang mungkin (Winer, 1962).

Ketepatan dalam suatu percobaan dapat ditingkatkan melalui penggunaan pengamatan bantu dan teknik yang disebut analisis peragam atau analisis kovarian. Analisis kovarian dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa dalam kenyataannya ada peubah tertentu yang tidak dapat dikendalikan, tetapi mempengaruhi atau berkorelasi dengan peubah respons yang diamati. Misalnya dalam suatu percobaan terdapat variabel Y sebagai variabel respons dan terdapat variabel lain pada percobaan tersebut misalnya variabel X , dan variabel Y berhubungan linier dengan variabel X . Variabel X ini tidak dapat dikontrol secara langsung oleh peneliti tetapi dapat diamati bersama dengan variabel Y . Variabel X yang bersifat demikian disebut variabel konkomitan atau variabel iringan (Sudjana, 1989).

Variabel konkomitan yang terdapat dalam suatu percobaan akan mempengaruhi tingkat ketelitian hasil percobaan serta analisisnya. Untuk melakukan analisis pada

variabel respons Y , yang terlebih dahulu harus dilakukan adalah menyesuaikan variabel respons Y . Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengoreksi pengaruh X terhadap variabel respons Y , kemudian dilakukan analisis terhadap variabel respons Y yang sudah disesuaikan (*adjusted*) untuk melihat pengaruh faktor yang diselidiki (Sudjana, 1989). Nilai Y yang sudah disesuaikan disebut dengan Y terkoreksi.

Analisis kovarian dapat diterapkan dalam setiap rancangan percobaan termasuk Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL). Analisis kovarian pada RBGL adalah suatu analisis untuk percobaan berdasarkan pada pengendalian tiga sumber keragaman dengan mengikutsertakan variabel konkomitan dalam model. Analisis kovarian pada model linier RBGL dapat berupa model acak dan model tetap dengan asumsi untuk masing-masing model berbeda. Model tetap merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang digunakan dalam percobaan berasal dari populasi yang terbatas dan pemilihan perlakuannya ditentukan secara langsung oleh peneliti. Sedangkan model acak merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan sampel acak dari populasi perlakuan (Sudjana, 1989).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengangkat judul “Analisis Kovarian pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penulisan Tugas Akhir adalah:

1. Bagaimana cara penyusunan denah percobaan pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL)?
2. Bagaimana cara melakukan penyusunan analisis kovarian, uji lanjut, dan pengujian asumsi model pada RBGL?
3. Bagaimana penerapan analisis kovarian pada RBGL?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, permasalahan yang dibahas yaitu analisis kovarian pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL) dengan dua variabel konkomitan beserta penerapannya. Model yang digunakan adalah model tetap, dengan asumsi $\varepsilon_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$. Untuk memperjelas pemahaman, digunakan kasus RBGL pada bidang pertanian ukuran 5x5 dengan 2 variabel konkomitan.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Dapat melakukan penyusunan denah percobaan pada Rancangan Bujursangkar Graeco Latin (RBGL).
2. Dapat melakukan penyusunan anakova, uji lanjut, dan pengujian asumsi model pada RBGL.
3. Dapat menjelaskan penerapan analisis kovarian pada RBGL.