TUGAS AKHIR

ANALISIS VARIANSI TIGA ARAH DAN ANALISIS REGRESI GANDA DALAM MENGANALISIS PENGARUH KEKENTALAN UMPAN, REGENERASI MEMBRAN DAN KONSENTRASI FASA III TERHADAP HASIL EKSTRAKSI URANIUM



Disusun oleh :

NUVIAH HERAWATI

No. Mhs : 99 611 069

NIRM : 990051013206120067

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2003

PENGESAHAN

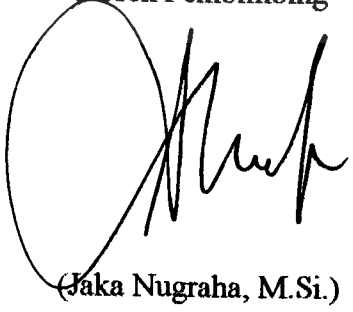
ANALISIS VARIANSI TIGA ARAH DAN ANALISIS REGRESI GANDA DALAM MENGANALISIS PENGARUH KEKENTALAN UMPAN, REGENERASI MEMBRAN DAN KONSENTRASI FASA III TERHADAP HASIL EKSTRAKSI URANIUM

Skripsi ini telah disyahkan dan disetujui untuk di uji

pada tanggal: 5 September 2003

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Jaka Nugraha, M.Si.)

Telah Dipertahankan di hadapan panitia Penguji Sebagai salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Statistik
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Hari : Jum'at

Tanggal : 5 September 2003

Team Penguji	Tanda Tangan
1. Jaka Nugraha, M.Si. Dosen Pembimbing I/Penguji	.....
2. Drs.Supriyono, M.Sc. Dosen Penguji	.....
3. Kariyam, M.Si. Dosen Penguji	.....
4. Rohmatul Fajriyah, M.Si. Dosen Penguji	.....

Mengetahui
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

(Jaka Nugraha, M.Si.)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

MOTTO

" Pelajarilah oleh kamu ilmu. Itu memberikan rasa taqwa kepada Allah. Menuntutnya merupakan ibadah. Mengulang-ulangnya merupakan tasbih. Pembahasannya adalah jihad. Mengajarkannya kepada orang lain yang belum mengetahuinya merupakan shodaqoh. Dan menyerahkannya kepada ahlinya merupakan pendekatan diri kepada Allah." (HR. Ibnu Abdil-Barr)

" Rasulullah bersabda," Barang siapa yang ditanya tentang suatu ilmu kemudian ia menyembunyikan (tidak mau menerangkan) maka akan dikekang pada hari kiamat dengan tali dari api neraka " (HR. Abu Daud dan Tarmidzi)

Kupersembahkan untuk :

Ayahanda (Alm) dan Ibunda tercinta, terima kasih atas segala do'a, dukungan serta limpahan kasih sayangnya.

Adik-adikku Heri Kiswanto, Syarifatun Nadiah, M. Alwi Sihabul Irfan, yayuk, terima kasih atas dukungan, dan do'anya.

Mas Wawan terima kasih atas dukungan, perhatian dan do'anya.

Seluruh keluarga besar ku terima kasih atas do'anya.

Etik, Erni, Ipoez, Mbak Ayiek, Endang, Anik, Ema, Wati, Peni, semua anak kost Aisma, Mas Ahmadi, Isro' makasih atas Supportnya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta hidayahNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**ANALISIS VARIANSI TIGA ARAH DAN ANALISIS REGRESI GANDA DALAM MENGANALISIS PENGARUH KEKENTALAN UMPAN, REGENERASI MEMBRAN DAN KONSENTRASI FASA III TERHADAP HASIL EKSTRAKSI URANIUM**" ini.

Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan jenjang strata satu (S1) pada jurusan statistik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.

Penyusun telah berusaha maksimal untuk menyelesaikan skripsi ini namun Penyusun sadar bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih atas terselesaikannya skripsi ini kepada yang terhormat :

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing yang telah membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Rohmatul Fajriyah, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika

3. Bapak Drs.Supriyono, M.Sc yang telah meluangkan waktu untuk menjelaskan data-data yang ada.
4. Keluarga tercinta atas Do'a dan dukungannya.
5. Rekan-rekan Stat'99 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta 2 Agustus 2003

Penyusun

II.1.3. Tabel Analisis Variansi Tiga Arah Model Tetap 7

II.1.4. Efek Utama 11

II.1.5. Interaksi 11

II.1.6. Pengujian Asumsi-asumsi analisis Variansi Tiga Arah 13

II.1.7. Pengujian Hipotesis dalam Analisis Variansi Tiga arah 16

II.1.8. Teorema Limit Pusat 20

II.1.9. Perbandingan Ganda 21

II.2. Analisis Regresi 22

II.2.1. Model Umum Regresi Ganda 23

II.2.2. Asumsi-Asumsi Dalam Regresi Ganda 23

II.2.3. Estimasi Parameter 24

II.2.4. Analisis Korelasi 25

II.2.5. Penggunaan Peubah Boneka dalam Regresi Ganda 26

II.2.6. Pengukuran Variasi dalam Analisis Regresi Ganda 28

II.2.7. Koefisien Determinasi 30

II.2.8. Pengujian Asumsi-Asumsi Regresi Ganda 31

II.2.9. Analisis Persamaan Regresi Ganda 34

II.3. Hubungan Regresi Ganda dan Analisis Variansi Tiga Arah 37

II.3.1. Kesesuaian Model 37

II.3.2. Residual 42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 44

III.1. Data yang Digunakan 44

III.2. Teknik Pengambilan Data 44

III.3. Metode Analisis Data 46

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN 49

IV.1. Analisis Data 49

IV.2. Pembahasan Analisis Variansi Tiga Arah 51

IV.2.1. Pengujian Asumsi-Asumsi Analisis Variansi Tiga Arah .. 51

1V.2.2. Pengujian tabel Analisis Variansi Tiga Arah 57

IV.2.3. Uji Pebandingan Ganda 63

IV.3. Pembahasan Analisis Regresi ganda 65

IV.3.1. Model Regresi ganda 65

IV.3.2. Pengujian Asumsi Regresi ganda 65

IV.3.3. Deskriptif Statistik 70

IV.3.4. Korelasi dan koefisien Determinasi 71

IV.3.5. Koefisien Regresi 71

IV.4. Pembahasan Hubungan Analisis Regresi Ganda dan Anava Tiga Arah 80

IV.4.1. Kesesuaian Model 80

IV.4.2. Residual 82

BAB V PENUTUP 86

V.1. Kesimpulan 86

V.2. Saran-saran 88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

DAFTAR TABEL DAFTAR TABEL

1. Tabel 1 Tabel Analisis Variansi Efek Tetap 7
2. Tabel 2 Tabel data analisis variansi 8
3. Tabel 3 Tabel data analisis variansi 8
4. Tabel 4 Tabel data analisis variansi 9
5. Tabel 5 Tabel data analisis variansi 9
6. Tabel 6 Tabel Anava untuk Regresi ganda 29
7. Tabel 7 Data dari penelitian "Ekstraksi Uranium Secara Sinambung dengan Metoda Membran Emulsi Cair Memakai Ekstraktan TBP" 50
8. Tabel 8 *Kolmogorov-Smirnov* 51
9. Tabel 9 *Kolmogorov-Smirnov* 52
10. Tabel 10 *Kolmogorov-Smirnov* 52
11. Tabel 11 Uji *Levene's* 54
12. Tabel 12 Uji *Levene's* 54
13. Tabel 13 Uji *Levene's* 55
14. Tabel 14 Analisis Variansi 57
15. Tabel 15 Uji Tukey konsentrasi fasa 63
16. Tabel 16 Uji Tukey kekentalan umpan 64
17. Tabel 17 Koefisien Korelasi 65
18. Tabel 18 *One Sample Kolmogorov Smirnov* 67
19. Tabel 19 Koefisien dengan Variabel Dependen Res_3 68
20. Tabel 20 Nilai Statistik Durbin-Watson 69

ABSTRAKSI

Ekstraksi Uranium dengan metoda membran emulsi. Telah dilakukan uji analisis variansi tiga arah dengan 3 faktor yaitu konsentrasi fasa III, regenerasi membran dan kekentalan umpan. Masing-masing faktor mempunyai 3 taraf, masing-masing taraf mempunyai 9 perlakuan. Dan analisis regresi ganda dengan menggunakan variabel *dummy* yaitu f1, f2, z1, z2, u1, u2, f2u1 dan f2u2. Sebelum dilakukan uji analisis variansi tiga arah dan analisis regresi ganda, harus diketahui terlebih dahulu apakah data-data memenuhi asumsi-asumsi pokok analisis variansi.

Dalam analisis variansi tiga arah dan analisis regresi ganda yang dilakukan, digunakan *software* statistik yaitu SPSS versi 10.0.

Dalam perhitungan tersebut, telah dihasilkan nilai-nilai analisis varinsi tiga arah dan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh dari konsentrasi fasa III dan kekentalan umpan, juga terdapat interaksi antara konsentrasi fasa III dan kekentalan umpan. Sehingga dilakukan uji Perbandingan ganda *Tukey* untuk membandingkan *mean* diantara konsentrasi fasa III dan kekentalan umpan. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan untuk konsentrasi 3M dan kekentalan 5000 ppm mempunyai pengaruh yang tertinggi. Dan dari pengujian analisis regresi ganda, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh dari f1, f2, z2, u1 dan u2.

Kata kunci : Konsentrasi fasa III, Regenerasi membran, Kekentalan umpan Analisis variansi tiga arah, Uji perbandingan ganda *Tukey* analisis regresi ganda, Variabel *dummy*.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Akhir-akhir ini teknologi pemisahan membran banyak mendapat perhatian dari para pakar ahli maupun pakar dari beberapa metode pemisahan yang ada. Teknologi pemisahan membran merupakan salah satu metode pemisahan baru dalam bidang pemisahan maupun pengambilan kembali unsur. Metode emulsi membran ini mengadopsi metode pemisahan dengan ekstraksi. Metode emulsi membran memiliki banyak keunggulan diantaranya adalah efisiensi waktu proses, penggunaan ekstraktan yang relatif sedikit dan efisiensi pemisahannya relatif lebih tinggi.

Dalam penelitian ini terdapat perlakuan yang berbeda pada konsentrasi fasa III, regenerasi membran dan kekentalan umpan.

Hasil penelitian metode emulsi membran sebelumnya telah diketahui bahwa konsentrasi fasa III dan regenersi membran mempengaruhi efisiensi hasil ekstraksi.

Dengan demikian diperlukan metode statistik untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan. Terdapat kesesuaian model antara analisis variansi tiga arah dan analisis regresi ganda, dan analisis regresi dapat didekati dengan analisis variansi. Sehingga Peneliti sekarang menggunakan kedua metode tersebut untuk menganalisis hasil ekstraksi uranium.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas ingin diketahui :

1. Apakah terdapat pengaruh dari perbedaan kekentalan umpan untuk proses ekstraksi terhadap hasil proses ekstraksi Uranium.
2. Apakah terdapat pengaruh dari perbedaan regenerasi membran terhadap hasil proses ekstraksi Uranium.
3. Apakah terdapat pengaruh dari perbedaan konsentrasi fasa III terhadap hasil proses ekstraksi Uranium.
4. Metode mana yang lebih baik digunakan antara analisis variansi tiga arah dengan analisis regresi ganda dalam menganalisis pengaruh terhadap hasil proses ekstraksi tersebut.
5. Apakah terdapat perbedaan kesimpulan antara peneliti sebelumnya dengan peneliti yang sekarang

I.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian tidak terlalu meluas maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kekentalan umpan yang digunakan adalah 1000 ppm, 3000 ppm dan 5000 ppm.
2. Konsentrasi fasa III yang digunakan sebagai variabel bebas adalah 1M, 2M dan 3M.
3. Alat analisa yang digunakan adalah analisis variansi 3 faktor efek tetap dengan 9 replikasi dan analisis regresi ganda dengan variabel *Dummy*.
4. *Software* statistik yang digunakan adalah spss versi 10.00

I.4. TUJUAN

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari perbedaan kekentalan umpan untuk proses ekstraksi terhadap hasil proses ekstraksi Uranium.
2. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari perbedaan regenerasi membran terhadap hasil proses ekstraksi Uranium.
3. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari perbedaan konsentrasi fasa III terhadap hasil proses ekstraksi Uranium.
4. Untuk mengetahui metode mana yang lebih baik digunakan antara analisis variansi tiga arah dengan analisis regresi ganda dalam menganalisis pengaruh terhadap hasil proses ekstraksi tersebut.
5. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kesimpulan antara peneliti sebelumnya dengan peneliti yang sekarang

I.5. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman dibidang aplikasi ilmu statistika dalam kehidupan sehari-hari
2. Bagi pengguna alat, dapat memberi masukan sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaan alat tersebut agar dapat memberikan hasil yang maksimal

3. Bagi rekan statistika, dapat juga dijadikan perbandingan dalam menyusun penelitian yang menggunakan analisis variansi tiga arah dan analisis regresi ganda.

I.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini merupakan permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Merupakan penjelasan sekilas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk menganalisis permasalahan dengan menggunakan Metode Statistika.

BAB III Metodelogi Penelitian

Dalam bab ini berisi tentang langkah-langkah yang digunakan dalam Pengumpulan data dan menganalisis suatu masalah yang telah disusun beserta pengolahan data tersebut.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini berisi hasil output komputer dan dilakukan pembahasan dalam pengolahan data dari output komputer tersebut.

BAB II

DASAR TEORI

II.1. Analisis Variansi Tiga Arah

Analisis variansi diperkenalkan oleh *Sir Ronald A. Fisher* yang pada dasarnya merupakan proses aritmatik untuk membagi jumlah kuadrat total menjadi komponen-komponen yang berhubungan dengan sumber keragaman yang diketahui.

Setiap perlakuan dasar disebut faktor dan jumlah bentuk yang mungkin dari satu faktor disebut taraf (*level*) dari taraf tersebut. Kombinasi tertentu dari satu taraf pada masing-masing faktor menentukan satu kombinasi perlakuan.

Sistem notasi yang digunakan pada analisis variansi pada umumnya serupa tetapi cukup berbeda. Huruf besar yang digunakan untuk menunjukkan faktor sedangkan kombinasi huruf kecil dan subkrip numerik digunakan untuk menunjukkan kombinasi taraf-taraf dari faktor-faktor yang bersangkutan. Dalam hal ini huruf kecil yang digunakan untuk menyatakan taraf disesuaikan dengan huruf besar yang digunakan untuk menyatakan faktornya. Jika huruf A, B dan C digunakan untuk menyatakan faktor-faktor yang terlibat dalam percobaan, maka untuk menyatakan tarafnya digunakan a, b dan c. (STE91)

II.1.1. Model Analisis Variansi Tiga Arah

Model untuk analisis variansi tiga arah adalah sebagai berikut:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad \text{...(II.1.1)}$$

dimana:

i =1, 2, ..., a j = 1, 2, ..., b k = 1, 2, ..., c l = 1, 2, ..., n

α_i, β_j dan γ_k : menyatakan pengaruh utama

$(\alpha\beta)_{ij}$, $(\alpha\gamma)_{ik}$ dan $(\beta\gamma)_{jk}$: menyatakan pengaruh interaksi dua faktor

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: menyatakan pengaruh interaksi tiga faktor

Jumlah pengaruh utama nol dan jumlah pengaruh interaksi dua dan tiga faktor jika dijumlahkan menurut indeksnya juga nol.

Dalam analisis variansi tiga arah ini jumlah kuadrat diuraikan menjadi delapan bagian, tiap bagian menggambarkan suatu sumber variasi yang memberikan taksiran σ^2 yang bebas jika semua pengaruh utama dan interaksi nol. Jika pengaruh suatu faktor tertentu atau interaksi tidak semuanya nol, maka rataan kuadrat akan menaksir variansi galat ditambah suatu komponen yang diakibatkan oleh pengaruh sistematis dari masalah yang diselidiki.

II.1.2. Asumsi-asumsi dalam Analisis Variansi

Dalam melakukan pengujian analisis variansi harus memenuhi asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Galat percobaan harus menyebar secara normal.
2. Galat percobaan harus mempunyai variansi sama (varian dari populasi-populasinya sama)

3. Galat percobaan semuanya independen, ini berarti peluang bahwa galat dari salah satu pengamatan yang mempunyai nilai tertentu harus tidak tergantung dari nilai-nilai galat untuk pengamatan yang lain.

II.1.3.Tabel Analisis Variansi Model Efek Tetap

Tabel analisis variansi untuk percobaan tiga faktor dengan n replikasi adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Tabel Analisis Variansi

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F hitungan
Pengaruh utama				
A	JKA	a – 1	S_1^2	$f = \frac{s_1^2}{s^2}$
B	JKB	b – 1	S_2^2	$f = \frac{s_2^2}{s^2}$
C	JKC	c – 1	S_3^2	$f = \frac{s_3^2}{s^2}$
Interaksi Dua faktor				
AB	JK(AB)	(a - 1)(b - 1)	S_4^2	$f = \frac{s_4^2}{s^2}$
AC	JK(AC)	(a - 1)(c - 1)	S_5^2	$f = \frac{s_5^2}{s^2}$
BC	JK(BC)	(b - 1)(c - 1)	S_6^2	$f = \frac{s_6^2}{s^2}$
Interaksi Tiga faktor				
ABC	JK(ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	S_7^2	$f = \frac{s_7^2}{s^2}$
Galat	JKG	abc(n-1)	S^2	
Jumlah	JKT	abcn-1		

Sumber: Ronald E. Walpole,1995, Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insisyur dan Ilmuwan Edisi ke-4, ITB Bandung

Untuk percobaan tiga faktor dengan replikasi tunggal dapat dipakai tabel analisis variansi diatas dengan mengambil n = 1 dan interaksi ABC digunakan sebagai jumlah kudrat galat untuk JKG. Dalam hal seperti ini dianggap interaksi $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ nol sehingga :

$$E\left[\frac{JK(ABC)}{(a-1)(b-1)(c-1)}\right] = \sigma^2 + \frac{n\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}(\alpha\beta\gamma)_{ijk}^2}{(a-1)(b-1)(c-1)} = \sigma^2 \qquad \text{..... (II.1.2)}$$

JK(ABC) menyatakan variansi yang hanya disebabkan oleh galat percobaan dan karena itu memberikan taksiran variansi galat yang tak bias. Dengan n = 1 dan JKG = JK(ABC), jumlah kuadrat galat diperoleh dengan mengurangkan jumlah kuadrat karena pengaruh utama dan interaksi dua faktor dari jumlah kudrat. Untuk mempermudah perhitungan maka dibuat tabel sebagai berikut :

Tabel 2 tabel data analisis variansi

A	B				Jumlah
	1	2	.....	b	
1	$T_{11k.}$	$T_{12k.}$	.....	$T_{1bk.}$	$T_{1.k.}$
2	$T_{21k.}$	$T_{22k.}$	.....	$T_{2bk.}$	$T_{2.k.}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
a	$T_{a1k.}$	$T_{a2k.}$	.....	$T_{abk.}$	$T_{a.k.}$
Jumlah	$T_{.1k.}$	$T_{.2k.}$	.....	$T_{.bk.}$	$T_{...k}$

Sumber: Ronald E. Walpole,1995, Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insisyur dan Ilmuwan Edisi ke-4, ITB Bandung

Tabel 3 tabel data analisis variansi

A	B				Jumlah
	1	2	.....	b	
1	$T_{11..}$	$T_{12..}$	.....	$T_{1b..}$	$T_{1...}$
2	$T_{21..}$	$T_{22..}$	.....	$T_{2b..}$	$T_{2...}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
a	$T_{a1..}$	$T_{a2..}$	.....	$T_{ab..}$	$T_{a...}$
Jumlah	$T_{.1..}$	$T_{.2..}$	.....	$T_{.b..}$	$T_{....}$

Sumber: Ronald E. Walpole,1995, Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi ke-4, ITB Bandung

Tabel 4 tabel data analisis variansi

A	C				Jumlah
	1	2	.....	c	
1	$T_{1.1.}$	$T_{1.2.}$	.....	$T_{1.c.}$	$T_{1...}$
2	$T_{2.1.}$	$T_{2.2.}$	.....	$T_{2.c.}$	$T_{2...}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
a	$T_{a.1.}$	$T_{a.2.}$	.....	$T_{a.c.}$	$T_{a...}$
Jumlah	$T_{..1.}$	$T_{..2.}$	.....	$T_{..c.}$	$T_{....}$

Sumber: Ronald E. Walpole,1995, Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi ke-4, ITB Bandung

Tabel 5 tabel data analisis variansi

B	C				Jumlah
	1	2	.....	c	
1	$T_{.11.}$	$T_{12..}$	.....	$T_{.1c.}$	$T_{.1..}$
2	$T_{.21.}$	$T_{22..}$	.....	$T_{.2c.}$	$T_{.2..}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
b	$T_{.b1.}$	$T_{a2..}$	.....	$T_{.bc.}$	$T_{.b..}$
Jumlah	$T_{..1.}$	$T_{..2.}$	.....	$T_{..c.}$	$T_{....}$

Sumber: Ronald E. Walpole,1995, Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi ke-4, ITB Bandung

Berikut adalah rumus-rumus untuk mencari jumlah kuadrat:

$$\text{JKT} : \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{n} y_{ijkl}^2 - \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.3)}$$

$$\text{JKA} : \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{1...}^2}{bcn} - \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.4)}$$

$$\text{JKB} : \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{.j..}^2}{acn} - \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.5)}$$

$$\text{JKC} : \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{..k.}^2}{abn} - \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.6)}$$

$$JK(AB) : \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} T_{ij..}^2}{cn} - \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{i...}^2}{bcn} - \frac{\sum_{j=1}^{b} T_{.j..}^2}{acn} + \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.7)}$$

$$JK(AC) : \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} T_{i.k.}^2}{bn} - \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{i...}^2}{bcn} - \frac{\sum_{j=1}^{b} T_{..k.}^2}{abn} + \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.8)}$$

$$JK(BC) : \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} T_{.jk.}^2}{an} - \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{.j..}^2}{acn} - \frac{\sum_{j=1}^{b} T_{..k.}^2}{abn} + \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.9)}$$

$$JK(ABC) = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} T_{ijk.}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} T_{ij..}^2}{cn} - \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{k=1}^{c} T_{i.k.}^2}{bn} - \frac{\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} T_{.jk.}^2}{an} + \frac{\sum_{i=1}^{a} T_{i...}^2}{bcn} + \frac{\sum_{j=1}^{b} T_{.j..}^2}{acn} +$$

$$+ \frac{\sum_{k=1}^{c} T_{..k.}^2}{abn} - \frac{T_{....}^2}{abcn} \quad \text{..... (II.1.10)}$$

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JKC - JK(AB) - JK(AC) - JK(BC) +$$

$$- JK(ABC) \quad \text{.....(II.1.11)} \quad \text{(WAL95)}$$

Keterangan :

$T_{....}$: Jumlah seluruh a b c n pengamatan

$T_{i...}$: Jumlah pengamatan pada taraf ke *i* faktor A

$T_{.j..}$: Jumlah pengamatan pada taraf ke *j* faktor B

$T_{..k.}$: Jumlah pengamatan pada taraf ke *k* faktor C

$T_{ij..}$: Jumlah pengamatan pada taraf ke *i* faktor A dan taraf ke j faktor B

$T_{i.k.}$: Jumlah pengamatan pada taraf ke *i* faktor A dan taraf ke k faktor C

$T_{.jk.}$: Jumlah pengamatan pada taraf ke j faktor B dan taraf ke k faktor C

$T_{ijk.}$: Jumlah pengamatan pada kombinasi perlakuan ke (ijk) (WAL95)

II.1.4. EFEK UTAMA

Efek utama faktor A taraf ke-i didefinisikan sebagai

$$\alpha_i = \frac{\sum_j \sum_k \alpha_i(jk)}{bc} = \mu_{i..} - \mu_{...} \quad \text{.... (II.1.12)}$$

Efek utama taraf ke-j

$$\beta_i = \frac{\sum_i \sum_k \beta_i(ik)}{ac} = \mu_{.j.} - \mu_{...} \quad \text{.... (II.1.13)}$$

Efek utama taraf ke-k

$$\gamma_i = \frac{\sum_i \sum_j \gamma_i(ij)}{ab} = \mu_{..k} - \mu_{...} \quad \text{.... (II.1.14)}$$

II.1.5. INTERAKSI

Interaksi adalah peristiwa paling sedikit satu taraf dari suatu faktor pengaruhnya tidak konsisten pada berbagai taraf dari faktor lain. Dengan demikian pada interaksi terdapat efek tambahan yang disebabkan karena adanya kombinasi pengaruh dari dua faktor atau lebih.

a. Interaksi Dua Faktor

Interaksi utama dua faktor antara faktor A pada taraf ke-i dengan faktor B pada taraf ke j adalah rata-rata interaksi $(\alpha\beta)_{ij(k)}$ untuk seluruh taraf faktor C dan dinyatakan dengan $(\alpha\beta)_{ij.}$ jadi $(\alpha\beta)_{ij.} = \frac{\sum_{k=1}^{c} (\alpha\beta)_{ij(k)}}{c}$ ..... (II.1.15)

Interaksi dari dua faktor bisa diukur hanya jika kedua faktor yang terlibat diuji bersama didalam percobaan yang sama. Selanjutnya dapat diperlihatkan bahwa $(\alpha\beta)_{ij} = \mu_{ij.} - \mu_{i..} - \mu_{.j.} + \mu_{...}$, Pendekatan terakhir akan berguna didalam melihat bahwa faktor A dan B bisa berinteraksi meskipun $(\alpha\beta)_{ij}$ nol untuk seluruh kombinasi i dan j. $(\alpha\beta)_{ij}$ adalah rata-rata interaksi antara A dan B pada taraf-taraf berbeda dari faktor C, jika $(\alpha\beta)_{ij} = 0$ tidak perlu berarti bahwa seluruh interaksi $(\alpha\beta)_{ij(k)}$ sama dengan nol. Untuk interaksi antara AC dan BC dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$(\alpha\gamma)_{ik} = \frac{\sum_{j}^{b}(\alpha\gamma)_{ik(j)}}{b} = \mu_{i.k} - \mu_{i..} - \mu_{..k} + \mu_{...} \quad \text{..... (II.1.16)}$$

$$(\beta\gamma)_{jk} = \frac{\sum_{i}^{a}(\beta\gamma)_{jk(i)}}{a} = \mu_{i.jk} - \mu_{.j.} - \mu_{..k} + \mu_{...} \quad \text{..... (II.1.17)}$$

b. Interaksi Tiga Faktor

Seperti pada interaksi dua faktor dimana interaksi antara faktor A pada taraf ke-i dan faktor ke-B pada taraf ke-j didefinisikan sebagai selisih antara mean perlakuan μ_{ij} dan harga yang diharapkan, jika faktor-faktor aditif maka interaksi tiga faktor $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ didefinisikan sebagai selisih antara mean perlakuan μ_{ijk} dan harga harapan yang diharap dari efek utama dan interaksi dua faktor sudah cukup untuk memperhitungkan seluruh efek faktor. Harga yang diharapkan dari efek utama dan interaksi tingkat pertama jika A pada taraf ke-i, B pada taraf ke-j dan C pada taraf ke-k adalah

$$\mu_{...} + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} \quad \text{..... (II.1.18)}$$

Akibatnya interaksi tiga faktor $(\alpha\beta_i\gamma)_{ijk}$ dirumuskan sebagai berikut :

$$(\alpha\beta\gamma)_{ijk} = \mu_{ijk} - \mu_{ij.} - \mu_{i.k} - \mu_{.jk} + \mu_{i..} + \mu_{.j.} + \mu_{..k} - \mu_{...} \quad \text{..... (II.1.19)}$$

Jika seluruh $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ nol maka dikatakan tidak ada interaksi tiga faktor diantara faktor-faktor A, B, dan C. bila beberapa $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ tidak nol dapat dikatakan bahwa terdapat interaksi 3 faktor. Adanya interaksi tiga faktor mengakibatkan beberapa interaksi dua faktor untuk dua faktor berbeda tergantung pada taraf faktor ketiga. (Soe 88)

II.1.6. Pengujian Asumsi-Asumsi Analisis Variansi

1. Normalitas

Dalam analisis variansi galat berdistribusi normal, karena analisa dari analisis variansi ini menggunakan distribusi F. Distribusi F merupakan nisbah dua peubah acak *chi-square* yang bebas, masing-masing dibagi dengan derajat kebabasannya. Jadi dapat ditulis:

$$F = \frac{U/\nu_1}{V/\nu_2}$$

U dan V menyatakan peubah acak bebas, masing-masing berdistribusi *Chi-square* dengan derajat kebebasan ν_1 dan ν_2 (WAL 95)

Kemudian distribusi *Chi-square* merupakan distribusi normal di kuadratkan. Asumsi kenormalan dalam analisis variansi dapat diuji menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, adapun pengujiannya sebagai berikut :

- Ho : Data berdistribusi normal

  H_1 : Data tidak berdistribusi normal

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritis:

  Jika T > W maka Ho ditolak

- Statistik uji :

  $S(x) = n\ (x \leq X_i)$

  $$Z_i = \frac{X_i - \overline{X}}{S}$$

  $T = \sup \left| F^*(Z_i) - S(x) \right|$ ..... (II.1.20)

  Berdasarkan Probabilitas :

  - Jika probabilitas < α maka Ho ditolak

- Kesimpulan

  Jika probabilitas < α maka Ho ditolak artinya data tidak berdistribusi normal.

Dan dapat juga digunakan Teorema Limit Pusat jika jumlah data besar.

2. Variansi sama

Untuk menguji homogenitas data maka digunakan uji *levene's*. Hipotesis dari uji *levene's* adalah sebagai berikut:

- Ho : $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = ... = \sigma_k$

  H_1 : minimal ada salah satu dari σ_i yang tidak sama

- Tingkat signifikansi(α)

- Daerah kritik

  Tolak Ho jika $W > F_{(\alpha,k-1,N-k)}$

  Berdasarkan Probabilitas :

  - Jika probabilitas < α maka Ho ditolak

- Statistik uji

$$W = \frac{(N-k)\sum_{i=1}^{k} N_i(\overline{Z}_i - \overline{Z})^2}{(K-1)\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{N_i}(Z_{ij} - \overline{Z})^2} \quad \text{..... (II.1.21)}$$

dimana:

W:harga statistik untuk uji *levene*

N : ukuran total sampel

N_i : ukuran sampel ke-i

K : jumlah total observasi sampel

$\overline{Z}$: total mean deviasi sampel

$\overline{Z}_i$: mean deviasi semua pengamatan baris ke-i

Z_{ij} : harga mutlak deviasi dari pengamatan baris ke-i dan kolom ke-j

nilai dari Z_{ij} didapat dari rumus sebagai berikut:

$$Z_{ij} = \left| Y_{ij} - \overline{Y}_{i.} \right| \quad \text{.....(II.1.22)}$$

- Kesimpulan

Jika probabilitas < α maka Ho ditolak artinya minimal ada salah satu variansi yang tidak sama.

3. Independensi

Untuk mengetahui independensi antar pengamatan dapat dilihat dari proses pengambilan data dalam penelitian. Jika antar pengamatan diambil secara independen maka data tersebut dapat dikatakan independen.

II.1.7. Pengujian Hipotesis Dalam Tabel Analisis Variansi

Dari pengujian hipotesis dalam tabel analisis variansi ini akan diketahui pengaruh dari Faktor A, B, maupun C terhadap variabel depedennya dan interaksi antar Faktor. Berikut adalah pengujiannya:

Untuk Faktor A

- Ho: $\alpha_1 = \alpha_2 = ... = \alpha_a = 0$

  artinya rata-rata seluruh faktor A terhadap Variabel dependen adalah sama

  H_1: Minimal ada salah satu dari $\alpha_i \neq 0$

  artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor A terhadap Variabel dependen adalah tidak sama

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah Kritik

  Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha, a-1, abc(n-1))}$

- Kesimpulan

Jika F hitung > $F_{(\alpha, a-1, abc(n-1))}$ maka Ho ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor A terhadap Variabel dependen adalah tidak sama

Untuk Faktor B

•Ho: $\beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_b = 0$

artinya rata-rata seluruh faktor B terhadap Variabel dependen adalah sama

H_1: Minimal ada salah satu dari $\beta_i \neq 0$

artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor B terhadap Variabel dependen adalah tidak sama

- Tingkat Signifikansi (α)
- Daerah Kritik

Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha,b-1,abc(n-1))}$

- Kesimpulan

Jika F hitung > $F_{(\alpha,b-1,abc(n-1))}$ maka Ho ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor B terhadap Variabel dependen adalah tidak sama

Untuk Faktor C

•Ho: $\gamma_1 = \gamma_2 = ... = \gamma_c = 0$

artinya rata-rata seluruh faktor C terhadap Variabel dependen adalah sama

- H_1: Minimal ada salah satu dari $\gamma_i \neq 0$

artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor C terhadap Variabel dependen adalah tidak sama

- Tingkat Signifikansi (α)
- Daerah Kritik

Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha,c-1,abc(n-1))}$

- Kesimpulan

  Jika F hitung > $F_{(\alpha,c-1,abc(n-1))}$ maka Ho ditolak artinya minimal ada salah satu rata-rata dari faktor C terhadap Variabel dependen adalah tidak sama.

Untuk interaksi antara Faktor A dengan Faktor B

- Ho: $(\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = ... = (\alpha\beta)_{ab} = 0$

  artinya Tidak ada interaksi antara faktor A dengan faktor B

  H_1: Minimal Ada salah satu $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$

  artinya ada interaksi antara faktor A dengan faktor B

- $\alpha = 0.05$
- Daerah Kritik

  Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha,(a-1)(b-1),abc(n-1))}$

- Kesimpulan

  Jika F hitung > $F_{(\alpha,(a-1)(b-1),abc(n-1))}$ maka Ho ditolak ada interaksi antara faktor A dengan faktor B.

Untuk interaksi antara Faktor A dengan Faktor C

- Ho: $(\alpha\gamma)_{11} = (\alpha\gamma)_{12} = ... = (\alpha\gamma)_{ac} = 0$

  artinya Tidak ada interaksi antara faktor A dengan faktor C

  H_1: Minimal ada salah satu $(\alpha\gamma)_{ik} \neq 0$

  artinya ada interaksi antara antara faktor A dengan faktor C

- Tingkat Signifikansi (α)

- Daerah Kritik

  Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha,(a-1)(c-1),abc(n-1))}$

- Kesimpulan

  Jika F hitung > $F_{(\alpha,(a-1)(c-1),abc(n-1))}$ maka Ho ditolak ada interaksi antara faktor A dengan faktor C.

Untuk interaksi antara Faktor B dengan Faktor C

- Ho: $(\beta\gamma)_{11} = (\beta\gamma)_{12} = ... = (\beta\gamma)_{bc} = 0$

  artinya Tidak ada interaksi antara faktor B dengan faktor C

  H_1: Minimal ada salah satu $(\beta\gamma)_{jk} \neq 0$

  artinya ada interaksi antara antara faktor B dengan faktor C

- Tingkat Signifikansi (α)
- Daerah Kritik

  Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha,(b-1)(c-1),abc(n-1))}$

- Kesimpulan

  Jika F hitung > $F_{(\alpha,(b-1)(c-1),abc(n-1))}$ maka Ho ditolak ada interaksi antara faktor B dengan faktor C.

Untuk interaksi antara Faktor A, Faktor B dengan Faktor C

- Ho: $(\alpha\beta\gamma)_{111} = (\alpha\beta\gamma)_{112} = ... = (\alpha\beta\gamma)_{abc} = 0$

  artinya Tidak ada interaksi antara faktor A, faktor B dengan faktor C

  H_1: Minimal ada salah satu $(\alpha\beta\gamma)_{ijk} \neq 0$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN F MIPA

artinya ada interaksi antara antara faktor A, faktor B dengan faktor C

- Tingkat Signifikansi (α)
- Daerah Kritik

  Ho ditolak jika F hitung > $F_{(\alpha,(a-1)(b-1)(c-1),abc(n-1))}$
- Kesimpulan

  Jika F hitung > $F_{(\alpha,(a-1)(b-1)(c-1),abc(n-1))}$ maka Ho ditolak ada interaksi antara faktor A dengan faktor B dan faktor C.

II.1.8. Teorema Limit Pusat

Pada umumnya dalil batas memusat mengatakan bahwa untuk suatu sampel dengan n tak terbatas dari distribusi apapun dimana :

$\hat{\theta} = f(X_1, X_2, ..., X_n)$ merupakan penaksir dari θ dan $E(\hat{\theta}) = \theta$ maka

$\hat{\theta} = N(\theta, \sigma_{\hat{\theta}})$, $\sigma_{\hat{\theta}}$: kesalahan baku dari $\hat{\theta}$ dan $Z = \frac{\hat{\theta} - \theta}{\sigma_{\hat{\theta}}}$ = N (0,1) = normal dengan rata-rata 0 dan variansi 1.

Untuk n menuju tak terhingga atau untuk sampel yang besar $n \geq 120$, θ hanya mendekati normal saja, akan tatapi dalam prakteknya sudah dapat menggunakan tabel normal untuk menghitung probabilitas, bahkan untuk n > 30 saja sudah dapat menggunakan tabel normal. (SUP86)

Dalil limit pusat menyatakan bahwa nilai tengah suatu contoh yang terdiri dari n buah nilai peubah acak yang menyebar secara tidak normal, akan tetapi menyebar secara identik (berasal dari populasi yang sama), penyebarannya akan

II.2. Analisis Regresi Ganda

Analisis regresi merupakan suatu model matematis yang dapat digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara dua atau lebih variabel. Tujuan utama analisis regresi adalah untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel (variabel dependen) jika nilai variabel yang lain yang berhubungan dengannya (variabel independen) sudah ditentukan (diketahui). Regresi pertama-tama dipergunakan sebagai konsep statistik pada tahun 1877 oleh *Sir Francis Galton*. Dia telah melakukan studi tentang kecenderungan tinggi badan anak. Hasil studi tersebut merupakan suatu kesimpulan bahwa kecenderungan tinggi badan anak yang lahir terhadap orang tuanya adalah menurun mengarah pada tinggi badan rata-rata penduduk.(ALG97)

Ada dua analisis dalam regresi linier yaitu analisis regresi sederhana dan analisis regresi linier berganda. Disebut analisis regresi sederhana (*simple regression analysis*) jika nilai variabel dependen diduga berdasarkan satu variabel independen dan jika diduga dengan dua atau lebih variabel independen dinamakan analisis regresi berganda (*multiple regression analysis*). (HAK 00)

Analisis regresi didasarkan pada analisis hubungan antara variabel dependen dan independen. Hubungan ini dapat dirumuskan ke dalam bentuk hubungan fungsional dimana nilai variabel dependen dapat diramalkan berdasarkan nilai variabel independen yang telah diketahui :

$$Y = f(X_1, X_2 \ldots\ldots X_n) \qquad \ldots\ldots \text{(II.2.1)}$$

Dimana :

Y adalah variabel dependen

$X_1, X_2, \ldots\ldots, X_n$ adalah variabel independen (ALG 97)

II.2.1. Model Umum Regresi Ganda

Analisis regresi digunakan untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel dengan menggunakan satu atau beberapa variabel lain yang berhubungan dengan variabel tersebut. Dalam analisis regresi untuk mengetahui hubungan antara variabel yang satu dengan variabel lain menggunakan suatu persamaan estimasi. Persamaan estimasi adalah suatu formula matematis yang menunjukkan hubungan keterkaitan antara satu atau beberapa variabel yang nilainya sudah diketahui dengan satu variabel yang nilainya belum diketahui. Berikut adalah formula umum regresi ganda (ALG97)

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \ldots + b_k X_k \qquad \ldots\ldots \text{(II.2.2)}$$

Dimana

$\hat{Y}$: Variabel dependen

$X_1, X_2, \ldots\ldots, X_k$: Variabel independen

a : Intercep (titik potong kurva terhadap sumbu Y)

$b_1, b_2, \ldots, b_k$: Slope (kemiringan kurva linier)

II.2.2. Asumsi-Asumsi Dalam Regresi Ganda

Model regresi ganda yang diperoleh dari metode kuadrat terkecil biasa merupakan model regresi yang menghasilkan estimator tak bias yang terbaik. Kondisi ini akan dipenuhi jika dipenuhi asumsi sebagai berikut:

1. *Non Multikolinieritas*

artinya antara variabel independen yang satu dengan yang lain dalam model regresi tidak saling berhubungan secara sempurna atau mendekati sempurna.

2. Distribusi variabel dependen untuk berbagai nilai dari variabel independen tertentu semua berdistribusi normal.

3. *Homoskedastisitas*

Variansi dari distribusi variabel dependen untuk setiap nilai variabel independen tertentu semua homogen. Berarti variansi yang berkaitan dengan sampling error e_i adalah sama atau homogen untuk berbagai nilai X_i.

4. *Non Autokorelasi*

Artinya tidak terdapat pengaruh dari variabel dalam model melalui tenggang waktu. (ALG 97)

II.2.3. Estimasi Parameter

Dalam persamaan regresi linier ganda pengetahuan teori matriks dapat menyederhanakan perhitungan. Dengan persamaan bentuk matriks A sebagai berikut :

$A = XX$ dengan

$$Y = \begin{bmatrix} Y_i \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{n2} & X_{n2} & \cdots & X_{nk} \end{bmatrix} \qquad \text{..... (II.2.3)}$$

$$A = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} X_{1i} & \sum_{i=1}^{n} X_{2i} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} X_{ki} \\ \sum_{i=1}^{n} X_{1i} & \sum_{i=1}^{n} X_{1i}^2 & \sum_{i=1}^{n} X_{1i}X_{2i} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} X_{1i}X_{ki} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sum_{i=1}^{n} X_{ki} & \sum_{i=1}^{n} X_{ki}X_{1i} & \sum_{i=1}^{n} X_{ki}X_{2i} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} X_{ki}^2 \end{bmatrix} \quad \text{..... (II.2.4)}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_i \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} \qquad g = \begin{bmatrix} g_o = \sum_{i=1}^{n} Y_i \\ g_1 = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i \\ \vdots \\ g_k = \sum_{i=1}^{n} X_{ki} Y_i \end{bmatrix} \quad \text{..... (II.2.5)}$$

maka persamaan normal dapat dinyatakan dalam bentuk matriks

$$Ab = g \quad \text{..... (II.2.6)}$$

Bila matriks A tak singular, maka koefisien regresi dapat ditulis sebagai

$$b = A^{-1}g \quad \text{..... (II.2.7)}$$

II.2.4. Analisis Korelasi

Dalam menganalisis regresi ganda maka antara varaiabel dependen dengan variabel independen harus berhubungan. Analisis korelasi merupakan salah satu alat statistik yang digunakan untuk mengukur derajat keeratan hubungan antara dua varibel atau lebih. Apabila terbatas pada pengukuran derajat keeratan hubungan antara dua variabel saja disebut analisis korelasi sederhana (*simple correlation analysis*) dan apabila melebihi dua variabel disebut analisis korelasi berganda (*multiple correlation analysis*). Perhitungan dari derajat didasarkan pada persamaan regresi. Tetapi analisa korelasi dapat dilakukan tanpa adanya

persamaan regresi. Korelasi tidak menunjukkan hubungan sebab akibat. Bisa diperoleh korelasi yang tinggi tetapi tidak dijumpai hubungan sebab akibat antara kedua variabel misalnya naiknya populasi Gajah dengan naiknya produksi telur ayam, tidak dapat disimpulkan bahwa naiknya populasi Gajah menyebabkan naiknya produksi telur ayam.

Koefisien korelasi disimbolkan r, besar koefisiennya antara -1 sampai +1 dimana koefisien ini menunjukkan kuat lemahnya keeratan hubungan antara dua variabel. Untuk perhitungan korelasi linier sederhana didasarkan pada besarnya variabilitas dalam variabel yang satu dan dapat dijelaskan oleh fungsi variabel lain. Dan untuk Korelasi berganda perhitungannya melalui jalur terjadinya hubungan antara beberapa variabel independen dengan satu variabel dependen. Sifat-sifat dari koefisin korelasi diantaranya :

- koefisien korelasi linier positif menunjukkan kedua variabel berubah dalam arah yang sama yaitu apabila variabel yang satu bertambah maka variabel yang lain juga bertambah dan apabila variabel yang satu berkurang maka varibel yang lainnya juga berkurang.
- koefisien korelasi linier negatif jika variabel yang satu bertambah maka variabel yang lain berkurang.

II.2.5. Penggunaan Peubah Boneka Dalam Regresi Berganda

Dalam model regresi berganda tidak semua variabel independennya merupakan variabel kuantitatif, tetapi dapat pula berupa variabel kualitatif. Dalam suatu regresi linier ganda banyaknya variabel kualitatif (variabel *Dummy*)

Model regresi karyawan berpendidikan S2, nilai $D_1 = 0$ dan $D_2 = 1$ adalah

$$\hat{Y} = a + b_1 X + b_2(0) + b_3(1)$$

$$= a + b_1 X + 0 + b_3$$

$$\hat{Y} = (a + b_3) + b_1 X \qquad \text{..... (II.2.10)}$$

Model regresi karyawan berpendidikan S3, nilai $D_1 = 0$ dan $D_2 = 0$ adalah

$$\hat{Y} = a + b_1 X + b_2(0) + b_3(0)$$

$$= a + b_1 X + 0 + 0$$

$$\hat{Y} = a + b_1 X \qquad \text{..... (II.2.11)}$$

Penentuan nilai 1 atau 0 pada variabel kualitatif (D) tidak bersifat dikotomi. Nilai $D_1 = 1$ tidak harus menunjukkan karyawan S1 dan nilai $D_2 = 0$ untuk tingkat pendidikan lain, namun dapat menggunakan definisi lain. (ALG97)

III.2.6. Pengukuran Variasi dalam analisis Regresi ganda

Dalam analisis regresi perlu diukur seberapa baik variabel dependen memprediksi variabel independen, untuk itu perlu di definisikan beberapa ukuran variasi yaitu Jumlah deviasi kuadrat total (JKT) yang merupakan pengukuran variasi Y_i disekitar $\overline{Y}$. Dalam analisis regresi Formulasinya JKT adalah sebagai berikut :

$$\text{JKT} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - n\overline{Y}^2 \qquad \text{..... (II.2.12)}$$

Jumlah deviasi kuadrat total dibagi menjadi dua:

1. Variasi yang terjelaskan oleh garis regresi yaitu oleh variabel independen. biasanya dinamakan jumlah kuadrat regresi (JKR).

   Formulasinya :

$$JKR = a\sum_{i=1}^{n} Y_i + b_1\sum_{i=1}^{n} X_{1i}Y_i + b_2\sum_{i=1}^{n} X_{2i}Y_i + \ldots + b_k\sum_{i=1}^{n} X_{ki}Y_i - n\overline{Y}^2 \quad \ldots (II.2.13)$$

2. Variasi yang tak terjelaskan yaitu variasi yang di sebabkan oleh faktor selain X yang disebut Jumlah Kuadrat Galat (JKG) Formulasinya adalah sebagai berikut :

   JKG = JKT-JKR ..... (II.2.14)

Keterangan :

Y_i adalah nilai aktual Y untuk percobaan ke-i

$\overline{Y}$ adalah nilai rata-rata Y

X_{1i} adalah variabel independen ke-1 untuk percobaan ke-i

X_{ki} adalah variabel independen ke-k untuk percobaan ke-i (HAK 00)

Tabel 6 Tabel anava untuk regresi ganda

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F
Regresi	k-1	JKR	$\frac{JKR}{k-1}$	$\frac{KTR}{KTG}$
Galat	n-k	JKG	$\frac{JKG}{n-k}$	
Total	n-1	JKT		

Sumber: M Iqbal Hasan, Ir, 2002, *Pokok- Pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensif) Edisi Kedua*, Bumi Aksara, Jakarta.

II.2.7. Koefisien Determinasi

Dalam analisis regresi linier sederhana yang telah dilakukan bisa didapatkan nilai koefisien determinasi (r^2). Dalam analisis linier ganda terdapat paling tidak dua variabel penjelas sehingga koefisien determinasi ganda menunjukkan proporsi variasi dalam Y yang dijelaskan oleh lebih dari satu variabel penjelas. Koefisien determinasi ganda dihitung dengan rumus $r^2_{Y.12....p}$ (untuk dua variabel)

$$r^2_{Y.12....p} = \frac{JKR}{JKT} \qquad \text{..... (II.2.15)}$$

Dimana :

$$\text{JKR} : a\sum_{i=1}^{n} Y_i + b_1\sum_{i=1}^{n} X_{1i}Y_i + b_2\sum_{i=1}^{n} X_{2i}Y_i - n\bar{Y}^2 \qquad \text{..... (II.2.16)}$$

$$\text{JKT} : \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - n\bar{Y}^2 \qquad \text{..... (II.2.17)}$$

Jika yang dihadapi adalah model regresi linier ganda maka dianjurkan untuk menggunakan r^2 yang disesuaikan atau r^2 *adjusted* untuk memperhitungkan baik jumlah variabel penjelas maupun ukuran sampel. Hal ini penting terutama jika membandingkan dua atau lebih model regresi yang memprediksi variabel dependen yang sama. Tetapi dipergunakan jumlah variabel independen yang berbeda, formula dari r^2 *adjusted* adalah sebagai berikut:

$$r^2_{adj} = 1 - \left[(1 - r^2_{Y.12...P})\frac{n-1}{n-P-1}\right] \qquad \text{..... (II.2.18)}$$

Dimana:

P : jumlah variabel penjelas dalam persamaan regresi. (HAK00)

II.2.8. Pengujian Asumsi-asumsi Regresi Ganda

a. Non Multikolinieritas

Diagnosis secara sederhana terhadap adanya multikolinieritas di dalam model regresi adalah sebagai berikut:

1. Melalui nilai t hitung, r^2, dan F rasio, jika nilai r^2 tinggi sedangkan sebagian besar atau bahkan seluruh koefisien regresi tidak signifikan (nilai t hitung sangat rendah), maka kemungkinan terdapat multikolinieritas dalam model tersebut.
2. Menentukan koefisien korelasi antara variabel independen yang satu dengan variabel independen yang lain. Jika antara dua variabel independen memiliki korelasi spesifik (misal, koefisien korelasi yang tinggi antar variabel independen atau tanda koefisien korelasi variabel independen berbeda dengan tanda koefisien korelasi regresinya), maka didalam model regresi tersebut terdapat multikolinieritas.
3. Membuat persamaan regresi antar variabel independen. Jika koefisien regresinya signifikan maka dalam model regresi tersebut terdapat multikolinieritas (ALG 97)

b. Normalitas

Dalam analisis Regresi galat berdistribusi normal, karena dalam analisa Regresi terdapati analisis variansi yang menggunakan distribusi F. Distribusi F merupakan nisbah dua peubah acak *chi-square* yang bebas, masing-masing dibagi dengan derajat kebabasannya. Jadi dapat ditulis:

$$F = \frac{U/v_1}{V/v_2}$$

U dan V menyatakan peubah acak bebas, masing-masing berdistribusi *Chi-square* dengan derajat kebebasan v_1 dan v_2 (WAL 95)

Kemudian distribusi *Chi-square* merupakan distribusi normal di kuadratkan. Asumsi kenormalan dalam analisis variansi dapat diuji menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, adapun pengujiannya sebagai berikut :

- Ho : Data berdistribusi normal

  H_1 : Data tidak berdistribusi normal
- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritis:

  Jika T > W maka Ho ditolak
- Statistik uji :

  $S(x) = n\ (x \leq X_i)$

  $$Z_i = \frac{X_i - \overline{X}}{S}$$

  $$T = \sup \left| F^*(Z_i) - S(x) \right| \quad \text{..... (II.1.19)}$$

  Berdasarkan Probabilitas :

  - Jika probabilitas < α maka Ho ditolak
- Kesimpulan

  Jika probabilitas < α maka Ho ditolak artinya data tidak berdistribusi normal.

Dan dapat juga digunakan Teorema Limit Pusat jika jumlah data besar.

c. Homoskedastisitas

Adanya heteroskedastisitas dalam regresi dapat diketahui dengan menggunakan uji Glejser yaitu dengan membuat model regresi yang melibatkan nilai mutlak residu $|e|$ sebagai variabel terikat terhadap semua variabel bebas. Jika semua variabel bebas signifikan secara statistik maka dalam regresi terdapat heteroskedastisitas. Pengujiannya sebagai berikut: (HAS 02)

- Ho : Tidak Terdapat Heteroskedastisitas

  H_1 : Terdapat Heteroskedastisitas

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritis:

  Jika t hitung > t tabel maka Ho ditolak

  Berdasarkan Probabilitas :

  - Jika probabilitas < α maka Ho ditolak
- Statistik uji :

  Nilai t hitung dan nilai probabilitas masing-masing koefisien regresi dapat diketahui dari output komputer.
- Kesimpulan (HAS 02)

  Jika t hitung > t tabel maka Ho ditolak artinya terdapat heterokedasitas

d. Autokorelasi

Untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antar galat maka dilakukan uji Durbin-Watson. Pengujiannya sebagai berikut:

- Ho : tidak ada autokorelasi

- H_1 : ada autokorelasi
- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritis :
  - Ho diterima jika $d > d_U$ atau $(4 - d) > d_U$
  - Ho ditolak jika $d < d_L$ atau $(4 - d) < d_L$
- Uji statistik :

$$d = \frac{\sum (e_n - e_{n-1})^2}{\sum e_n^2} \quad \text{..... (II.2.20)}$$

dimana : e_n : galat pada observasi ke n

- Kesimpulan

Jika $d < d_L$ atau $(4 - d) < d_L$ maka Ho ditolak artinya ada autokorelasi (HAS 02)

II.2.9. Analisis Persamaan Regresi Ganda

Persamaan regresi yang diperoleh dalam suatu proses perhitungan tidak selalu baik untuk mengestimasi nilai variabel dependen. Dengan demikian diperlukan pengujian terhadap koefisien Regresinya. Pengujian koefisien ada dua cara:

1. Pengujian Overall

Pengujian Overall ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua variabel independen bersama-sama dapat berpengaruh terhadap variabel dependen. Adapun pengujiannya sebagai berikut :

- Ho: Variasi perubahan nilai variabel independen tidak dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel dependen
- H_1: Variasi perubahan nilai variabel independen dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel dependen
- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritis:

  Jika statistik F hitung > $F_{(k-1;n-k;\alpha)}$, maka Ho ditolak

  Berdasarkan probabilitas

  - Jika probabilitas < α, maka Ho ditolak
- Statistik uji

  Nilai F hitung dan nilai probabilitasnya dapat diketahui dari output komputer bagian (ANOVA).
- Kesimpulan

  Jika F hitung > $F_{(k-1;n-k;\alpha)}$ atau probabilitas < α maka Ho ditolak artinya semua variabel independen secara bersama-sama berpengaruh terhadap perubahan nilai variabel dependen. Dan sebaliknya Jika F hitung > $F_{(k-1;n-k;\alpha)}$ atau probabilitas < α maka Ho diterima artinya semua variabel independen secara bersama-sama tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai variabel dependen.

2. Uji Parsial

Uji parsial juga digunakan untuk menguji koefisien regresi dalam model

regresi. Pengujiannya sebagai berikut :

- Ho : $b_i = 0$

  $H_1 : b_i \neq 0$

- Tingkat signifikansi (α)

- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak.

  Berdasarkan Probabilitas :

  Jika probabilitas < α , maka Ho ditolak

- Uji statistik

  Nilai t hitung dan nilai probabilitas masing-masing koefisien regresi dapat diketahui dari output komputer.

- Kesimpulan

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau probabilitas < α maka Ho ditolak artinya koefisien regresi berbeda dengan nol atau dengan kata lain variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen. Dan sebaliknya Jika t hitung < $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau probabilitas > α maka Ho diterima artinya koefisien regresi sama dengan nol (koefisien regresi tidak signifikan terhadap model) atau dengan kata lain variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (ALG 97)

II.3. Hubungan Regresi Ganda dan Analisis Variansi Tiga Arah

II.3.1. Kesesuaian Model

Model regresi bersesuaian dengan model anava, untuk studi tiga faktor dengan faktor A pada 3 taraf, faktor B pada 3 taraf dan faktor C pada 3 taraf. Model analisa anava untuk 3 faktor tetap adalah:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad \text{....(II.3.1)}$$

Dalam memformulasikan model regresi yang sesuai, digunakan dua indikator untuk faktor A, dua indikator untuk faktor B dan dua indikator untuk variabel C yaitu:

$X_1 = 1, 0, 0$ $X_2 = 0, 1, 0$ $X_3 = 1, 0, 0$ $X_4 = 0, 1, 0$ $X_5 = 1, 0, 0$ $X_6 = 0, 1, 0$

Suku interaksi dinyatakan sebagai perkalian silang diantara variabel 3 faktor yaitu

$X_1 X_4$ $X_1 X_5$ $X_1 X_6$ $X_2 X_3$ $X_2 X_4$

$X_2 X_5$ $X_2 X_6$ $X_3 X_5$ $X_3 X_6$ $X_4 X_5$

$X_4 X_6$ $X_1 X_3 X_5$ $X_1 X_4 X_5$ $X_1 X_3 X_6$ $X_1 X_4 X_6$

$X_2 X_3 X_5$ $X_2 X_4 X_5$ $X_2 X_3 X_6$ $X_2 X_4 X_6$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FMIPA

sedangkan model regresi yang bersesuaian adalah sebagai berikut:

$$y_{ijkl} = a + b_1 X_{ijk1} + b_2 X_{ijk2} + b_3 X_{ijk3} + b_4 X_{ijk4} + b_5 X_{ijk5} + b_6 X_{ijk6} + b_7 X_{ijk1} X_{ijk3} +$$

$$+ b_8 X_{ijk1} X_{ijk4} + b_9 X_{ijk1} X_{ijk5} + b_{10} X_{ijk1} X_{ijk6} + b_{11} X_{ijk2} X_{ijk3} + b_{12} X_{ijk2} X_{ijk4} +$$

$$+ b_{13} X_{ijk2} X_{ijk5} + b_{14} X_{ijk2} X_{ijk6} + b_{15} X_{ijk3} X_{ijk5} + b_{16} X_{ijk3} X_{ijk6} + b_{17} X_{ijk4} X_{ijk5} +$$

$$+ b_{18} X_{ijk4} X_{ijk6} + b_{19} X_{ijk1} X_{ijk3} X_{ijk5} + b_{20} X_{ijk1} X_{ijk4} X_{ijk5} + b_{21} X_{ijk1} X_{ijk3} X_{ijk6} +$$

$$+ b_{22} X_{ijk1} X_{ijk4} X_{ijk6} + b_{23} X_{ijk2} X_{ijk3} X_{ijk5} + b_{24} X_{ijk2} X_{ijk4} X_{ijk5} + b_{25} X_{ijk2} X_{ijk3} X_{ijk6} +$$

$$+ b_{26} X_{ijk2} X_{ijk4} X_{ijk6} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{.....(II.3.2)}$$

Suatu observasi dari berasal dari taraf ke-3 faktor A, taraf ke-3 faktor B dan taraf ke-3 faktor C. model anavanya adalah sebagai berikut:

$$y_{333l} = \mu_{...} + \alpha_3 + \beta_3 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\gamma)_{33} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{333} + \varepsilon_{333l} \quad \text{.... (II.3.3)}$$

Untuk model regresinya :

$$X_1 = 0 \quad X_2 = 0 \quad X_3 = 0 \quad X_4 = 0 \quad X_5 = 0 \quad X_6 = 0$$

maka didapat :

$$\begin{aligned} y_{ijkl} &= a + b_1(0) + b_2(0) + b_3(0) + b_4(0) + b_5(0) + b_6(0) + b_7(0)(0) + b_8(0)(0) + \\ &\quad + b_9(0)(0) + b_{10}(0)(0) + b_{11}(0)(0) + b_{12}(0)(0) + b_{13}(0)(0) + b_{14}(0)(0) + \\ &\quad + b_{15}(0)(0) + b_{16}(0)(0) + b_{17}(0)(0) + b_{18}(0)(0) + b_{19}(0)(0)(0) + \\ &\quad + b_{20}(0)(0)(0) + b_{21}(0)(0)(0) + b_{22}(0)(0)(0) + b_{23}(0)(0)(0) + b_{24}(0)(0)(0) + \\ &\quad + b_{25}(0)(0)(0) + b_{26}(0)(0)(0) + \varepsilon_{333l} \\ &= a + \varepsilon_{333l} \end{aligned} \quad \text{..... (II.3.4)}$$

Dengan nilai ε_{ijk} dianggap sama maka dari persamaan (II.3.3) dan (II.3.4) di dapat

$$a = \mu_{...} + \alpha_3 + \beta_3 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\gamma)_{33} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{..... (II.3.5)}$$

Jika Suatu observasi dari berasal dari taraf ke-1 faktor A, taraf ke-3 faktor B dan taraf ke-3 faktor C. model anavanya adalah sebagai berikut:

$$y_{333l} = \mu_{...} + \alpha_1 + \beta_3 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{13} + (\alpha\gamma)_{13} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{133} + \varepsilon_{133l} \quad \text{..... (II.3.6)}$$

Untuk model regresinya :

$$X_1 = 1 \quad X_2 = 0 \quad X_3 = 0 \quad X_4 = 0 \quad X_5 = 0 \quad X_6 = 0$$

Dengan cara yang sama akan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$b_1 = \alpha_1 - \alpha_3 + (\alpha\beta)_{13} - (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\gamma)_{13} - (\alpha\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{..... (II.3.7)}$$

Jika Suatu observasi dari berasal dari taraf ke-2 faktor A, taraf ke-3 faktor B dan taraf ke-3 faktor C. model anavanya adalah sebagai berikut:

$$y_{233l} = \mu_{...} + \alpha_2 + \beta_3 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{23} + (\alpha\gamma)_{23} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{233} + \varepsilon_{233l} \quad \text{.... (II.3.8)}$$

Untuk model regresinya :

$X_1 = 0 \quad X_2 = 1 \quad X_3 = 0 \quad X_4 = 0 \quad X_5 = 0 \quad X_6 = 0$

Dengan cara yang sama akan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$b_2 = \alpha_2 - \alpha_3 + (\alpha\beta)_{23} - (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\gamma)_{23} - (\alpha\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{..... (II.3.9)}$$

Jika Suatu observasi dari berasal dari taraf ke-3 faktor A, taraf ke-1 faktor B dan taraf ke-3 faktor C. model anavanya adalah sebagai berikut:

$$y_{313l} = \mu_{...} + \alpha_3 + \beta_1 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{31} + (\alpha\gamma)_{33} + (\beta\gamma)_{13} + (\alpha\beta\gamma)_{313} + \varepsilon_{313l} \quad \text{.... (II.3.10)}$$

Untuk model regresinya :

$X_1 = 0 \quad X_2 = 0 \quad X_3 = 1 \quad X_4 = 0 \quad X_5 = 0 \quad X_6 = 0$

Dengan cara yang sama akan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$b_3 = \beta_1 - \beta_3 + (\alpha\beta)_{31} - (\alpha\beta)_{33} + (\beta\gamma)_{13} - (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{313} - (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{..... (II.3.11)}$$

Dengan cara yang sama pula akan didapatkan:

$$b_4 = \beta_2 - \beta_3 + (\alpha\beta)_{32} - (\alpha\beta)_{33} + (\beta\gamma)_{23} - (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{323} - (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{.... (II.3.12)}$$

$$b_5 = \gamma_1 - \gamma_3 + (\alpha\gamma)_{31} - (\alpha\gamma)_{33} + (\beta\gamma)_{31} - (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{331} - (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{..... (II.3.13)}$$

$$b_6 = \gamma_2 - \gamma_3 + (\alpha\gamma)_{32} - (\alpha\gamma)_{33} + (\beta\gamma)_{31} - (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{331} - (\alpha\beta\gamma)_{333} \quad \text{..... (II.3.14)}$$

Suatu observasi dari berasal dari taraf ke-1 faktor A, taraf ke-1 faktor B dan taraf ke-3 faktor C. model anavanya adalah sebagai berikut:

$$y_{113l} = \mu_{...} + \alpha_1 + \beta_1 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{11} + (\alpha\gamma)_{13} + (\beta\gamma)_{13} + (\alpha\beta\gamma)_{113} + \varepsilon_{113l} \quad \text{..... (II.3.15)}$$

Untuk model regresinya :

$X_1 = 1 \quad X_2 = 0 \quad X_3 = 1 \quad X_4 = 0 \quad X_5 = 0 \quad X_6 = 0$

maka didapat :

$$y_{ijkl} = a + b_1(1) + b_2(0) + b_3(1) + b_4(0) + b_5(0) + b_6(0) + b_7(1)(1) + b_8(1)(0) +$$
$$+ b_9(1)(0) + b_{10}(1)(0) + b_{11}(0)(1) + b_{12}(0)(0) + b_{13}(0)(0) + b_{14}(0)(0) +$$
$$+ b_{15}(1)(0) + b_{16}(1)(0) + b_{17}(0)(0) + b_{18}(0)(0) + b_{19}(0)(0)(0) +$$
$$+ b_{20}(0)(0)(0) + b_{21}(0)(0)(0) + b_{22}(0)(0)(0) + b_{23}(0)(0)(0) + b_{24}(0)(0)(0) +$$
$$+ b_{25}(0)(0)(0) + b_{26}(0)(0)(0) + \varepsilon_{3331}$$
$$= a + b_1 + b_3 + b_7\varepsilon_{3221} \qquad \text{..... (II.3.16)}$$

Dengan nilai ε_{ijk} dianggap sama maka dari persamaan (II.3.15) dan (II.3.16) di dapat :

$$b_7 = (\alpha\beta)_{11} - (\alpha\beta)_{13} - (\alpha\beta)_{31} + (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{113} - (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{313} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

..... (II.3.17)

Jika Suatu observasi dari berasal dari taraf ke-1 faktor A, taraf ke-2 faktor B dan taraf ke-3 faktor C. model anavanya adalah sebagai berikut:

$$y_{123l} = \mu_{...} + \alpha_1 + \beta_2 + \gamma_3 + (\alpha\beta)_{12} + (\alpha\gamma)_{13} + (\beta\gamma)_{23} + (\alpha\beta\gamma)_{123} + \varepsilon_{123l} \quad \text{....(II.3.18)}$$

Untuk model regresinya :

$X_1 = 1 \quad X_2 = 0 \quad X_3 = 0 \quad X_4 = 1 \quad X_5 = 0 \quad X_6 = 0$

Dengan cara yang sama akan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$b_8 = (\alpha\beta)_{12} - (\alpha\beta)_{13} - (\alpha\beta)_{32} + (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{123} - (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{323} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

..... (II.3.19)

Dengan cara yang sama pula akan didapatkan:

$$b_9 = (\alpha\gamma)_{11} - (\alpha\gamma)_{13} - (\alpha\gamma)_{31} + (\alpha\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{131} - (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{331} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{10} = (\alpha\gamma)_{12} - (\alpha\gamma)_{13} - (\alpha\gamma)_{32} + (\alpha\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{132} - (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{332} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{11} = (\alpha\beta)_{21} - (\alpha\beta)_{23} - (\alpha\beta)_{31} + (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{213} - (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{313} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{12} = (\alpha\beta)_{22} - (\alpha\beta)_{23} - (\alpha\beta)_{32} + (\alpha\beta)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{223} - (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{323} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{13} = (\alpha\gamma)_{21} - (\alpha\gamma)_{23} - (\alpha\gamma)_{31} + (\alpha\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{231} - (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{331} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{14} = (\alpha\gamma)_{22} - (\alpha\gamma)_{23} - (\alpha\gamma)_{32} + (\alpha\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{232} - (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{332} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{15} = (\beta\gamma)_{11} - (\beta\gamma)_{13} - (\beta\gamma)_{31} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{311} - (\alpha\beta\gamma)_{313} - (\alpha\beta\gamma)_{331} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{16} = (\beta\gamma)_{12} - (\beta\gamma)_{13} - (\beta\gamma)_{32} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{312} - (\alpha\beta\gamma)_{313} - (\alpha\beta\gamma)_{332} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{17} = (\beta\gamma)_{21} - (\beta\gamma)_{23} - (\beta\gamma)_{31} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{321} - (\alpha\beta\gamma)_{323} - (\alpha\beta\gamma)_{331} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{18} = (\beta\gamma)_{22} - (\beta\gamma)_{23} - (\beta\gamma)_{32} + (\beta\gamma)_{33} + (\alpha\beta\gamma)_{322} - (\alpha\beta\gamma)_{323} - (\alpha\beta\gamma)_{332} + (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{19} = (\alpha\beta\gamma)_{111} - (\alpha\beta\gamma)_{113} - (\alpha\beta\gamma)_{131} + (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{311} + (\alpha\beta\gamma)_{313}(\alpha\beta\gamma)_{331} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{20} = (\alpha\beta\gamma)_{112} - (\alpha\beta\gamma)_{113} - (\alpha\beta\gamma)_{132} + (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{312} + (\alpha\beta\gamma)_{313}(\alpha\beta\gamma)_{332} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{21} = (\alpha\beta\gamma)_{121} - (\alpha\beta\gamma)_{123} - (\alpha\beta\gamma)_{131} + (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{321} + (\alpha\beta\gamma)_{323}(\alpha\beta\gamma)_{331} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{22} = (\alpha\beta\gamma)_{122} - (\alpha\beta\gamma)_{123} - (\alpha\beta\gamma)_{132} + (\alpha\beta\gamma)_{133} - (\alpha\beta\gamma)_{322} + (\alpha\beta\gamma)_{323}(\alpha\beta\gamma)_{332} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{23} = (\alpha\beta\gamma)_{211} - (\alpha\beta\gamma)_{213} - (\alpha\beta\gamma)_{231} + (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{311} + (\alpha\beta\gamma)_{313}(\alpha\beta\gamma)_{331} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{24} = (\alpha\beta\gamma)_{212} - (\alpha\beta\gamma)_{213} - (\alpha\beta\gamma)_{232} + (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{312} + (\alpha\beta\gamma)_{313}(\alpha\beta\gamma)_{332} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{25} = (\alpha\beta\gamma)_{221} - (\alpha\beta\gamma)_{223} - (\alpha\beta\gamma)_{231} + (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{321} + (\alpha\beta\gamma)_{323}(\alpha\beta\gamma)_{331} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

$$b_{26} = (\alpha\beta\gamma)_{222} - (\alpha\beta\gamma)_{223} - (\alpha\beta\gamma)_{232} + (\alpha\beta\gamma)_{233} - (\alpha\beta\gamma)_{322} + (\alpha\beta\gamma)_{323}(\alpha\beta\gamma)_{332} - (\alpha\beta\gamma)_{333}$$

..... (II.3.20)

II.3.2. Residual

Residual didalam analisis variansi sama dengan residual dalam regresi dan tebarannya harus diperiksa untuk melihat kemungkinan adanya ketidakcocokan model yang digunakan. Residual dalam analisis variansi didefinisikan sebagai:

$$e_{ijkl} = Y_{ijkl} - \hat{\mu} \qquad \text{..... (II.3.21)}$$

Residual dalam analisis regresi:

$$\varepsilon_{ijkl} = Y_{ijkl} - \hat{Y}_{ijkl} \qquad \text{..... (II.3.22)}$$

Untuk membandingkan residual analisis regresi dan residual analisis variansi digunakan pengujian beda dua variansi pengujiannya sebagai berikut :

Pengujian Beda Dua Variansi

- Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ atau Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ atau Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

  $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ $H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$ $H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Pengujian dua arah:

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai metode penelitian data sebagai berikut:

III.1. Data yang Digunakan

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari penelitian Sudibyo, Tri Handini, Bambang EHB. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah PPNY-BATAN Jogjakarta 26-27 mei 1998 Dengan judul : "Ekstraksi Uranium Secara Sinambung dengan Metoda Membran Emulsi Cair Memakai Ekstraktan TBP" .(SUD 98).

III.2. Teknik Pengambilan Data

Dalam Penelitian ini, data diambil dari percobaan Ekstraksi Uranium dengan Metode Emulsi Membran. Pengambilan uranium dari suatu umpan dalam hal ini adalah larutan Uranium dalam HNO_3 melalui proses ekstraksi terdapat tiga fasa yaitu:

1. Fasa I

   Merupakan umpan (uranium yang tercampur senyawa lain) dalam penelitian ini. Umpannya adalah uranium dalam senyawa HNO_3.

2. Fasa II

   Merupakan membran pengekstrak

3. Fasa III

Merupakan larutan penyerap unsur yang terekstrak.

Dalam proses ekstraksi ini ada tiga tahap yaitu melalui membran awal, regenerasi membran pertama dan regenerasi membran kedua. Membran awal disebut juga dengan fasa II dibuat dengan mencampur 20 bagian TBP , 5 bagian Span-80, 75 bagian korosen dan 100 bagian larutan Na_2Co_3(fasa III). Regenerasi membran dibuat dari satu bagian ekstraktan dicampur dengan 1 bagian fasa III yaitu Na_2Co_3. Percobaan regenerasi membran dilakukan dua kali untuk tiap-tiap variabel sehingga dihasilkan regenerasi membran pertama dan kedua. Adapun proses ekstraksi dengan metode membran emulsi ini adalah:

- Umpan dialirkan kedalam kolom I bersama membran pengekstrak menggunakan pompa, umpan dimasukkan dari atas sedangkan membran dari bawah dengan kecepatan tertentu
- Membran pengekstrak yang mengandung solut (zat terlarut) mengalir dari kolom 1 ke dalam kolom 2 lewat bawah
- Dari atas kolom 2 dialirkan pemecah membran (digunakan butanol) dalam kolom 2 terjadi proses pelepasan tetes-tetes air dari minyak
- Fasa air yang lepas mengandung solut keluar dari bawah sedangkan ekstraktan keluar dari atas kolom dan diproses kembali menjadi membran dengan ditambah larutan penyerap unsur yang terekstrak disebut dengan regenerasi membran.

Seluruh rangkaian proses diatas adalah proses pemisahan unsur uranium dari senyawa lain yang telah tercampur uranium tersebut.

Untuk mengetahui apakah zat-zat yang digunakan tepat dalam mengekstraksi uranium maka perlu diketahui apakah larutan fasa III, metode regenerasi membran dan kekentalan umpan mempengaruhi hasil Uranium yang terpisah dari senyawa tersebut.(SUD 98)

III.3. Metode Analisis data

Metode yang digunakan dalam analisis data ini adalah uji analisis variansi tiga arah karena data terdiri dari tiga faktor yaitu konsentrasi fasa III, regenerasi membran dan kekentalan umpan. Kemudian juga digunakan uji analisis regresi ganda dengan variabel *Dummy* karena ketiga variabel tersebut merupakan variabel kualitatif. Dengan digunakannya dua analisis ini akan diketahui metode mana yang lebih baik digunakan untuk menganilis data ini:

1. Analisis Variansi Tiga Arah

Sebelum dilakukan uji analisis variansi tiga arah, maka perlu dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsinya terlebih dahulu. Analisis variansi ini digunakan untuk mengetahui apakah faktor konsentrasi fasa III, regenerasi membran dan kekentalan umpan mempengaruhi hasil uranium yang telah di ekstraksi. Faktor-faktor yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Faktor A yaitu Konsentrasi Fasa III

Konsentrasi fasa III diambil 3 konsetrasi yaitu 1M, 2M dan 3M

b. Faktor B yaitu Regenerasi Membran

Regenerasi membran ini ada tiga yaitu membran awal dimana masih belum dilakukan regenerasi membran, regenerasi membran pertama dan regenerasi

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

IV.1. Analisis Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil dari makalah Sudibyo, Tri Handini, Bambang EHB. Dengan judul : "Ekstraksi Uranium Secara Sinambung dengan Metoda Membran Emulsi Cair Memakai Ekstraktan TBP", yang diambil adalah data tentang hasil ekstraksi uranium, kekentalan umpan untuk proses ekstraksi, konsentrasi Fasa III yang digunakan dalam proses ekstraksi dan regenerasi membran yang merupakan metode yang dipakai dalam proses ekstraksi uranium ini. Untuk menganalisanya menggunakan analisis variansi tiga arah dan analisis regresi ganda dengan varibel *Dummy* yang nantinya akan dibandingkan apakah terdapat perbedaan dengan menggunakan analisis varinsi tigah arah dengan menggunakan analisi regresi ganda. Dimana tujuan dari kedua analisisi ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Fasa III, regenerasi membran, dan kekentalan umpan terhadap hasil proses ekstraksi.

Dalam analisis variansi tiga arah terdapat tiga faktor yaitu konsentrasi Fasa III, regenerasi membran, kekentalan umpan dan variabel dependennya adalah hasil ekstraksi. Dalam analisis regresi ganda terdapat dua variabel yaitu variabel dependen dan variabel independen. Disini variabel dependennya adalah hasil proses ekstraksi sedangkan variabel independennya adalah konsentrasi Fasa III, regenerasi membran, kekentalan umpan menggunakan variabel *dummy* yaitu f1, f2, z1, z2, u1, u2, f2u1 dan f2u2.

Tabel 7 Data dari penelitian "Ekstraksi Uranium Secara Sinambung dengan Metoda Membran Emulsi Cair Memakai Ekstraktan TBP"

	Konsentrasi fasa III 1M			Konsentrasi fasa III 2M			Konsentrasi fasa III 3M		
	R0	R1	R2	R0	R1	R2	R0	R1	R2
	96723	93948	91624	101623	95123	93823	102523	99148	95798
	92724	90942	91124	98573	95424	93424	102273	98099	95549
	95924	93731	87324	98749	94449	92724	101948	99523	95599
Umpan	99923	93474	91624	101848	93899	93824	102549	98723	97348
1000ppm	91574	88899	91049	100448	94098	93074	101823	97249	94824
	105423	92049	91448	95149	94299	94273	100573	98249	95224
	76225	96199	91224	97649	97874	91424	102823	97973	95548
	112272	94748	92774	102348	88424	92824	103073	103223	94099
	91399	86924	82925	102248	97573	93849	101299	99249	97748
	314141	304107	299922	351220	348880	317921	364539	358464	352435
	296862	298707	299022	355720	348160	312432	364090	356575	351985
	307662	307751	292587	346045	346900	447741	363504	359140	352075
	314861	299742	304918	349015	348880	183331	364585	357700	355225
Umpan	299832	294478	293486	349375	347530	324807	363279	355044	350679
3000ppm	324761	300687	299607	349735	350771	567256	361030	356845	351401
	272204	317606	300147	357430	343480	355765	365079	356350	351985
	337090	296097	302127	337900	347080	365304	365530	367240	349375
	299517	291463	283183	355630	348925	362965	362334	357204	355944
	534692	522746	517764	539352	578994	577655	641028	633850	594690
	514121	516317	516692	532496	587565	573905	639207	633314	594476
	526978	531906	509514	693741	569138	573369	647831	633421	593137
Umpan	535549	513371	529656	378964	576208	576048	643118	637171	594743
5000ppm	517656	510639	503675	555423	576638	575244	627528	631761	593191
	547335	518675	517389	827988	577065	578459	639100	632617	590511
	484764	550066	519157	584244	587351	568655	638510	633315	595334
	563299	501961	533406	596886	561852	573905	653189	630207	595868
	515996	507693	483693	591530	584084	576102	637814	638028	592066

Sumber : Sudibyo, Tri Handini, Bambang EHB,1998, Ekstraksi Uranium Secara Sinambung Dengan Metoda Membran Emulsi Cair Memkai Ekstraktan TBP,PPNY-BATAN.

IV.2. Pembahasan Analisis Variansi Tiga Arah

Sebelum melakukan pengujian dalam analisis variansi tiga arah ini maka perlu dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsinya terlebih dahulu.

IV.2.1. Pengujian Asumsi-asumsi analisis variansi tiga arah

1. normalitas

a. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk tiap Konsentrasi fasa III adalah sebagai berikut :

Tabel 8 uji Kolmogorov-Smirnov

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov [a]		
	FASA3	Statistic	df	Sig.
HSLEKS	konsentrasi fasa III 1M	.196	81	.000
	konsentrasi fasa III 2M	.212	81	.000
	konsentrasi fasa III 3M	.217	81	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Analisis:

- Ho : sampel berdistribusi normal

  H1 : sampel tidak berdistribusi normal
- α : 0.05
- Daerah kritik

  Ho ditolak jika Asypm.sig < tingkat signifikansi
- Kesimpulan

  Dari ketiga umpan seluruhnya mempunyai kesimpulan Ho ditolak karena nilai probabilitas masing-masing konsentrasi fasa III < tingkat signifikansi artinya seluruh sampel konsentasi fasa III tidak berdistribusi normal.

b. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk tiap umpan adalah sebagai berikut :

Tabel 9 uji Kolmogorov-Smirnov

Tests of Normality

	MEMBRAN	Kolmogorov-Smirnov [a]		
		Statistic	df	Sig.
HSLEKS	membran awal	.201	81	.000
	regenerasi membran pertama	.211	81	.000
	regenerasi membran kedua	.214	81	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Analisis:

- Ho : sampel berdistribusi normal

  H1 : sampel tidak berdistribusi normal

- α : 0.05

- Daerah kritik

  Ho ditolak jika Asypm.sig < tingkat signifikansi

- Kesimpulan

  Dari ketiga umpan seluruhnya mempunyai kesimpulan Ho ditolak karena nilai probabilitas masing-masing membran < tingkat signifikansi artinya seluruh sampel membrane tidak berdistribusi normal.

c. Nilai dari uji Kolmogorov-Smirnov untuk tiap kekentalan umpan adalah sebagai berikut :

Tabel 10 uji Kolmogorov-Smirnov

Tests of Normality

	UMPAN	Kolmogorov-Smirnov [a]		
		Statistic	df	Sig.
HSLEKS	1	.099	81	.049
	2	.218	81	.000
	3	.107	81	.024

a. Lilliefors Significance Correction

Analisis:

- Ho : sampel berdistribusi normal

  H1 : sampel tidak berdistribusi normal
- α : 0.05
- Daerah kritik
- Ho ditolak jika Asypm.sig < tingkat signifikansi
- Kesimpulan

  Dari ketiga umpan seluruhnya mempunyai kesimpulan Ho ditolak karena nilai probabilitas masing-masing kekentalan umpan < tingkat signifikansi artinya seluruh sampel kekentalan umpan tidak berdistribusi normal.

Dari ketiga kesimpulan diatas disimpulkan bahwa sampel tidak berdistribusi normal tetapi sesuai dengan teorema limit pusat yaitu untuk n menuju tak terhingga atau untuk sampel besar $n \geq 120$, θ akan mendekati normal dalam hal ini nilai tengah suatu contoh yang terdiri dari n buah nilai peubah acak yang menyebar secara tidak normal, akan tetapi menyebar secara identik (berasal dari populasi yang sama) penyebarannya akan mendekati sebaran normal dengan bertambah besarnya nilai n. Maka dapat disimpulkan bahwa galat berdistribusi normal karena jumlah observasi atau nilai n = 243.

2. Variansi sama

a. Nilai dari uji levene's untuk konsentrasi fasa III adalah sebagai berikut :

Tabel 11 Uji levene's

Levene's Test of Equality of Error Variances [a]

Dependent Variable: HSLEKS

F	df1	df2	Sig.
1.722	2	240	.181

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+FASA3

Analisis:

- Ho : Semua varians sampel adalah sama

  H_1 : Minimal ada salah satu varians sampel berbeda

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Ho ditolak jika nilai probabilitasnya < tingkat signifikansi (α)

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho diterima karena nilai probabilitas konsentrasi fasa III > tingkat signifikansi artinya seluruh variansi sampel adalah sama.

b. Nilai dari uji levene's untuk membran adalah sebagai berikut :

Tabel 12 Uji levene's

Levene's Test of Equality of Error Variances [a]

Dependent Variable: HSLEKS

F	df1	df2	Sig.
.006	2	240	.995

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+MEMBRAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FMIPA

Analisis:

- Ho : Semua varians sampel adalah sama

  H_1 : Minimal ada salah satu varians sampel berbeda

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Ho ditolak jika nilai probabilitasnya < tingkat signifikansi (α)

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho diterima karena nilai probabilitas membran > tingkat signifikansi artinya seluruh variansi sampel adalah sama.

c. Nilai dari uji levene's untuk kekentalan umpan adalah sebagai berikut :

Tabel 13 Uji levene's

Levene's Test of Equality of Error Variances [a]

Dependent Variable: HSLEKS

F	df1	df2	Sig.
38.908	2	240	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+UMPAN

Analisis:

- Ho : Semua varians sampel adalah sama

  H_1 : Minimal ada salah satu varians sampel berbeda

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Ho ditolak jika nilai probabilitasnya < tingkat signifikansi (α)

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho ditolak karena nilai probabilitas masing-masing kekentalan umpan > tingkat signifikansi artinya minimal ada salah satu variansi sampel berbeda.

Dapat diambil kesimpulan bahwa masing-masing variansi sama kecuali untuk kekentalan umpan. Namun hal ini tidak menjadi masalah karena sampel yang lain masih bisa representatif (hasil penyelidikan sampel dapat memberikan gambaran yang tepat untuk populasinya.

3. Independensi

Dari penelitian ini pengamatan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Pengamatan pertama

  Tabung pertama diberi umpan sebanyak 150000 μg kemudian dilakukan proses ekstraksi, setelah itu seluruh ekstraktan dari tabung pertama dialirkan ke tabung kedua. Sehingga dalam tabung pertama tidak terdapat sisa ekstraktan. Demikian juga dalam tabung kedua setelah proses regenerasi membran kedua selesai maka tabung kedua harus bersih tidak terdapat sisa ekstraktan.

- Pada pengamatan kedua

  Sebelum memasukkan umpan harus dipastikan bahwa tabung pertama dan kedua tidak terdapat ekstraktan yang tersisa. Kemudian dimasukkan umpan sebanyak 150000 μg dan dilakukan proses ekstraksi seperti pada pengamatan pertama.

Untuk pengamatan ketiga dan seterusnya harus dipastikan bahwa tabung pertama dan kedua tidak terdapat sisa ekstraktan dari proses pengamatan sebelumnya.

Karena antara pengamatan pertama, pengamatan kedua dan seterusnya tidak saling mempengaruhi maka dalam penelitian ini antar pengamatan dikatakan independen.

IV.2.2. Pengujian Tabel Analisis Variansi Tiga Arah

Tabel 14 Analisis Variansi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: HSLEKS

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.489E+12[a]	26	3.650E+11	358.393	.000
Intercept	2.743E+13	1	2.743E+13	26935.046	.000
FASA3	1.285E+11	2	6.426E+10	63.100	.000
MEMBRAN	5.420E+09	2	2709777373	2.661	.072
UMPAN	9.277E+12	2	4.639E+12	4555.278	.000
FASA3 * MEMBRAN	3.191E+09	4	797873011.4	.784	.537
FASA3 * UMPAN	6.737E+10	4	1.684E+10	16.540	.000
MEMBRAN * UMPAN	3.767E+09	4	941782905.0	.925	.450
FASA3 * MEMBRAN * UMPAN	3.209E+09	8	401065123.6	.394	.923
Error	2.200E+11	216	1018322328		
Total	3.714E+13	243			
Corrected Total	9.709E+12	242			

a. R Squared = .977 (Adjusted R Squared = .975)

a. Untuk variabel independent konsentrasi Fasa III

1. Ho: Rata-rata hasil ekstraksi uranium dengan fasa III 1M,2M,3M adalah identik

   H_1: Minimal ada salah satu rata- rata hasil ekstraksi uranium dengan fasa III 1M, 2M, 3M adalah tidak identik

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 3.04

4. Kesimpulan :

Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di tolak karena F hitung > F tabel yaitu sebesar 63.100 > 3.02 artinya minimal ada salah satu rata- rata hasil ekstraksi uranium dengan fasa III 1M, 2M, 3M adalah tidak identik atau perbedaan konsentrasi fasa III mempengaruhi hasil ekstraksi uranium.

b. Untuk variabel independent Regenerasi membran

1. Ho: Rata-rata ekstraksi uranium dengan adanya regenerasi membran adalah identik

H_1 : Minimal ada salah satu rata-rata dari hasil ekstraksi uranium dengan adanya regenerasi membran adalah tidak identik

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 3.02

4. Kesimpulan :

Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di terima karena F hitung < F tabel yaitu sebesar 2.661 < 3.02 artinya rata-rata dari hasil ekstraksi uranium dengan adanya regenerasi membran adalah identik atau regenerasi membran tidak mempengaruhi hasil ekstraksi uranium.

c. Untuk variabel independent kekentalan umpan ekstraksi uranium

1. Ho: Rata-rata hasil ekstraksi uranium dengan kekentalan umpan yang berbeda yaitu 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm adalah identik

   H_1: Minimal ada salah satu rata- rata hasil ekstraksi uranium dengan kekentalan umpan yang berbeda yaitu 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm adalah tidak identik

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

   Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 3.02

4. Kesimpulan :

   Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di tolak karena F hitung > F tabel yaitu sebesar 4555.278 > 3.02 artinya minimal ada salah satu rata- rata hasil ekstraksi uranium dengan kekentalan umpan yang berbeda yaitu 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm adalah tidak identik atau perbedaan kekentalan Umpan mempengaruhi hasil ekstraksi uranium.

d. Untuk interaksi antara variabel konsentrasi fasa III dengan kekentalan umpan ekstraksi

1. Ho:Tidak ada interaksi antara variabel kekentalan umpan ekstraksi dengan variabel konsentrasi fasa III

   H_1: ada interaksi antara variabel kekentalan umpan ekstraksi dengan variabel konsentrasi fasa III

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 2.39

4. Kesimpulan :

Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di terima karena F hitung < F tabel yaitu sebesar 0.356 < 2.39 artinya tidak ada interaksi antara variabel kekentalan umpan ekstraksi dengan variabel konsentrasi fasa III

f. Untuk interaksi antara variabel konsentrasi fasa III dan regenerasi membran

1.Ho: Tidak Ada interaksi antara variabel regenerasi membran dengan variabel konsentrasi fasa III dengan regenerasi membran

H_1 : Ada interaksi antara variabel regenerasi membran dengan variabel konsentrasi fasa III dengan regenerasi membran

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 2.41

4. Kesimpulan

Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di tolak karena F hitung < F tabel yaitu sebesar 0.784 < 2.41 artinya tidak ada interaksi antara variabel regenerasi membran dengan variabel konsentrasi fasa III

g. Untuk interaksi antara variabel konsentrasi fasa III dengan kekentalan umpan ekstraksi

1. Ho: Tidak ada interaksi antara variabel konsentrasi fasa III dengan variabel kekentalan umpan ekstraksi

   H_1 : Ada interaksi antara variabel konsentrasi fasa III dengan variabel kekentalan umpan ekstraksi

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

   Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 2.41

4. Kesimpulan :

   Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di tolak karena F hitung > F tabel yaitu sebesar 16.540 > 2.41 artinya ada interaksi antara variabel konsentrasi fasa III dengan variabel kekentalan umpan

h. Untuk interaksi antara variabel regenerasi membrane dengan variabel kekentalan umpan

1. Ho: Tidak ada interaksi antara variabel regenerasi membran dengan variabel kekentalan umpan

   H_1 : Ada interaksi antara variabel regenerasi membran dengan variabel kekentalan umpan

2. $\alpha = 0.05$

3. Daerah Kritik

   Ho ditolak jika F hitung > F tabel dimana F tabel = 2.41

b. Uji perbandingan antara kekentalan umpan 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm

Tabel 16 Uji Tukey kekentalan umpan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: HSLEKS

Tukey HSD

(I) UMPAN	(J) UMPAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-241692.47*	5014.36	.000	-253444.62	-229940.32
	3	-478608.46*	5014.36	.000	-490360.61	-466856.31
2	1	241692.47*	5014.36	.000	229940.32	253444.62
	3	-236915.99*	5014.36	.000	-248668.14	-225163.84
3	1	478608.46*	5014.36	.000	466856.31	490360.61
	2	236915.99*	5014.36	.000	225163.84	248668.14

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Ket:

μ_1 : umpan 1000ppm μ_2 : umpan 3000ppm μ_3 : umpan 5000ppm

Analisis :

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai sig < 0.05 maka terdapat perbedaan antara kekentalan umpan 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm terhadap hasil ekstraksi dan dapat diambil kesimpulan bahwa $\mu_3 > \mu_2 > \mu_1$.

IV.3. Pembahasan Analisis Regresi Ganda

Sebelum dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsinya terlebih dahulu, ditentukan model regresinya. Pengujiannya adalah sebagai berikut:

IV.3.1. Model Regresi Ganda

Dibuat model regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + b_1 f_1 + b_2 f_2 + b_3 Z_1 + b_4 Z_2 + b_5 U_1 + b_6 U_2 + b_7 f_2 U_1 + b_8 f_2 U_2$$

dimana

f_1 dan f_2 : variabel dummy untuk konsentrasi fasa III

U_1 dan U_2 : Tingkat kekentalan umpan proses ekstraksi

Z_1 dan Z_2 : variabel *Dummy* untuk regenerasi membran

f_2 U_1 : interaksi antara f1 dan u1

$f_2 U_2$: interaksi antara f2 dan u2

IV.3.2. Pengujian Asumsi-asumsi Regresi

1. Asumsi Non Multikolinieritas

Tabel 17 koefisien korelasi

Correlations

		F2	Z2	U2	F2U1	F2U2
F2	Pearson Correlation	1.000	.000	.000	.500**	.500**
	Sig. (2-tailed)	.	1.000	1.000	.000	.000
	N	243	243	243	243	243
Z2	Pearson Correlation	.000	1.000	.000	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	1.000	.	1.000	1.000	1.000
	N	243	243	243	243	243
U2	Pearson Correlation	.000	.000	1.000	-.250**	.500**
	Sig. (2-tailed)	1.000	1.000	.	.000	.000
	N	243	243	243	243	243
F2U1	Pearson Correlation	.500**	.000	-.250**	1.000	-.125
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.000	.	.052
	N	243	243	243	243	243
F2U2	Pearson Correlation	.500**	.000	.500**	-.125	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.000	.052	.
	N	243	243	243	243	243

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

IV.3. Pembahasan Analisis Regresi Ganda

Sebelum dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsinya terlebih dahulu, ditentukan model regresinya. Pengujiannya adalah sebagai berikut:

IV.3.1. Model Regresi Ganda

Dibuat model regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + b_1 f_1 + b_2 f_2 + b_3 Z_1 + b_4 Z_2 + b_5 U_1 + b_6 U_2 + b_7 f_2 U_1 + b_8 f_2 U_2$$

dimana

f_1 dan f_2 : variabel dummy untuk konsentrasi fasa III

U_1 dan U_2 : Tingkat kekentalan umpan proses ekstraksi

Z_1 dan Z_2 : variabel *Dummy* untuk regenerasi membran

$f_2 U_1$: interaksi antara f1 dan u1

$f_2 U_2$: interaksi antara f2 dan u2

IV.3.2. Pengujian Asumsi-asumsi Regresi

1. Asumsi Non Multikolinieritas

Tabel 17 koefisien korelasi

Correlations

		F2	Z2	U2	F2U1	F2U2
F2	Pearson Correlation	1.000	.000	.000	.500**	.500**
	Sig. (2-tailed)	.	1.000	1.000	.000	.000
	N	243	243	243	243	243
Z2	Pearson Correlation	.000	1.000	.000	.000	.000
	Sig. (2-tailed)	1.000	.	1.000	1.000	1.000
	N	243	243	243	243	243
U2	Pearson Correlation	.000	.000	1.000	-.250**	.500**
	Sig. (2-tailed)	1.000	1.000	.	.000	.000
	N	243	243	243	243	243
F2U1	Pearson Correlation	.500**	.000	-.250**	1.000	-.125
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.000	.	.052
	N	243	243	243	243	243
F2U2	Pearson Correlation	.500**	.000	.500**	-.125	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	1.000	.000	.052	.
	N	243	243	243	243	243

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Analisis:

- Ho : tidak terjadi korelasi

  H_1 : terjadi korelasi

- $\alpha = 0.05$

- Daerah kritik

  Ho ditolak jika probabilitas < α

- Kesimpulan

  Dari output diatas nilai Sig. f2 terhadap variabel z2 an u2, korelasi u2 terhadap variabel f2 dan z2, dan korelasi z2 terhadap variabel f2 dan u2, > α yaitu 1.000 > 0.05 artinya tidak terjadi korelasi antara f2 terhadap variabel z2 an u2, korelasi u2 terhadap variabel f2 dan z2, dan korelasi z2 terhadap variabel f2 dan u2. Tetapi pada variabel f2u1 dan f2u2 terdapat korelasi dengan variabel lainya hal ini dikarenakan f2u1 dan f2u2 merupakan interaksi dari variabel f2, u1 dan u2. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas.

2. Asumsi normalitas

▪ UJI *KOLMOGOROV-SMIRNOV*

Uji *Kolmogorov-smirnov* ini juga digunakan untuk mengevaluasi asumsi kenormalan.

Tabel 18 *One Sample Kolmogorov Smirnov*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		243
Normal Parameters [a,b]	Mean	9.213357E-05
	Std. Deviation	34787.72656
Most Extreme Differences	Absolute	.181
	Positive	.181
	Negative	-.133
Kolmogorov-Smirnov Z		2.819
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Analisis :

- Ho : Data berdistribusi normal

  H_1 : Data tidak berdistribusi normal

- Tingkat signifikansi (α)

- Daerah kritis:

  - Jika probabilitas < α maka Ho ditolak

- Statistik uji

  Nilai probabilitasnya = 0.755

- Kesimpulan

  Dilihat dari nilai probabilitasnya Ho ditolak karena nilai probabilitas < α yaitu 0.000 < 0.05 artinya data tidak berdistribusi normal.

Dari kesimpulan diatas disimpulkan bahwa sampel tidak berdistribusi normal tetapi sesuai dengan teorema limit pusat yaitu untuk n menuju tak terhingga atau untuk sampel besar $n \geq 120$, θ akan mendekati normal dalam hal ini nilai tengah suatu contoh yang terdiri dari n buah nilai peubah acak yang menyebar secara tidak normal, akan tetapi menyebar secara identik (berasal dari

populasi yang sama) penyebarannya akan mendekati sebaran normal dengan bertambah besarnya nilai n. Maka dapat disimpulkan bahwa galat berdistribusi normal karena jumlah observasi atau nilai n = 243.

3. Homoskedastisitas

Untuk mengevaluasi asumsi homokedasitas ini digunakan uji *Glejser*. Pengujiannya sebagai berikut:

Tabel 19 koefisien dengan variabel dependen res_3

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	21999.857	5029.577		4.374	.000
	F1	2655.623	4355.742	.043	.610	.543
	F2	5751.373	6887.033	.092	.835	.405
	Z1	6656.421	4355.742	.107	1.528	.128
	Z2	-2631.242	4355.742	-.042	-.604	.546
	U1	-276.160	5334.672	-.004	-.052	.959
	U2	-19723.1	5334.672	-.317	-3.697	.000
	F2U1	-26396.8	9239.924	-.282	-2.857	.005
	F2U2	17667.696	9239.924	.189	1.912	.057

a. Dependent Variable: RES_3

Analisis :

- Ho : Tidak Terdapat Heterokedasitas

  H_1 : Terdapat Heterokedasitas

- Tingkat signifikansi (α)
- Daerah kritis:

  Jika t hitung > t tabel maka Ho ditolak

- Statistik uji :

  - Jika seluruh probabilitas dari variabel bebas < α maka Ho ditolak

- Kesimpulan

Dari output diatas terlihat enam variabel bebas yang tidak signifikan yaitu f1, f2, u1, u2, Z1 dan f1u2 maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat heterokedasitas dalam regresi (HAS 02).

4. Tidak Ada Autokorelasi

Untuk mengevalusi tidak adanya auto korelasi antar galat maka diuji dengan Durbin-Watson.

Tabel 20 Nilai Statistik Durbin-Watson

Model Summary [b]

Model	Durbin-Watson
1	1.879[a]

a. Predictors: (Constant), F2U2, Z2, F2U1, F1, Z1, U2, U1, F2

b. Dependent Variable: HSLEKS

Analisis :

- Ho : tidak ada autokorelasi diantara galat
- H_1 : ada autokorelasi diantara galat
- $\alpha = 0.05$
- Daerah kritis :
  - Ho diterima jika $d > d_U$ atau $(4 - d) > d_U$
  - Ho ditolak jika $d < d_L$ atau $(4 - d) < d_L$

  dimana $d_L = 1.61$ dan $d_U = 1.74$

- Uji statistik :

  d = 2.121

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho di terima karena (4 – d) > d_U yaitu 2.121 > 1.74 artinya tidak ada autokorelasi diantara galat.

IV.3.3. Descriptif Statistic

Berikut adalah output dari Desdriptif Statistiknya:

Tabel 21 deskriptif statistik

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
HSLEKS	335968.35	200298.44	243
Z1	.33	.47	243
Z2	.33	.47	243
U1	.33	.47	243
U2	.33	.47	243
F1	.33	.47	243
F2	.33	.47	243
F2U1	.11	.31	243
F2U2	.11	.31	243

Analisis :

- Bagian pertama ini menyajikan deskripsi dari variabel yang diuji yaitu rata-rata (mean) dan simpangan baku (standar deviasi).
- Rata-rata uranium yang dihasilkan dari proses ekstraksi adalah 335968.35 µg dengan standar deviasi 200298.44

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN F.M.I.P.A

IV.3.4. korelasi dan koefisien Determinasi

Berikut ini output dari Model Summary :

Tabel 22 koefisien Determinasi

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.985[a]	.970	.969	35377.39	.970	940.431	8	234	.000

a. Predictors: (Constant), F2U2, Z2, F2U1, F1, Z1, U2, U1, F2

b. Dependent Variable: HSLEKS

Analisis :

- Besarnya derajat keeratan hubungan antara hasil ekstraksi uranium dengan f1, f2, z1, z2, u1, u2, f2u1 dan f2u2 yang di hitung dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0.985 maka dapat disimpulkan bahwa terjadi korelasi kuat antara hasil ekstraksi uranium dengan f1, f2, z1, z2, u1, u2, f2u1 dan f2u2.
- Besarnya koefisien determinasi r^2 adalah 0.970 yang menyatakan sebesar 97% besarnya hasil ekstraksi uranium ditentukan oleh f1, f2, z1, z2, u1, u2, f2u1 dan f2u2. Sedangkan sisanya sebesar 3% ditentukan oleh faktor lain.

IV.3.5. Koefisien Regresi

Koefisiean regresi ini digunakan untuk menentukan model dari analisis regresi linier ganda sedangkan pengujiannya digunakan uji overall dan uji parsial.

1. Uji *Overall*

Tabel 23 tabel anava uji *overall*

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9.42E+12	8	1.177E+12	940.431	.000[a]
	Residual	2.93E+11	234	1251559906		
	Total	9.71E+12	242			

a. Predictors: (Constant), F2U2, Z2, F2U1, F1, Z1, U2, U1, F2

b. Dependent Variable: HSLEKS

Analisis :

Pengujian *Overall* ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua variabel independen bersama-sama dapat berpengaruh terhadap variabel dependen.

Adapun pengujiannya sebagai berikut :

- Ho: Seluruh variabel independen tidak mempengaruhi variabel dependen

  H_1: Seluruh variabel independen mempengaruhi variabel dependen

- α : 0.05
- Daerah kritis:

  Jika statistik F hitung > $F_{(k-1;n-k;\alpha)}$, maka Ho ditolak dimana $F_{(8;238;0.05)} = 1.98$

- Statistik uji

  Nilai F hitung = 940.431

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena F hitung > F tabel yaitu 940.431 > 1.98 artinya semua variabel independen secara bersama-sama berpengaruh terhadap perubahan nilai variabel dependen.

- **Uji Parsial**

Uji F parsial digunakan untuk menguji koefisien regresi satu persatu dalam model regresi. Pengujiannya sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui apakah Variabel konstanta signifikan terhadap model

- Ho: $b_1 = 0$ artinya konstanta tidak signifikan terhadap model
- H_1 : $b_1 \neq 0$ artinya konstanta signifikan terhadap model
- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana $t_{(235;0.025)}$=1.96
- Uji statistik

  Nilai t hitung = 92.410
- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena F hitung > F tabel yaitu 92.410 > 1.96 artinya konstanta signifikan terhadap model.

2. Untuk mengetahui apakah Variabel f1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho: $b_1 = 0$ artinya variabel f1 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi
- H_1 : $b_1 \neq 0$ artinya variabel f1 mempengaruhi hasil ekstraksi
- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana

$t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = -9.894

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena F hitung < -F tabel yaitu -9.894< -1.96 artinya variabel f1 mempengaruhi hasil ekstraksi.

3. Untuk mengetahui apakah Variabel f2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho: $b_1 = 0$ artinya variabel f2 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

  $H_1 : b_1 \neq 0$ artinya variabel f2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- α : 0.05

- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = -2.105

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena F hitung < -F tabel yaitu -2.105 < -1.96 artinya variabel f2 mempengaruhi hasil ekstraksi

4. Untuk mengetahui apakah Variabel Z1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho : $b_3 = 0$ artinya Variabel Z1 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

$H_1 : b_3 \neq 0$ artinya Variabel Z1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = 2.081

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena t hitung > t tabel yaitu 2.081 > 1.96 artinya Variabel Z1 mempengaruhi hasil ekstraksi

5. Untuk mengetahui apakah Variabel Z2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho : $b_4 = 0$ artinya Variabel Z2 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

  $H_1 : b_4 \neq 0$ artinya Variabel Z2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = 1.047

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho diterima karena t tabel < t tabel yaitu

1.047 < 1.96 artinya Variabel Z2 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

6. Untuk mengetahui apakah Variabel U1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho: $b_1 = 0$ artinya variabel U1 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

  $H_1 : b_1 \neq 0$ artinya variabel U1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana

  $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = -69.858

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena F hitung > F tabel yaitu -69.858 < -1.96 artinya variabel U1mempengaruhi hasil ekstraksi.

7. Untuk mengetahui apakah Variabel U2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho: $b_1 = 0$ artinya variabel U2 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi
- $H_1 : b_1 \neq 0$ artinya variabel U2 mempengaruhi hasil ekstraksi
- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak.

  Dimana $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = -35.462

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho ditolak karena F hitung > F tabel yaitu -35.462< -1.96 artinya variabel u2 mempengaruhi hasil ekstraksi.

8. Untuk mengetahui apakah Variabel f2U1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho: $b_1 = 0$ artinya variabel f2u1 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

  $H_1 : b_1 \neq 0$ artinya variabel f2u1 mempengaruhi hasil ekstraksi

- α : 0.05

- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = -0.760

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho diterima karena F hitung > -F tabel yaitu -0.760 > -1.96 artinya variabel f2u1 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi.

9. Untuk mengetahui apakah Variabel f2U2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- Ho: $b_1 = 0$ artinya variabel f2u2 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

  $H_1 : b_1 \neq 0$ artinya variabel f2u2 mempengaruhi hasil ekstraksi

- α : 0.05
- Daerah kritik

  Jika t hitung > $t_{(n-k;\alpha/2)}$ atau t hitung < - $t_{(n-k;\alpha/2)}$, maka Ho ditolak. Dimana $t_{(237;0.025)}$=1.96

- Uji statistik

  Nilai t hitung = 1.150

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 maka Ho diterima karena F hitung < F tabel yaitu 1.150 < 1.96 artinya variabel f2u2 tidak mempengaruhi hasil ekstraksi

Tabel 25 koefisien regresi dengan pendekatan regresi dan anava

parameter	Koefisien regresi dengan pendekatan analisis regresi	Koefisien regresi dengan pendekatan analisis variansi
a	593182.7	593779.6
b_1	- 55002.8	-79230
b_2	- 18501.6	-18963.78
b_3	11567.827	-47034.333
b_4	5817.914	39963.111
b_5	- 475620	-498031
b_6	- 241436	-241434.7
b_7	- 8966.426	-32891.89
b_8	13559.370	26343.556

Analisis :

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan model anava diatas terlihat bahwa nilai-nilai masing-masing koefisien regresi a, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, dan b_8 ada beberapa yang sebanding dengan nilai-nilai parameter regresi dari output koefisien yaitu:

- Untuk koefisien a

  Dari perhitungan kesesuaian dengan model anava nilainya 593779.6

  Dari output koefisien nilainya 593182.7

- Untuk koefisien b_6

  Dari perhitungan kesesuaian dengan model anava nilinya -241434.7

  Dari output koefisien nilainya -241436

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FMIPA

- Untuk koefisien $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_7, b_8$ hanya mendekati.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perhitungan koefisien regresi dengan menggunakan model anava untuk persoalan diatas kurang tepat karena model anava dengan model regresi tidak sama persis.

IV.4.2. Residual

Regresi Ganda

Tabel 26 residual regresi ganda

22594.88	2978.988	-11099.1	135.1543	10637.09
18595.88	4177.988	3177.833	-2520.85	5281.086
21795.88	1328.988	2277.833	-719.846	-1505.00
25794.88	2728.988	-4157.17	-1214.85	7066.000
17445.88	3753.988	8173.833	9675.154	-11361.0
31294.88	-26607.9	-3258.17	-360.846	-4291.00
2096.877	-26857.9	2862.833	688.0679	-3861.00
38143.88	-27182.9	3402.833	238.0679	-3434.00
17270.88	-26581.9	5382.833	328.0679	6852.000
25569.79	-27307.9	-13561.2	3478.068	-18647.0
22563.79	-28557.9	-7152.51	-1067.93	3585.000
25352.79	-26307.9	-2652.51	-345.932	2973.914
25095.79	-26057.9	-12327.5	238.0679	-776.086
20520.79	-27831.9	-9357.51	-2371.93	-1312.09
23670.79	-24233.0	-8997.51	4197.068	1366.914
27820.79	-25282.0	-8637.51	-15055.8	562.9136
26369.79	-23858.0	-942.506	-35626.8	3777.914
18545.79	-24658.0	-20472.5	-22769.8	-6026.09
29063.70	-26132.0	-2742.51	-14198.8	-776.086
28563.70	-25132.0	-3742.59	-32091.8	1420.914
24763.70	-25408.0	-4462.59	-2412.77	36277.46
29063.70	-20158.0	-5722.59	-64983.8	34456.46
28488.70	-24132.0	-3742.59	13551.23	43080.46
28887.70	-21765.1	-5092.59	-33751.8	38367.46
28663.70	-22014.1	-1851.59	-21251.9	22777.46
30213.70	-21964.1	-9142.59	-27680.9	34349.46
20364.70	-20215.1	-5542.59	-12091.9	33759.46
-39.8395	-22739.1	-3697.59	-30626.9	48438.46
-3089.84	-22339.1	-28883.7	-33358.9	33063.46
-2913.84	-22015.1	-34372.7	-25322.9	34849.38

185.1605	-23464.1	100936.3	6068.142	34313.38
-1214.84	-19815.1	-163474	-42036.9	34420.38
-6513.84	5829.006	-21997.7	-36304.9	38170.38
-4013.84	-11450.0	220451.3	-20415.9	32760.38
685.1605	-649.994	8960.321	-21487.9	33616.38
585.1605	6549.006	18499.32	-28665.9	34314.38
-789.926	-8479.99	16160.32	-8523.94	31206.38
-488.926	16449.01	1224.241	-34504.9	39027.38
-1463.93	-36108.0	775.2407	-20790.9	1507.290
-2013.93	28778.01	189.2407	-19022.9	1293.290
-1814.93	-8794.99	1270.241	-4773.94	-45.7099
-1613.93	1544.920	-35.7593	-54486.9	1560.290
1961.074	-3855.08	-2284.76	-46896.9	8.29012
-7488.93	5188.920	1764.241	-53752.9	-2671.71
1660.074	-2820.08	2215.241	107492.1	2151.290
3727.988	-8084.08	-980.759	-207285	2685.290
3328.988	-1875.08	899.1543	-30825.9	-1116.71
2628.988	15043.92	-989.846	241739.1	
3728.988	-6465.08	1575.154	-2004.91	

Analisis Variansi

Tabel 27 residual analisis variansi

924.44	2978.988	-11099.1	135.1543	10637.09
-3074.56	4177.988	3177.833	-2520.85	5281.086
125.44	1328.988	2277.833	-719.846	-1505.00
4124.44	2728.988	-4157.17	-1214.85	7066.000
-4224.56	3753.988	8173.833	9675.154	-11361.0
9624.44	-26607.9	-3258.17	-360.846	-4291.00
-19573.6	-26857.9	2862.833	688.0679	-3861.00
16473.44	-27182.9	3402.833	238.0679	-3434.00
-4399.56	-26581.9	5382.833	328.0679	6852.000
1624.22	-27307.9	-13561.2	3478.068	-18647.0
-1381.78	-28557.9	-7152.51	-1067.93	3585.000
1407.22	-26307.9	-2652.51	-345.932	2973.914
1150.22	-26057.9	-12327.5	238.0679	-776.086
-3424.78	-27831.9	-9357.51	-2371.93	-1312.09
-274.78	-24233.0	-8997.51	4197.068	1366.914
3875.22	-25282.0	-8637.51	-15055.8	562.9136
2424.22	-23858.0	-942.506	-35626.8	3777.914
-5399.78	-24658.0	-20472.5	-22769.8	-6026.09
1500.00	-26132.0	-2742.51	-14198.8	-776.086

1000.00	-25132.0	-3742.59	-32091.8	1420.914
-2800.00	-25408.0	-4462.59	-2412.77	36277.46
1500.00	-20158.0	-5722.59	-64983.8	34456.46
925.00	-24132.0	-3742.59	13551.23	43080.46
1324.00	-21765.1	-5092.59	-33751.8	38367.46
1100.00	-22014.1	-1851.59	-21251.9	22777.46
2650.00	-21964.1	-9142.59	-27680.9	34349.46
-7199.00	-20215.1	-5542.59	-12091.9	33759.46
1774.67	-22739.1	-3697.59	-30626.9	48438.46
-1275.33	-22339.1	-28883.7	-33358.9	33063.46
-1099.33	-22015.1	-34372.7	-25322.9	34849.38
1999.67	-23464.1	100936.3	6068.142	34313.38
599.67	-19815.1	-163474	-42036.9	34420.38
-4699.33	5829.006	-21997.7	-36304.9	38170.38
-2199.33	-11450.0	220451.3	-20415.9	32760.38
2499.67	-649.994	8960.321	-21487.9	33616.38
2399.67	6549.006	18499.32	-28665.9	34314.38
549.33	-8479.99	16160.32	-8523.94	31206.38
850.33	16449.01	1224.241	-34504.9	39027.38
-124.67	-36108.0	775.2407	-20790.9	1507.290
-674.67	28778.01	189.2407	-19022.9	1293.290
-475.67	-8794.99	1270.241	-4773.94	-45.7099
-274.67	1544.920	-35.7593	-54486.9	1560.290
3300.33	-3855.08	-2284.76	-46896.9	8.29012
-6149.67	5188.920	1764.241	-53752.9	-2671.71
2999.33	-2820.08	2215.241	107492.1	2151.290
574.22	-8084.08	-980.759	-207285	2685.290
175.22	-1875.08	899.1543	-30825.9	-1116.71
-524.78	15043.92	-989.846	241739.1	
575.22	-6465.08	1575.154	-2004.91	

Rata-rata residual analisis regresi dan analisis variansi

Rata-rata residual analisis regresi = $\frac{-1.39488}{243}$ = -0.00574

Rata-rata residual analisis variansi = $\frac{-0.59}{243}$ = -0.00243

Dari kedua rata-rata tersebut hanya mendekati nol hal ini dikarenakan dalam perhitungan komputer terjadi pembulatan-pembulatan angka. Sedangkan rata-rata

kedua analisis tersebut sebenarnya adalah nol. Karena berdistribusi normal yaitu $N\sim(0,\sigma^2)$

Pengujian Beda Dua Variansi

- Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

  $H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$

- α : 0.05

- Daerah kritik

  Jika F hitung > $F_{(\alpha, n_1-1, n_2-1)}$ atau maka Ho ditolak. Dimana $F_{(0.05,242,242)}$ =1.26

- Uji statistik

  Nilai F hitung = $\frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{1210186783}{908915945.9} = 1.3315$

- Kesimpulan

  Dengan tingkat signifikansi 0.05 Ho ditolak karena F hitung > F tabel yaitu

  1.3315 > 1.26 artinya σ_1^2 lebih besar dari σ_2^2

  ket :

  σ_1^2 : variansi residual analisis regresi

  σ_2^2 : variansi residual analisis variansi

Dari pengujian beda dua variansi diatas diperoleh kesimpulan bahwa variansi residual analisis regresi lebih besar residual analisis variansi maka dapat dikatakan bahwa analisis variansi lebih baik dalam menganalisis permasalahan diatas daripada analisis regresi.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan untuk keseluruhan pengujian adalah sebagi berikut:

1. Analisis Variansi Tiga Arah

Dari pengujian-pengujian dalam Analisis Variansi tiga arah didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

a. Variabel Konsentrasi Fasa III mempengaruhi Hasil Ekstraksi

b. Variabel Regenerasi Membran tidak mempengaruhi Hasil Ekstraksi

c. Variabel kekentalan umpan Ekstraksi mempengaruhi hasil Ekstraksi

d. Terdapat interaksi antara Variabel kekentalan umpan dengan Konsentrasi Fasa III.

f. Dari perbandingan ganda dapat disimpulkan bahwa yang berpengaruh paling tinggi terhadap hasil ekstraksi adalah pada konsentrasi fasa III 3M dengan kekentalan umpan 5000ppm

2. Analisis Regresi Ganda

Dari seluruh pengujian dalam Analisis Regresi Ganda didapatkan kesimpulan sebagai Berikut:

a. Setelah diuji secara bersama-sama (overall) dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel berpengaruh terhadap Hasil Ekstraksi.

7. Terdapat perbedaan terdapat perbedaan kesimpulan antara peneliti sebelumnya (Sudibyo, Tri Handini, Bambang EHB) dengan peneliti yang sekarang, hal ini dikarenakan peneliti sebelumnya menggunakan 2 variabel sebagai faktor yang mempengaruhi yaitu konsentrasi fasa III dan regenerasi membran serta variabel efisiensi sebagai vriabel dependen, sedangkan peniliti yang sekarang menggunakan 3 faktor yang mempengaruhi yaitu konsentrasi fasa III, regenerasi membran dan kekentalan umpan serta variabel hasil ekstraksi sebagai variabel dependen.

V.2 Saran

Adapun Saran-saran yang penyusun kemukakan yaitu:

- Perlu dilakukan lebih penelitian lebih lanjut untuk mengetahui batas pengaruh konsentrasi fasa III, Regenerasi membran dan kekentalan umpan agar diperoleh hasil yang optimum.
- Perlu diteliti lebih lanjut variabel-variabel lain yang mempunyai kemungkinan mempengaruhi varibel dependen.
- Dalam setiap pengamatan baik tabung pertama maupun tabung kedua dalam percobaan ini harus bersih dan tidak terdapat ekstraktan yang tersisa.

DAFTAR PUSTAKA

[SUD98] Sudibyo.Handini, Tri.EHB, Bambang.1998. *Ekstraksi Uranium Secara Sinambung Dengan Metoda Membran Emulsi Cair Memkai Ekstraktan TBP.*PPNY-BATAN.

[WAL95] Walpole, Ronald dan H Mayers, Raymond, 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi Ke-4.* Penerbit ITB Bandung.

[ALG97] Algifari.1997. *Analisis Regresi Teori, Kasus, dan Solusi Edisi Pertama.* Penerbit BPFE-Yogyakarta.

[HAK00] Hakim, Abdul.2000. *Statistik Induktif untuk Ekonomi dan Bisnis.* Penerbit Ekonesia Yogyakarta.

[HAS02] Hasan, Iqbal, M. 2002. *Pokok- Pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensif) Edisi Kedua.* Penerbit Bumi Aksara Jakarta.

[SOE86] Soejoeti, Zanzawi, Ph.D.1986. *Buku Materi Pokok Metode Statistika II Modul 1-5.* Penetbit Karunika Jakarta Universitas Terbuka.

[SOE88] Soebanar, Dr.1988. *Materi Pokok Model Linier Terapan II.* Penerbit karunika jakarta universitas terbuka.

[SUP86] Supranto.J,M.A.1986. *Statistik Teori Dan Aplikasi Jilid 2.* Penerbit Erlangga jakarta.

[SAN00] Santoso, Singgih. *Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik.* Penerbit PT Elex Media Komputindo kelompok Gramedia Jakarta.

[SAN00] Santoso, Singgih. *SPSS (Product and Service Solution).* Penerbit PT Elex Media Komputindo kelompok Gramedia Jakarta.

[WIJ00] Wijaya. 2000. *Analisis Statistik Dengan Program Spss 10.0.* Penerbit Alfabeta Bandung.

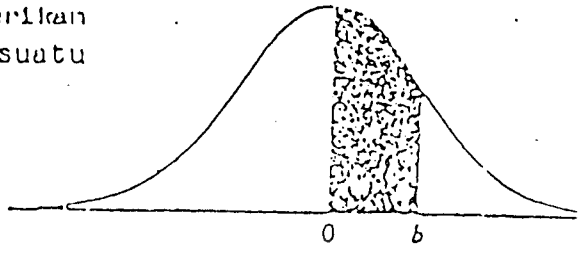
[NAS75] Nasoetion, Hakim, Andi. 1975. *Pengantar ke Teori Statistika.* Penerbit Bhratara Jakarta.

[STE91] Steel, G.D. Robert dan Torrie H. James. 1991. *Prinsip dan Prosedure Statistika Suatu Pendekatan Biometrik*. Penerbit PT gramedia Pustaka Utama Jakarta

LAMPIRAN

Distribusi Normal

Luas distribusi normal standar, memberikan luas di bawah kurve dari 0 sampai suatu bilangan positif h atau P (0 < z < h).



b	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2703	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4308	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Kuantil Statistika Penguji Lilliefors

		p =.80	.85	.90	.95	.99
Ukuran sampel =	4	.300	.319	.352	.381	.417
	5	.285	.299	.315	.337	.405
	6	.265	.277	.294	.319	.364
	7	.247	.258	.276	.300	.348
	8	.233	.244	.261	.285	.331
	9	.223	.233	.249	.271	.311
	10	.215	.224	.239	.258	.294
	11	.206	.217	.230	.249	.284
	12	.199	.212	.223	.242	.275
	13	.190	.202	.214	.234	.268
	14	.183	.194	.207	.227	.261
	15	.177	.187	.201	.220	.257
	16	.173	.182	.195	.213	.250
	17	.169	.177	.189	.206	.245
	18	.166	.173	.184	.200	.239
	19	.163	.169	.179	.195	.235
	20	.160	.166	.174	.190	.231
	25	.142	.147	.158	.173	.200
	30	.131	.136	.144	.161	.187
Lebih dari	30	$\frac{.736}{\sqrt{n}}$	$\frac{.768}{\sqrt{n}}$	$\frac{.805}{\sqrt{n}}$	$\frac{.886}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.031}{\sqrt{n}}$

Lampiran 5. Nilai Statistik d Durbin-Watson Untuk Taraf Nyata 0,05.

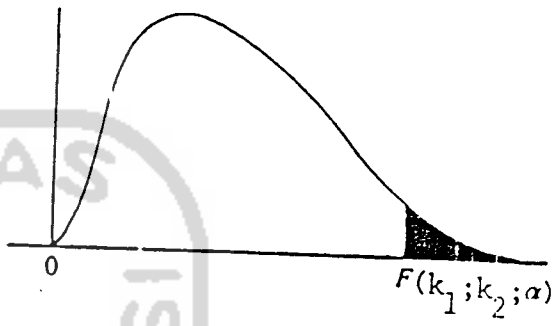
n	k = 1		k = 2		k = 3		k = 4		k = 5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1.08	1.36	0.95	1.54	0.82	1.75	0.69	1.97	0.56	2.21
16	1.10	1.37	0.98	1.54	0.86	1.73	0.74	1.93	0.62	2.15
17	1.13	1.38	1.02	1.54	0.90	1.71	0.78	1.90	0.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.02
19	1.18	1.40	1.08	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
31	1.36	1.50	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83
32	1.37	1.50	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82
33	1.38	1.51	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81
34	1.39	1.51	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.15	1.81
35	1.40	1.52	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80
36	1.41	1.52	1.35	1.59	1.29	1.65	1.24	1.73	1.18	1.80
37	1.42	1.53	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80
38	1.43	1.54	1.37	1.59	1.32	1.66	1.26	1.72	1.21	1.79
39	1.43	1.54	1.38	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79
40	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79
45	1.48	1.57	1.43	1.62	1.38	1.67	1.34	1.72	1.29	1.78
50	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
55	1.53	1.60	1.49	1.64	1.45	1.68	1.41	1.72	1.38	1.77
60	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
65	1.57	1.63	1.54	1.66	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77
70	1.58	1.64	1.55	1.67	1.52	1.70	1.49	1.74	1.46	1.77
75	1.60	1.65	1.57	1.68	1.54	1.71	1.51	1.74	1.49	1.77
80	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
85	1.62	1.67	1.60	1.70	1.57	1.72	1.55	1.75	1.52	1.77
90	1.63	1.68	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78
95	1.64	1.69	1.62	1.71	1.60	1.73	1.58	1.75	1.56	1.78
100	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78

Sumber : J. Durbin and G. S. Watson, "Testing for serial correlation in least squares regression, (II), "Biometrika". *Dalam* J. Supranto (1995).

TABEL VI. Distribusi F

α = 5 % (angka atas) dan 1 % (angka bawah 0

Memberi harga $P\left[F > F(k_1;k_2;\alpha)\right] = \alpha$



db penyebut (=k_2)	derajat bebas (db) pembilang (=k_1)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254
	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6082	6106	6142	6169	6208	6234	6258	6286	6302	6323	6334	6352	6361	6366
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.36	19.37	19.38	19.39	19.40	19.41	19.42	19.43	19.44	19.45	19.46	19.47	19.47	19.48	19.49	19.49	19.50	19.50
	98.49	99.01	99.17	99.25	99.30	99.33	99.34	99.36	99.38	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.49	99.49	99.50	99.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88	8.84	8.81	8.78	8.76	8.74	8.71	8.69	8.66	8.64	8.62	8.60	8.58	8.57	8.56	8.54	8.54	8.53
	34.12	30.81	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.13	27.05	26.92	26.83	26.69	26.60	26.50	26.41	26.30	26.27	26.23	26.18	26.14	26.12
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.93	5.91	5.87	5.84	5.80	5.77	5.74	5.71	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.63
	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.54	14.45	14.37	14.24	14.15	14.02	13.93	13.83	13.74	13.69	13.61	13.57	13.52	13.48	13.46
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.78	4.74	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.42	4.40	4.38	4.37	4.36
	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.45	10.27	10.15	10.05	9.96	9.89	9.77	9.68	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.17	9.13	9.07	9.04	9.02
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96	3.92	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.72	3.71	3.69	3.68	3.67
	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.60	7.52	7.39	7.31	7.23	7.14	7.09	7.02	6.99	6.94	6.90	6.88
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.63	3.60	3.57	3.52	3.49	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.29	3.28	3.25	3.24	3.23
	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	7.00	6.84	6.71	6.62	6.54	6.47	6.35	6.27	6.15	6.07	5.98	5.90	5.85	5.78	5.75	5.70	5.67	5.65
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.34	3.31	3.28	3.23	3.20	3.15	3.12	3.08	3.05	3.03	3.00	2.98	2.96	2.94	2.93
	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.19	6.03	5.91	5.82	5.74	5.67	5.56	5.48	5.36	5.28	5.20	5.11	5.06	5.00	4.96	4.91	4.88	4.86
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.13	3.10	3.07	3.02	2.98	2.93	2.90	2.86	2.82	2.80	2.77	2.76	2.73	2.72	2.71
	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.62	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.00	4.92	4.80	4.73	4.64	4.56	4.51	4.45	4.41	4.36	4.33	4.31

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN

TABEL VI. (Lanjutan)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.97	2.94	2.91	2.86	2.82	2.77	2.74	2.70	2.67	2.64	2.61	2.59	2.56	2.55	2.54
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.21	5.06	4.95	4.85	4.78	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.86	2.82	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.50	2.47	2.45	2.42	2.41	2.40
	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.88	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.29	4.21	4.10	4.02	3.94	3.86	3.80	3.74	3.70	3.66	3.62	3.60
12	4.75	3.88	3.49	3.26	3.11	3.00	2.92	2.85	2.80	2.76	2.72	2.69	2.64	2.60	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.36	2.35	2.32	2.31	2.30
	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.65	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.05	3.98	3.86	3.78	3.70	3.61	3.56	3.49	3.46	3.41	3.38	3.36
13	4.67	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.84	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60	2.55	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.32	2.28	2.26	2.24	2.22	2.21
	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.85	3.78	3.67	3.59	3.51	3.42	3.37	3.30	3.27	3.21	3.18	3.16
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13
	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.34	3.26	3.21	3.14	3.11	3.06	3.02	3.00
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.48	2.43	2.39	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18	2.15	2.12	2.10	2.08	2.07
	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.48	3.36	3.29	3.20	3.12	3.07	3.00	2.97	2.92	2.89	2.87
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.20	2.16	2.13	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55	3.45	3.37	3.25	3.18	3.10	3.01	2.96	2.89	2.86	2.80	2.77	2.75
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96
	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.86	2.79	2.76	2.70	2.67	2.65
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.07	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92
	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	3.37	3.27	3.19	3.07	3.00	2.91	2.83	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.55	2.48	2.43	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.15	2.11	2.07	2.02	2.00	1.96	1.94	1.91	1.90	1.88
	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.70	2.63	2.60	2.54	2.51	2.49
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31	2.28	2.23	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.84
	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.77	2.69	2.63	2.56	2.53	2.47	2.44	2.42
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.15	2.09	2.05	2.00	1.96	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.81
	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.63	2.58	2.51	2.47	2.42	2.38	2.36
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.47	2.40	2.35	2.30	2.26	2.23	2.18	2.13	2.07	2.03	1.98	1.93	1.91	1.87	1.84	1.81	1.80	1.78
	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.20	2.14	2.10	2.04	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76
	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.53	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.18	2.13	2.09	2.02	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.76	1.74	1.73
	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.25	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.36	2.33	2.27	2.23	2.21
25	4.24	3.38	2.99	2.76	2.60	2.49	2.41	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.06	2.00	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.71
	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.32	2.29	2.23	2.19	2.17
26	4.22	3.37	2.89	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.10	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.72	1.70	1.69
	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.17	3.09	3.02	2.96	2.86	2.77	2.66	2.58	2.50	2.41	2.36	2.28	2.25	2.19	2.15	2.13
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.30	2.25	2.20	2.16	2.13	2.08	2.03	1.97	1.93	1.88	1.84	1.80	1.76	1.74	1.71	1.68	1.67
	7.68	5.49	4.60	4.11	3.79	3.56	3.39	3.26	3.14	3.06	2.98	2.93	2.83	2.74	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.25	2.21	2.16	2.12	2.10

TABEL VI. (Lanjutan)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.97	2.94	2.91	2.86	2.82	2.77	2.74	2.70	2.67	2.64	2.61	2.59	2.56	2.55	2.54
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.21	5.06	4.95	4.85	4.78	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.86	2.82	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.50	2.47	2.45	2.42	2.41	2.40
	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.88	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.29	4.21	4.10	4.02	3.94	3.86	3.80	3.74	3.70	3.66	3.62	3.60
12	4.75	3.88	3.49	3.26	3.11	3.00	2.92	2.85	2.80	2.76	2.72	2.69	2.64	2.60	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.36	2.35	2.32	2.31	2.30
	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.65	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.05	3.98	3.86	3.78	3.70	3.61	3.56	3.49	3.46	3.41	3.38	3.36
13	4.67	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.84	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60	2.55	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.32	2.28	2.26	2.24	2.22	2.21
	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.85	3.78	3.67	3.59	3.51	3.42	3.37	3.30	3.27	3.21	3.18	3.16
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13
	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.34	3.26	3.21	3.14	3.11	3.06	3.02	3.00
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.48	2.43	2.39	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18	2.15	2.12	2.10	2.08	2.07
	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.48	3.36	3.29	3.20	3.12	3.07	3.00	2.97	2.92	2.89	2.87
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.20	2.16	2.13	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55	3.45	3.37	3.25	3.18	3.10	3.01	2.96	2.89	2.86	2.80	2.77	2.75
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96
	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.86	2.79	2.76	2.70	2.67	2.65
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.07	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92
	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	3.37	3.27	3.19	3.07	3.00	2.91	2.83	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.55	2.48	2.43	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.15	2.11	2.07	2.02	2.00	1.96	1.94	1.91	1.90	1.88
	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.70	2.63	2.60	2.54	2.51	2.49
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31	2.28	2.23	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.84
	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.77	2.69	2.63	2.56	2.53	2.47	2.44	2.42
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.15	2.09	2.05	2.00	1.96	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.81
	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.63	2.58	2.51	2.47	2.42	2.38	2.36
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.47	2.40	2.35	2.30	2.26	2.23	2.18	2.13	2.07	2.03	1.98	1.93	1.91	1.87	1.84	1.81	1.80	1.78
	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.20	2.14	2.10	2.04	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76
	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.53	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.18	2.13	2.09	2.02	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.76	1.74	1.73
	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.25	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.36	2.33	2.27	2.23	2.21
25	4.24	3.38	2.99	2.76	2.60	2.49	2.41	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.06	2.00	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.71
	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.32	2.29	2.23	2.19	2.17
26	4.22	3.37	2.89	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.10	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.72	1.70	1.69
	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.17	3.09	3.02	2.96	2.86	2.77	2.66	2.58	2.50	2.41	2.36	2.28	2.25	2.19	2.15	2.13
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.30	2.25	2.20	2.16	2.13	2.08	2.03	1.97	1.93	1.88	1.84	1.80	1.76	1.74	1.71	1.68	1.67
	7.68	5.49	4.60	4.11	3.79	3.56	3.39	3.26	3.14	3.06	2.98	2.93	2.83	2.74	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.25	2.21	2.16	2.12	2.10

TABEL VI. (Lanjutan)

db penyebut ($=k_2$)	derajat bebas (db) pembilang ($=k_1$)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.44	2.36	2.29	3.24	2.19	2.15	2.12	2.06	2.02	1.96	1.91	1.87	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.67	1.65
	7.64	5.45	4.57	4.07	3.76	3.53	3.36	3.23	3.11	3.03	2.95	2.90	2.80	2.71	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.22	2.18	2.13	2.09	2.06
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.54	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.05	2.00	1.94	1.90	1.85	1.80	1.77	1.73	1.71	1.68	1.65	1.64
	7.60	5.52	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.08	3.00	2.92	2.87	2.77	2.68	2.57	2.49	2.41	2.32	2.27	2.19	2.15	2.10	2.06	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.34	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.04	1.99	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.72	1.69	1.66	1.64	1.62
	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.06	2.98	2.00	2.84	2.74	2.66	2.55	2.47	2.38	2.29	2.24	2.16	2.13	2.07	2.03	2.01
32	4.15	3.30	2.90	2.67	2.51	2.40	2.32	2.25	2.19	2.14	2.10	2.07	2.02	1.97	1.91	1.86	1.82	1.76	1.74	1.69	1.67	1.64	1.61	1.59
	7.50	5.34	4.46	3.97	3.66	3.42	3.25	3.12	3.01	2.94	2.86	2.80	2.70	2.62	2.51	2.42	2.34	2.25	2.20	2.12	2.08	2.02	1.98	1.96
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.30	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.00	1.95	1.89	1.84	1.80	1.74	1.71	1.67	1.64	1.61	1.59	1.57
	7.44	5.29	4.42	3.93	3.61	3.38	3.21	3.08	2.97	2.89	2.82	2.76	2.66	2.58	2.47	2.38	2.30	2.21	2.15	2.08	2.04	1.98	1.94	1.91
36	4.11	3.26	2.86	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.10	2.06	2.03	1.89	1.93	1.87	1.82	1.78	1.72	1.69	1.65	1.62	1.59	1.56	1.55
	7.39	5.25	4.38	3.89	3.58	3.35	3.18	3.04	2.94	2.86	2.78	2.72	2.62	2.54	2.43	2.35	2.26	2.17	2.12	2.04	2.00	1.94	1.90	1.87
38	4.10	3.25	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.96	1.92	1.85	1.80	1.76	1.71	1.67	1.63	1.60	1.57	1.54	1.53
	7.35	5.21	4.34	3.86	3.54	3.32	3.15	3.02	2.91	2.82	2.75	2.69	2.59	2.51	2.40	2.32	2.22	2.14	2.08	2.00	1.97	1.90	1.86	1.84
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.07	2.04	2.00	1.95	1.90	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.55	1.53	1.51
	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.88	2.80	2.73	2.66	2.56	2.49	2.37	2.29	2.20	2.11	2.05	1.97	1.94	1.88	1.84	1.81
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.02	1.99	1.94	1.89	1.82	1.78	1.73	1.68	1.64	1.60	1.57	1.54	1.51	1.49
	7.27	5.15	4.29	3.80	3.49	3.26	3.10	2.96	2.86	2.77	2.70	2.64	2.54	2.46	2.35	2.26	2.17	2.08	2.02	1.94	1.91	1.85	1.80	1.78
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.92	1.88	1.81	1.76	1.72	1.66	1.63	1.58	1.56	1.52	1.50	1.48
	7.24	5.12	4.26	3.78	3.46	3.24	3.07	2.94	2.84	2.75	2.68	2.62	2.52	2.44	2.32	2.24	2.15	2.06	2.00	1.92	1.88	1.82	1.78	1.75
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.14	2.09	2.04	2.00	1.97	1.91	1.87	1.80	1.75	1.71	1.65	1.62	1.57	1.54	1.51	1.48	1.46
	7.21	5.10	4.24	3.76	3.44	3.22	3.05	2.92	2.82	2.73	2.66	2.60	2.50	2.42	2.30	2.22	2.13	2.04	1.98	1.90	1.86	1.80	1.76	1.72
48	4.04	3.19	2.80	2.56	2.41	2.30	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.90	1.86	1.79	1.74	1.70	1.64	1.61	1.56	1.53	1.50	1.47	1.45
	7.19	5.08	4.22	3.74	3.42	3.20	3.04	2.90	2.80	2.71	2.64	2.58	2.48	2.40	2.28	2.20	2.11	2.02	1.96	1.88	1.84	1.78	1.73	1.70
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.90	1.85	1.78	1.74	1.69	1.63	1.60	1.55	1.52	1.48	1.46	1.44
	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.18	3.02	2.88	2.78	2.70	2.62	2.56	2.46	2.39	2.26	2.18	2.10	2.00	1.94	1.86	1.82	1.76	1.71	1.68
55	4.02	3.17	2.78	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.97	1.93	1.88	1.83	1.76	1.72	1.67	1.61	1.58	1.52	1.50	1.46	1.43	1.41
	7.12	5.01	4.16	3.68	3.37	3.15	2.98	2.85	2.75	2.66	2.59	2.53	2.43	2.35	2.23	2.15	2.06	1.96	1.90	1.82	1.78	1.71	1.66	1.64
60	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.86	1.81	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.50	1.48	1.44	1.41	1.39
	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50	2.40	2.32	2.20	2.12	2.03	1.93	1.87	1.79	1.74	1.61	1.63	1.60

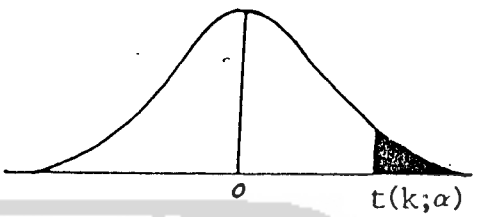
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN

TABEL VI. (Lanjutan)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.94	1.90	1.85	1.80	1.73	1.68	1.63	1.57	1.54	1.49	1.46	1.42	1.39	1.37
	7.04	4.95	4.10	3.62	3.31	3.09	2.93	2.79	2.70	2.61	2.54	2.47	2.37	2.30	2.18	2.09	2.00	1.90	1.84	1.76	1.71	1.64	1.60	1.56
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.32	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.84	1.79	1.72	1.67	1.62	1.56	1.53	1.47	1.45	1.40	1.37	1.35
	7.01	4.92	4.08	3.60	3.29	3.07	2.91	2.77	2.67	2.59	2.51	2.45	2.35	2.28	2.15	2.07	1.98	1.88	1.82	1.74	1.69	1.63	1.56	1.53
80	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.91	1.88	1.82	1.77	1.70	1.65	1.60	1.54	1.51	1.45	1.42	1.38	1.35	1.32
	6.96	4.88	4.04	3.56	3.25	3.04	2.87	2.74	2.64	2.55	2.48	2.41	2.32	2.24	2.11	2.03	1.94	1.84	1.78	1.70	1.65	1.57	1.52	1.45
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.79	1.75	1.68	1.63	1.57	1.51	1.48	1.42	1.39	1.34	1.30	1.28
	6.90	4.82	3.98	3.51	3.20	2.99	2.82	2.69	2.59	2.51	2.43	2.36	2.26	2.19	2.06	1.98	1.89	1.79	1.73	1.64	1.59	1.51	1.46	1.43
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.77	1.72	1.65	1.60	1.55	1.49	1.45	1.39	1.36	1.31	1.27	1.25
	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.79	2.65	2.56	2.47	2.40	2.33	2.23	2.15	2.03	1.94	1.85	1.75	1.68	1.59	1.54	1.46	1.40	1.37
150	3.91	3.06	2.67	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.76	1.71	1.64	1.59	1.54	1.47	1.44	1.37	1.34	1.29	1.25	1.22
	6.81	4.75	3.91	3.44	3.13	2.92	2.76	2.62	2.53	2.44	2.37	2.30	2.20	2.12	2.00	1.91	1.83	1.72	1.66	1.56	1.51	1.43	1.37	1.33
200	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.74	1.69	1.62	1.57	1.52	1.45	1.42	1.35	1.32	1.26	1.22	1.19
	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.90	2.73	2.60	2.50	2.41	2.34	2.28	2.17	2.09	1.97	1.88	1.79	1.69	1.62	1.53	1.48	1.39	1.33	1.28
400	3.86	3.02	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.78	1.72	1.67	1.60	1.54	1.49	1.42	1.38	1.32	1.28	1.22	1.16	1.13
	6.70	4.66	3.83	3.36	3.06	2.85	2.69	2.55	2.46	2.37	2.29	2.23	2.12	2.04	1.92	1.84	1.74	1.64	1.57	1.47	1.42	1.32	1.24	1.19
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.10	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.70	1.65	1.58	1.53	1.47	1.41	1.36	1.30	1.26	1.19	1.13	1.08
	6.66	4.62	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.26	2.20	2.09	2.01	1.89	1.81	1.71	1.61	1.54	1.44	1.38	1.28	1.19	1.11
	3.84	2.99	2.60	2.37	2.21	2.09	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.69	1.64	1.57	1.52	1.46	1.40	1.35	1.28	1.24	1.17	1.11	1.00
	6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.24	2.18	2.07	1.99	1.87	1.79	1.69	1.59	1.52	1.41	1.36	1.25	1.15	1.00

TABEL IV. Distribusi t

Memberikan harga $P\left[t > t(k;\alpha)\right] = \alpha$



k \ α	.10	.05	.025	.01	.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576