PENGARUH KETIDAKNORMALAN SEBARAN TERHADAP PERUBAHAN TINGKAT NYATA ($\Delta\alpha$)

SKRIPSI

oleh :
SYAMSULINAR SYAFRI
0210950039

PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGARUH KETIDAKNORMALAN SEBARAN TERHADAP PERUBAHAN TINGKAT NYATA ($\Delta\alpha$)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Statistika

oleh :
SYAMSULINAR SYAFRI
0210950039

PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2009

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH KETIDAKNORMALAN SEBARAN TERHADAP PERUBAHAN TINGKAT NYATA ($\Delta\alpha$)

oleh :
SYAMSULINAR SYAFRI
0210950039

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 13 Agustus 2009
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Statistika

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Ir. Soepraptini, M.Sc.	**Ir Heni Kusdarwati, MS**
NIP. 130 518 968	**NIP. 131 652 676**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, MSc
NIP. 132 126 049

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	**: Syamsulinar Syafri**
NIM	**: 0210950039**
Program Studi	**: Statistika**
Menulis skripsi berjudul	**: PENGARUH KETIDAKNORMALAN SEBARAN TERHADAP PERUBAHAN TINGKAT NYATA ($\Delta\alpha$)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. **Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar – benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama – nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi.**
2. **Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 13 Agustus 2009
Yang menyatakan,

Syamsulinar Syafri
NIM. 0210950039

PENGARUH KETIDAKNORMALAN SEBARAN TERHADAP PERUBAHAN TINGKAT NYATA ($\Delta\alpha$)

ABSTRAK

Banyak fenomena biologis yang menghasilkan data yang sebarannya mendekati normal, sehingga sebaran ini menjadi dasar bagi teori statistika yang digunakan oleh para ahli biologi. Asumsi kenormalan juga banyak digunakan dalam analisis statistika. Namun tidak setiap data kontinu yang diperoleh menyebar normal. Untuk mengatasi ketidaknormalan sebaran, cara yang paling lazim dilakukan adalah dengan transformasi. Jika hasil transformasi dikembalikan ke data asalnya, maka tingkat nyatanya akan mengalami perubahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara ketidaknormalan sebaran yang diukur menggunakan koefisien kemenjuluran pearson (SK) dengan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui hubungan fungsional antara SK dengan perubahan tingkat nyata tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tidak meyebar normal yang dibangkitkan dari sebaran beta menggunakan software MINITAB versi 14. Data dibangkitkan dengan menggunakan parameter $\alpha = \{1,2,3,4,5\}$ dan $\beta = \{11,12,13,14,15\}$ yang dikombinasikan sehingga menghasilkan 25 data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar ketidaknormalan sebaran akan menyebabkan semakin besar pula perubahan tingkat nyatanya, yaitu setiap kenaikan nilai SK sebesar 1 akan menyebabkan perubahan tingkat nyatanya naik sebesar 0.0145. Sedangkan jika nilai SK = 0, maka perubahan tingkat nyatanya sebesar 0.915.

Kata kunci : kenormalan, transformasi, koefisien kemenjuluran pearson, tingkat nyata (α)

THE EFECT OF ABNORMALLY DISTRIBUTION TOWARD CHANGING OF CONFIDENCE LEVEL ($\Delta\alpha$)

ABSTRACT

There are many biological phenomena resulted in data that have nearly normally distribution, thus this distribution becomes the basis to the statistical theory used by biologist. The normality assumption had also used in many statistical analysis. However, not every continue data have normally distribution. To overcome the abnormally, the most common way used is transformation. If the results of the transformation returned to the original data, the confidence level will change. The aim of this research is to study the corelation between abnormally distribution measured using pearson's skewness coefficient (SK) and changing of confidence level ($\Delta\alpha$). Beside that, this research is also aim to study the functional corelation between SK and changing of confidence level. The data used in this research is abnormally distribution data is generated from beta distribution using MINITAB version 14. Data is generated by combine $\alpha = \{1,2,3,4,5\}$ and $\beta = \{11,12,13,14,15\}$ parameters resulted in 25 data. The result of research shows that along with the increasing of abnormally distribution, the change of confidence level is also increasing. While SK value increase 1 point, the confidence level will increase 0.0145 point. While SK value = 0, the changing of confidence level is 0.915 point.

Keyword : normality, transformation, pearson's skewness coefficient, confidence level

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas nikmat yang tiada henti-hentinya diberikan Allah Azza wa Jalla sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengaruh Ketidaknormalan Sebaran terhadap Perubahan Tingkat Nyata ($\Delta\alpha$)".** Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah pada guru terbaik sepanjang masa, Rasulullah Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Soepraptini, M.Sc. selaku pembimbing I dan Ibu Ir Heni Kusdarwati, MS selaku pembimbing II sekaligus ketua prodi Statistika atas waktu dan kesabarannya dalam membimbing, mengarahkan, menasehati serta memotivasi penulis selama penulisan skripsi ini.
2. Ibu Suci Astutik, S.Si., Bapak Prof. Dr. Ir. Loekito Adi S., M.Agr, dan Bapak Prof. Dr. Ir. Henny Pramoedyo, MS selaku dosen penguji atas kritik, saran, dan masukannya
3. Bapak Dr. Agus Suryanto, MSc., selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya
4. Ayah sekaligus pahlawanku tercinta, kedua ibuku juga kedelapan adik-adikku yang senantiasa menjadi penyemangat hidupku serta segenap keluarga atas do'a, nasehat, dukungan, dan motivasinya. Mohon maaf atas penantian panjang selama ini.
5. Seluruh guru, dosen, pembimbing, dan murobbi' terimakasih atas pelajaran yang telah diberikan.
6. Teman-teman Statistika FMIPA Universitas Brawijaya khususnya angkatan 2002, terutama kepada Arif Ashari atas bantuan dan dukungannya selama ini.
7. Ikhwah di FORKALAM, CENDEKIA serta seluruh ikhwah di kota Malang khususnya I-CLUB yang senantiasa menyemangati untuk senantiasa berjuang.
8. Segenap karyawan tata usaha dan segenap pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karenanya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Malang, 13 Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 1
1.3 Batasan Masalah 1
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Sebaran Normal 3
2.2 Sebaran Beta 5
2.3 Selang Kepercayaan bagi μ 5
2.4 Transformasi 6
2.4.1 Transformasi Akar 6
2.4.2 Transformasi Logaritma 7
2.4.3 Transformasi Arcsin 7
2.5 Regresi Linier Sederhana 7
2.5.1 Pendugaan Parameter Regresi Linier Sederhana 8
2.5.2 Pengujian Koefisien Regresi 8
2.5.3 Asumsi Analisis Regresi 10
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Data 13
3.2 Metode 13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Pengumpulan Data 17
4.1.1 Koefisien Kemenjuluran Pearson 17
4.1.2 Transformasi 17

4.1.3 Selang Kepercayaan bagi μ 18
4.1.4 Retransformasi Batas Selang 18
4.1.5 Perubahan Tingkat Nyata 18
4.2 Analisis Regresi Linier Sederhana 21
4.2.1 Analisis dan Uji Koefisien..... 21
4.2.2 Uji Asumsi..... 21
4.2.3 Interpretasi..... 22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 23
5.2 Saran..... 23
DAFTAR PUSTAKA..... 25
LAMPIRAN..... 27

DAFTAR GAMBAR

		halaman
Gambar 2.1	Kurva Sebaran Normal	3
Gambar 2.2	Jenis Sebaran Data	4
Gambar 3.1	Diagram Alir Prosedur Penelitian	16

DAFTAR TABEL

		halaman
Tabel 2.1	Analisis Ragam	9
Tabel 2.2	Nilai Kritis Uji *Anderson-Darling*	11
Tabel 4.1	Data SK dan Perubahan Tingkat Nyata	20
Tabel 4.2	Nilai Hitung dan Nilai Tabel Durbin –Watson	21

DAFTAR LAMPIRAN

		halaman
Lampiran 1	Data Bangkitan dengan Software MINITAB versi 14	27
Lampiran 2	Transformasi Data Bangkitan	28
Lampiran 3	Uji Kenormalan Data	29
Lampiran 4	Uji Kenormalan pada Data Tertransformasi	30
Lampiran 5	Statistik Deskriptif, SK, Batas Selang Data Tertransformasi, Retransformasi Batas Selang, α', dan Perubahan Tingkat Nyata	31
Lampiran 6	Statistik Deskriptif dan SK data Tertransformasi	32
Lampiran 7	Analisis Regresi	33
Lampiran 8	Uji Kenormalan Sisaan	34
Lampiran 9	Diagram Plot antara Sisaan Terbakukan dengan SK	35

.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak fenomena biologis yang menghasilkan data yang sebarannya mendekati normal, sehingga sebaran ini menjadi dasar bagi teori statistika yang digunakan oleh para ahli biologi. Hal ini juga berlaku di bidang-bidang terapan yang lain (Steel & Torrie, 1989). Namun tidak setiap data kontinu yang diperoleh akan menyebar normal.

Asumsi kenormalan sebaran juga banyak digunakan pada analisis statistika. Sehingga, ketidaknormalan sebaran akan berpengaruh terhadap analisis statistika.

Untuk mengatasi ketidaknormalan sebaran, cara yang paling lazim dilakukan adalah dengan transformasi. Menurut Hanafiah (1991), transformasi yang umum digunakan adalah transformasi akar, logaritma, dan transformasi sudut atau arcsin. Transformasi tidak selalu menghasilkan sebaran normal. Namun bila sebaran menjadi normal, maka tingkat nyata (α) yang sesungguhnya dapat diketahui.

Jika hasil transformasi dikembalikan ke data asalnya, maka tingkat nyata yang dihasilkan juga akan mengalami perubahan. Oleh karena itu perlu dikaji bagaimana pengaruh tingkat kemenjuluran terhadap perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$).

Regresi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan hubungan sebab akibat. Oleh karenanya, pengaruh tingkat kemenjuluran akan diteliti menggunakan analisis regresi.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana hubungan fungsional antara tingkat kemenjuluran data dengan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$).

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, permasalahan yang dibahas dibatasi pada kemenjuluran data yang diamati menggunakan koefisien kemenjuluran pearson (SK).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Sejauhmana hubungan antara ketidaknormalan suatu data dengan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$)
2. Mengetahui hubungan fungsional antara koefisien kemenjuluran pearson (SK) dengan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$).

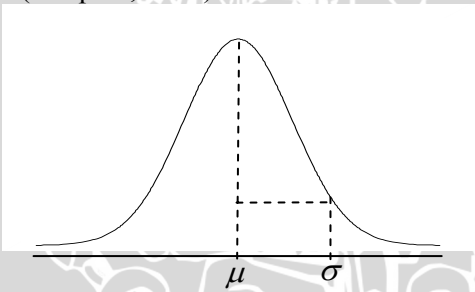
1.5 Manfaat Penelitian

Dengan diketahuinya hubungan antara tingkat ketidaknormalan sebaran terhadap perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$), maka dapat diketahui pentingnya transformasi dilakukan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sebaran Normal

Sebaran peluang kontinu yang paling penting dalam bidang statistika adalah sebaran normal. Grafiknya yang disebut kurva normal, adalah kurva yang berbentuk genta seperti pada Gambar 2. 1, yang dapat digunakan dalam banyak sekali gugusan data yang terjadi di alam, industri, dan penelitian. Pada tahun 1733, DeMoivre telah berhasil menurunkan persamaan matematik bagi kurva normal ini. Sebaran normal sering disebut sebaran Gauss, untuk menghormati Gauss ($1777-1855$), yang juga berhasil mendapatkan persamaannya dari studi mengenai galat dalam pengukuran yang berulang-ulang terhadap benda yang sama (Walpole, 1995).



Gambar 2. 1 Kurva Sebaran Normal

Menurut Mendenhall (1981), fungsi kepekatan peluang dari sebaran normal mengikuti persamaan :

$$f(y) = \frac{e^{-(y-\mu)^2/(2\sigma^2)}}{\sigma\sqrt{2\pi}} \qquad (2.\ 1)$$

dengan $\sigma > 0$, $-\infty \le \mu \le \infty$, $-\infty \le y \le \infty$

dimana

μ = nilai tengah

σ = simpangan baku

π = 3.14159...

e = 2.71828...

Dari persamaan 2. 1, terlihat bahwa fungsi kepekatan peluang sebaran normal memiliki dua parameter, yaitu μ dan σ. Sebagaimana

dapat dilihat pada Gambar 2. 1, μ adalah nilai tengah grafik dan σ adalah titik belok kurva.

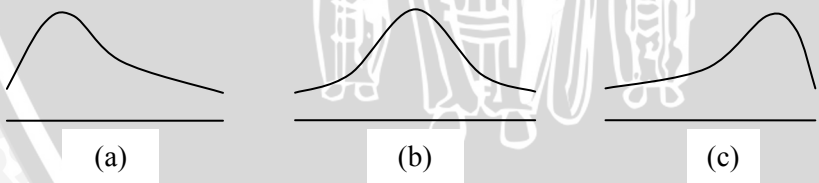
Bentuk sebaran normal sering disebut dengan sebaran setangkup. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2. 2b, sebaran setangkup merupakan bentuk sebaran yang simetris. Suatu sebaran yang tidak setangkup dikatakan menjulur.

Pada sebaran setangkup, nilai tengah dan mediannya terletak pada posisi yang sama pada sumbu datar, seperti dalam Gambar 2. 2b. Tetapi, bila sebarannya menjulur ke kanan seperti dalam Gambar 2. 2a, nilai-nilai yang besar di ekor kanan tidak terlalu banyak dipengaruhi oleh nilai-nilai kecil di ekor kiri. Akibatnya, nilai tengahnya lebih besar daripada mediannya. Dalam Gambar 2. 2c terjadi kebalikannya, nilai-nilai kecil di ekor kiri akan membuat nilai tengahnya lebih kecil daripada mediannya. Perilaku antara nilai tengah dan median relatif terhadap simpangan bakunya ini akan digunakan untuk mendefinisikan ukuran kemenjuluran yang disebut koefisien kemenjuluran pearson (SK)

$$SK = \frac{3(\bar{x} - \tilde{x})}{s} \text{ atau } SK = \frac{3(\mu - \tilde{\mu})}{\sigma} \qquad (2.\ 2)$$

dimana :

SK = koefisien kemenjuluran pearson
$\bar{x}$ = nilai tengah sampel
$\tilde{x}$ = median sampel
s = simpangan baku sampel
$\bar{\mu}$ = nilai tengah populasi
$\tilde{\mu}$ = median populasi
σ = simpangan baku populasi



Gambar 2. 2 Jenis Sebaran Data

Untuk sebaran yang setangkup sempurna, nilai tengah dan mediannya identik dan oleh karena itu, SK bernilai nol. Bila sebarannya menjulur ke kiri, nilai tengahnya lebih kecil daripada mediannya, sehingga nilai SK negatif. Tetapi bila sebarannya menjulur ke kanan,

nilai tengahnya lebih besar daripada mediannya, sehingga nilai SK positif. Secara umum nilai SK terletak antara -3 dan +3 (Walpole, 1995).

2.2 Sebaran Beta

Menurut Davis (2008), sebaran beta merupakan keluarga sebaran kontinu. Sebaran ini memiliki 2 parameter yaitu α dan β dengan interval sebaran [0,1]. Fungsi kepekatan peluangnya dapat ditulis dengan :

$$f(y) = \begin{cases} \dfrac{1}{\mathrm{B}(\alpha,\beta)} y^{\alpha-1}(1-y)^{\beta-1} & ;\alpha,\beta > 0; 0 \le y \le 1 \\ 0 & ; y\, lainnya \end{cases} \tag{2. 3}$$

dimana :

$$\mathrm{B}(\alpha,\beta) = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)}$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy$$

dengan :

$$\mu = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \tag{2. 4}$$

$$\sigma^2 = \frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)} \tag{2. 5}$$

Sebaran beta akan mengikuti sebaran normal pada saat $\alpha = \beta$

2.3 Selang Kepercayaan bagi μ

Karena suatu statistik yang diukur pada satu sampel jarang atau mungkin tidak pernah dapat diharapkan tepat sama dengan suatu parameter, maka penting bahwa suatu taksiran disertai dengan suatu pernyataan yang merinci ketepatan dari taksiran itu (Dixon, 1991). Menurut Supranto (1989), selang kepercayaan adalah suatu penduga berupa interval yang dibatasi oleh 2 (dua) nilai yang disebut nilai batas bawah dan nilai batas atas.

Bila $\bar{x}$ adalah nilai tengah sampel acak yang diambil dari suatu populasi dengan ragam σ^2 diketahui, maka selang kepercayaan (1-α) 100% bagi μ adalah

$$p\left(\bar{x} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{x} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \qquad (2.\ 6)$$

sedangkan $z_{\alpha/2}$ adalah nilai z yang luas daerah di sebelah kanan di bawah kurva normal baku adalah $\frac{\alpha}{2}$.

Bila $\bar{x}$ dan s adalah nilai tengah dan simpangan baku sampel yang diambil dari suatu populasi berbentuk genta yang ragamnya σ^2 tidak diketahui, maka selang kepercayaan (1-α)100% bagi μ diberikan oleh rumus

$$p\left(\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \qquad (2.\ 7)$$

Sedangkan dalam hal ini, $t_{\alpha/2}$ adalah nilai t dengan $v = n - 1$ derajat bebas yang di sebelah kanannya terdapat daerah seluas $\frac{\alpha}{2}$ (Walpole, 1995).

2.4 Transformasi

Transformasi data adalah salah satu cara untuk mengatasi jenis ketidaknormalan pada sebaran data. Dengan teknik ini data asli dikonversikan ke dalam skala baru sehingga data yang telah ditransformasi itu kira-kira meyebar normal. Sayangnya ini tidak selalu tercapai. Bila transformasi tidak dapat menormalkan, maka harus digunakan cara analisis yang lain (Steel & Torrie, 1989).

Menurut Hanafiah (1991), transformasi yang umum digunakan adalah transformasi akar, logaritma, dan transformasi sudut atau arcsin.

2.4.1 Transformasi Akar ($\sqrt{Y}$)

Transformasi akar digunakan pada data yang berupa bilangan bulat kecil, misalnya banyaknya koloni bakteri, banyaknya tanaman atau serangga spesies tertentu pada suatu daerah. Data tersebut sering

menyebar menurut sebaran poisson yang mempunyai nilai tengah dan ragam sama. Transformasi akar juga dapat digunakan pada data persentase yang kisaran persentasenya antara 0 dan 20 persen atau antara 80 dan 100 persen, tetapi tidak keduanya (Steel & Torrie, 1989).

2.4.2 Transformasi Logaritma ($\log(Y)$)

Transformasi logaritma digunakan pada data yang ragamnya sebanding dengan kuadrat nilai tengahnya atau simpangan bakunya sebanding dengan nilai tengahnya. Transformasi ini tidak dapat digunakan secara langsung pada nilai nol. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat dilakukan penambahan 1 pada setiap pengamatan sebelum ditransformasi (Steel & Torrie, 1989).

2.4.3 Transformasi arcsin ($\arcsin\left(\sqrt{Y}\right)$)

Transformasi arcsin biasanya diterapkan pada data yang dinyatakan sebagai pecahan desimal atau persentase, terutama jika persentasenya mencakup kisaran yang luas. (Steel & Torrie, 1989).

2.5 Regresi Linier Sederhana

Pada berbagai penelitian, seringkali ingin diselidiki bagaimana perubahan-perubahan pada suatu peubah mempengaruhi peubah lain. Peubah-peubah yang ada dibedakan menjadi dua, yaitu peubah prediktor dan peubah respon. Hubungan linier kedua peubah dapat diwujudkan dalam suatu persamaan yang dinamakan persamaan regresi (Draper dan Smith, 1992).

Menurut Sembiring (1995), jenis regresi yang paling mudah adalah regresi linier sederhana. Model regresi linier sederhana didefinisikan sebagai:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \qquad (2.\ 8)$$

dengan i = 1, 2, ... , n

dimana :

y_i = nilai pengamatan ke-i peubah respon

x_i = nilai pengamatan ke-i peubah prediktor

β_0 = titik potong garis regresi dengan sumbu Y (intersep)

β_1 = koefisien regresi untuk peubah prediktor (slope)

ε_i = sisaan ke-i

Nilai-nilai parameter β_0 dan β_1 tidak diketahui dan selalu tetap. Meskipun tidak mungkin diketahui secara tepat tanpa memeriksa semua kemungkinan pasangan *Y* dan *X*, tetapi dapat digunakan informasi dalam data sampel untuk menghasilkan penduga b_0 dan b_1. Dengan demikian, persamaan 2. 8 dapat diduga dengan persamaan berikut :

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_i \tag{2. 9}$$

2.5.1 Pendugaan Parameter Regresi Linier Sederhana

Salah satu metode yang digunakan untuk menduga parameter dalam analisis regresi linier sederhana adalah Metode Kuadrat Terkecil (MKT). Pendugaan parameter β_0 dan β_1 menggunakan MKT yaitu dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - b_0 - b_1 x_i\right)^2 \tag{2. 10}$$

sehingga diperoleh rumus :

$$b_1 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{i=n}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \tag{2. 11}$$

$$b_0 = \bar{y} - b\bar{x} \tag{2. 12}$$

(Walpole, 1995).

2.5.2 Pengujian Koefisien Regresi

Untuk mengetahui apakah β_0 dan β_1 signifikan, maka perlu dilakukan pengujian. Menurut Indriani (2009), ada dua jenis uji yang dapat dilakukan :

1. Uji F

   Hipotesis yang digunakan adalah

   $H_0 : \beta_1 = 0$

   versus

   $H_1 : \beta_1 \neq 0$

Statistik uji yang digunakan adalah menggunakan F_{hit} yang dapat dihitung menggunakan tabel analisis ragam sebagaimana pada Tabel 2. 1.

Apabila nilai $F_{hit} > F^{\alpha}_{1,(n-2)}$ atau *p-value* < α , maka tolak H_0

Tabel 2. 1 Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F_{hit}
Regresi	1	$b_1\left(\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}\right)$	$\frac{JK_{\mathrm{Re}gresi}}{db_{\mathrm{Re}gresi}}$	$\frac{KT_{\mathrm{Re}gresi}}{KT_{Galat}}$
Galat	n-2	$JK_{Total} - JK_{\mathrm{Re}gresi}$	$\frac{JK_{Galat}}{db_{Galat}}$	
Total	n-1	$\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)^2}{n}$		

2. Uji t

Untuk β_0, hipotesis yang melandasi adalah

$H_0 : \beta_0 = 0$

versus

$H_1 : \beta_0 \neq 0$

Dengan statistik uji :

$$t_{hit} = \frac{(b_0) s_x \sqrt{n(n-1)}}{s_e \sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}} \sim t_{\frac{\alpha}{2}}^{(n-2)} \qquad (2.\ 13)$$

Untuk β_1, hipotesis yang melandasi adalah

$H_0 : \beta_1 = 0$

versus

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

Dengan statistik uji :

$$t_{hit} = \frac{(b_1)s_x\sqrt{n-1}}{s_e} \sim t_{\frac{\alpha}{2}}^{(n-2)} \qquad (2.\ 14)$$

dimana :

$$s_e = \frac{n-1}{n-2}\left(s_y^2 - b^2 s_x^2\right)$$

$$s_x^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}{n(n-1)}$$

$$s_y^2 = \frac{n\sum_{i-1}^{n} y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2}{n(n-1)}$$

H_0 akan ditolak jika $t_{hit} > t_{\frac{\alpha}{2}}^{(n-2)}$ atau *p-value* $< \alpha$.

2.5.3 Asumsi Analisis Regresi

Dalam analisis regresi linier, terdapat asumsi-asumsi yang berhubungan dengan sisaan dan peubah prediktor. Draper dan Smith (1992) menjelaskan bahwa agar hasil analisis dapat dipercaya, sebaiknya dilakukan pengujian asumsi terlebih dahulu sebelum melakukan pendugaan. Asumsi-asumsi tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kenormalan Sisaan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah galat menyebar normal. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan uji *Anderson-Darling.* Hipotesis yang melandasi pengujian kenormalan sisaan adalah:

H_0 : sisaan menyebar normal

Versus

H_1 : sisaan tidak menyebar normal

Statistik Uji A^2 didasarkan pada persamaan:

$$A^2 = -n - P \qquad (2.\ 15)$$

$$P = \sum_{i=1}^{n}\left(-n^{-1}\log W(X_i) + \log(1 - W(X_i))\right) \qquad (2.\ 16)$$

di mana:

n = ukuran contoh

W = fungsi sebaran kumulatif normal baku

i = 1, 2, ... , n

Tabel nilai kritis uji *Anderson-Darling* dapat dilihat dalam Tabel 2. 2.

Tabel 2. 2 Nilai Kritis Uji Anderson-Darling

α	0.1	0.05	0.025	0.01
A^2_{kritis}	0.631	0.752	0.873	1.035

Kriteria pengambilan keputusan berdasarkan pada perbandingan antara nilai A^2 hitung dengan nilai A^2_{kritis} (Tabel 2.2) adalah sebagai berikut.

Statistik uji A^2 $\begin{cases} \leq A^2_{kritis} \text{ , } H_0 \text{ diterima} \\ > A^2_{kritis} \text{ , } H_0 \text{ ditolak} \end{cases}$

(Montgomery, 2001).

Pengambilan keputusan juga dapat didasarkan pada nilai *p-value*. Jika *p-value* $\leq \alpha$, maka keputusannya adalah tolak H_0. Begitu pula sebaliknya, jika *p-value* > α , maka keputusannya terima H_0.

2. Kehomogenan Ragam Sisaan

Pengujian asumsi ini bertujuan untuk mengetahui apakah sisaan mempunyai ragam yang homogen sebesar σ^2, yaitu $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$ untuk i = 1, 2, … , n.

Kehomogenan ragam sisaan dapat dilihat pada diagram plot antara sisaan terbakukan dengan peubah prediktor. Jika ragam sisaan homogen, maka garisnya akan horizontal pada titik y = 0 (Garson, 2009).

3. Kebebasan Antar Sisaan

Asumsi ini menghendaki bahwa tidak ada autokorelasi antara serangkaian pengamatan yang diurutkan menurut waktu. Adanya kebebasan antar sisaan dapat dideteksi menggunakan statistik uji *Durbin-Watson*. Hipotesis yang melandasi pengujian adalah:

H_0 : Tidak terdapat autokorelasi antar sisaan

Versus

H_1 : Terdapat autokorelasi antar sisaan

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n} \left(e_i - e_{i-1}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} \qquad (2.\ 17)$$

dimana:

e_i = penduga sisaan ke-i, $e_i = y_i - \hat{y}_i$

e_{i-1} = penduga sisaan ke-(i-1)

i = 1, 2, … , n

Kriteria pengambilan keputusan yaitu dengan membandingkan statistik uji d dengan nilai-nilai kritis pada tabel *Durbin-Watson* dengan mengambil d_L sebagai batas bawah dan d_U sebagai batas atas. Kaidah pengambilan keputusan dalam uji *Durbin-Watson* adalah:

a. Jika $d_U < d < 4 – d_U$, maka keputusannya adalah terima H_0 yang berarti tidak terdapat autokorelasi antar sisaan.
b. Jika $d < d_L$ atau $d > 4 – d_L$, maka keputusannya adalah tolak H_0 yang berarti terdapat autokorelasi antar sisaan.
c. Jika $d_L \leq d \leq d_U$ atau $4 – d_U \leq d \leq 4 – d_L$, maka tidak dapat diputuskan apakah H_0 diterima atau ditolak sehingga tidak dapat disimpulkan ada tidaknya autokorelasi antar sisaan (Gujarati, 2003).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bangkitan dengan menggunakan software MINITAB versi 14. Data dibangkitkan dari sebaran beta dengan nilai parameter $\alpha = \{1,2,3,4,5\}$ dan $\beta = \{11,12,13,14,15\}$ serta n = 29 untuk masing-masing data yang dibangkitkan. Terhadap masing-masing data yang dibangkitkan selanjutnya dilakukan uji kenormalan. Jika data menyebar normal, proses membangkitkan data dilakukan lagi dengan parameter sebaran yang sama sehingga didapatkan data yang tidak menyebar normal. Dengan kombinasi α dan β didapatkan sebanyak 25 data yang tidak menyebar normal. Data hasil bangkitan dapat dilihat pada Lampiran 1, sedangkan uji normalitas untuk masing-masing data dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.2 Metode

Prosedur yang dilakukan setelah didapatkan data bangkitan adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data koefisien kemenjuluran pearson (SK) dan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) dari data bangkitan. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :
   a. Menghitung koefisien kemenjuluran pearson (SK) dari masing-masing data yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.2).
   b. Melakukan transformasi pada masing-masing data dengan transformasi yang sesuai.
   c. Menghitung selang kepercayaan bagi μ dari data yang telah ditransformasi menggunakan persamaan (2.4), sehingga didapatkan batas bawah selang (A) dan batas atas selang (B)
   d. Nilai-nilai batas selang kepercayaan bagi μ diretransformasi. Didapatkan batas selang yang baru untuk batas bawah (Ar) dan batas atas (Br)
   e. Menghitung tingkat nyata baru (α') menggunakan persamaan :

$$\alpha' = p(X < Ar) + p(X > Br) \tag{3.1}$$

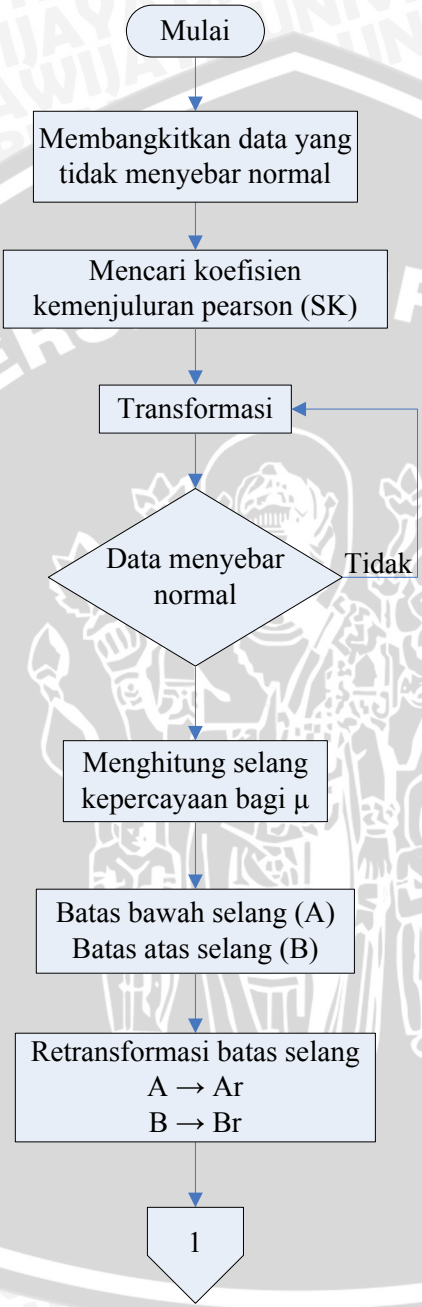
dimana peluangnya mengikuti sebaran *t-student*.

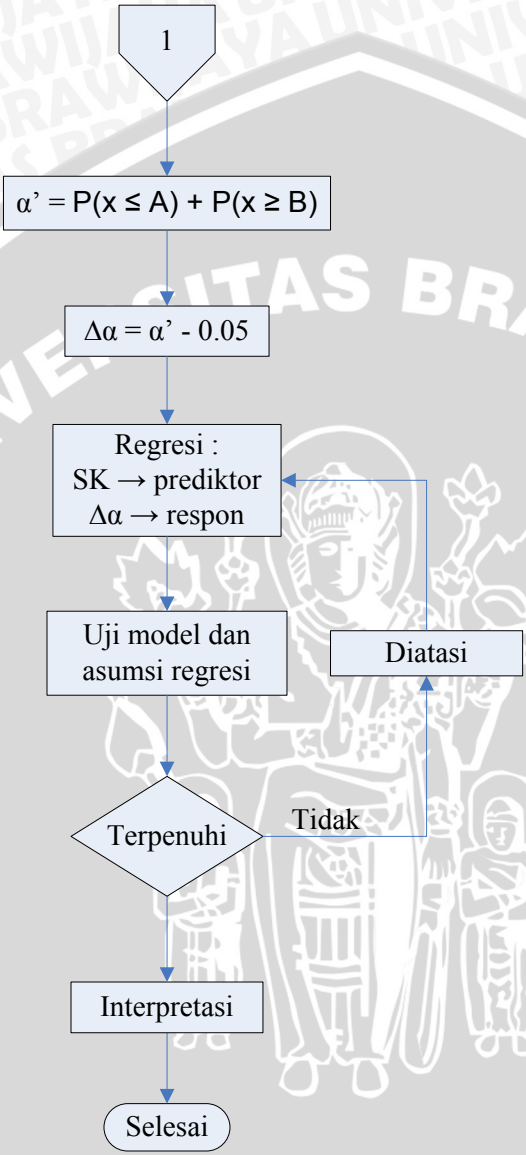
f. Menghitung besarnya perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) dengan mengurangkan tingkat nyata yang baru (α') terhadap tingkat nyata awal yang telah ditentukan (α).

g. Merangkum data koefisien kemenjuluran pearson (SK) dan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) dalam satu tabel yang selanjutnya akan digunakan sebagai data untuk analisis.

2. Melakukan analisis regresi dengan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) sebagai peubah respon dan kofisien kemenjuluran pearson (SK) sebagai peubah prediktor.
3. Melakukan uji model regresi dan uji asumsi regresi.
4. Interpretasi terhadap hasil analisis regresi.

Prosedur penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir sebagaimana Gambar 3.1


Mulai
Membangkitkan data yang tidak menyebar normal
Mencari koefisien kemenjuluran pearson (SK)
Transformasi
Data menyebar normal
Tidak
Menghitung selang kepercayaan bagi μ
Batas bawah selang (A)
Batas atas selang (B)
Retransformasi batas selang
A → Ar
B → Br
1



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Koefisien Kemenjuluran Pearson (SK)

Kofisien kemenjuluran pearson (SK) dihitung dengan persamaan (2.2). Dengan nilai tengah (0.096), *median* (0.074), dan simpangan baku (0.073) sebagaimana dapat dilihat pada Lampiran 5, nilai koefisien kemenjuluran pearson untuk data 1 (SK_1) didapatkan sebesar 0.899.

Untuk data lainnya, nilai koefisien kemenjuluran pearson (SK) dihitung dengan cara yang sama. Data koefisien kemenjuluran pearson (SK) beserta mean, median, dan simpangan baku untuk semua data dapat dilihat pada Lampiran 5.

Nilai koefisien kemenjuluran pearson (SK) paling kecil yang diperoleh adalah 0.132 yaitu pada data ke-15 dengan parameter $(\alpha, \beta) = (5,13)$ dan nilai yang paling besar adalah 1.066 yaitu pada data ke-7 dengan parameter $(\alpha, \beta) = (2,12)$.

4.1.2 Transformasi

Sebagaimana dapat dilihat pada Lampiran 1, data pertama merupakan data yang dinyatakan dalam pecahan desimal dengan rentang antara 0.002 – 0.257. Oleh karena itu digunakan transformasi arcsin $\left(\arcsin\left(\sqrt{X}\right)\right)$. Begitu pula pada data ke 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24 dan 25 juga merupaka data dalam pecahan desimal yang memiliki rentang besar, sehingga pada data-data tersebut digunakan transformasi yang sama.

Berbeda dengan data sebelumnya, walaupun data ke 6, 11 dan 21 juga data pecahan desimal, tetapi rentangnya hanya 0 – 0.20. Menurut Steel & Torrie (1989), data pecahan desimal dengan rentang $0 - 0.20$ dapat ditransformasi menggunakan transformasi akar $\left(\sqrt{X}\right)$. Oleh karena itu, ketiga data tersebut ditransformasi menggunakan transformasi akar. Jika diperhatikan pada Lampiran 5, ketiga data tersebut memiliki nilai tengah yang kecil dan hampir sama yaitu ± 0.05 dengan simpangan baku ± 0.03. Keseluruhan data hasil transformasi dapat dilihat pada Lampiran 2.

Uji normalitas hasil transformasi data dapat dilihat pada Lampiran 4. Terlihat bahwa untuk keseluruhan data tertransformasi, $p-value$ yang diperoleh lebih besar dari 0.05 (*p-value* > 0.05). Ini berarti dengan keyakinan sebesar 95% dapat disimpulkan bahwa hasil tranformasi semua data sudah menyebar normal.

4.1.3 Selang Kepercayaan bagi μ

Karena ragam tidak diketahui, maka selang kepercayaan dihitung berdasarkan persamaan (2.7). Tingkat nyata yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.05, sehingga nilai t_{tabel} yang digunakan adalah $t_{0.025}^{28}$ yaitu sebesar 2.048 dengan n sebesar 29.

Pada transformasi data 1, diperoleh batas bawah selang (A_1) adalah 0.245 dan batas atasnya (B_1) adalah 0.340. Untuk batas selang keseluruhan data tertransformasi dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.1.4 Retransformasi Batas Selang

Retransformasi yang digunakan pada masing-masing data adalah kebalikan dari transformasi data tersebut. Pada data yang ditransformasi menggunakan transformasi arcsin $\left(\arcsin\left(\sqrt{X}\right)\right)$, maka retransformasi yang digunakan adalah $\sin^2 X$. Pada data yang ditransformasi menggunakan transformasi akar, maka retransformasi adalah X^2.

Karena pada data pertama transformasi yang digunakan adalah transformasi arcsin, maka retransformasi batas selang yang digunakan adalah $\sin^2 X$. Sehingga diperoleh nilai untuk retransformasi batas bawah (A_{r1}) adalah sebesar 0.059 dan retransformasi batas atas (B_{r1}) adalah sebesar 0.111.

Prosedur diatas juga dilakukan pada data lainnya, Sehingga diperoleh keseluruhan retransformasi batas bawah dan batas atas sebagaimana dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.1.5 Perubahan Tingkat Nyata

Besarnya tingkat nyata yang baru dihitung menggunakan persamaan (3.1). Penghitungan besarnya tingkat nyata yang baru pada data pertama adalah sebagai berikut :

$$\alpha'_1 = P(x < A_{r1}) + P(x > B_{r1})$$
$$\alpha'_1 = P(x < 0.059) + P(x > 0.111)$$
$$\alpha'_1 = 0.523 + 0.456 = 0.979$$

Karena tingkat nyata yang digunakan adalah 5% atau 0.05, maka perubahan nilai tingkat nyata adalah :

$$\Delta\alpha_1 = \alpha'_1 - \alpha = 0.979 - 0.05 = 0.929$$

Prosedur tersebut dilakukan terhadap masing-masing data, sehingga akan didapatkan 25 perubahan nilai tingkat nyata. Hasil perhitungan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) untuk seluruh data dapat dilihat pada Lampiran 5.

Data koefisien kemenjuluran pearson (SK) dan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) dirangkum sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data SK dan Perubahan Tingkat Nyata ($\Delta\alpha$)

Data ke-	Parameter		SK	Perubahan Tingkat Nyata ($\Delta\alpha$)
	α	β		
1	1	11	0.899	0.929
2	2	11	0.459	0.928
3	3	11	0.932	0.913
4	4	11	0.685	0.919
5	5	11	0.529	0.917
6	1	12	0.617	0.919
7	2	12	1.066	0.928
8	3	12	0.784	0.923
9	4	12	0.765	0.926
10	5	12	0.602	0.919
11	1	13	1.044	0.939
12	2	13	0.697	0.922
13	3	13	0.546	0.927
14	4	13	0.593	0.919
15	5	13	0.132	0.920
16	1	14	0.867	0.935
17	2	14	0.683	0.934
18	3	14	0.532	0.924
19	4	14	0.647	0.920
20	5	14	0.771	0.927
21	1	15	0.720	0.940
22	2	15	0.915	0.933
23	3	15	0.453	0.925
24	4	15	0.329	0.920
25	5	15	0.502	0.918

Perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) yang dihasilkan sangatlah besar yaitu berkisar antara $0.913 - 0.940$ atau melebihi 90%. Bahkan pada data dengan SK = 0.132 diperoleh perubahan tingkat nyatanya sebesar 0.920. Oleh karena itu, terhadap data yang sudah menyebar normal disarankan untuk tidak melakukan transformasi yang akan berakibat pada perubahan tingkat nyata yang sesungguhnya. Sedangkan pada data yang tidak menyebar normal, transformasi menjadi sangat penting.

4.2 Analisis Regresi Linier Sederhana

4.2.1 Analisis dan Uji Koefisien

Hasil analisis regresi sebagaimana pada Lampiran 7 diperoleh hasil :

$$\Delta\alpha = 0.915 + 0.0145 \text{ SK}$$

Hasil uji koefisien regresi pada Lampiran 7 menunjukkan $p - value$ untuk b_0 < 0.05. Ini berarti bahwa dengan keyakinan 95% dapat disimpulkan bahwa b_0 signifikan.

Selanjutnya, hasil uji koefisien b_1 juga didapatkan $p - value < 0.025$. Oleh karenanya dapat disimpulkan jika b_1 juga signifikan.

4.2.2 Uji Asumsi

Hasil uji asumsi kenormalan sisaan pada Lampiran 8 menunjukkan besarnya *p-value* > 0.05. Hal ini berarti bahwa dengan keyakinan sebesar 95% disimpulkan bahwa sisaan menyebar normal.

Pada uji asumsi kehomogenan sisaan digunakan diagram plot antara sisaan terbakukan dengan SK (Garson, 2009). Dapat dilihat bahwa garis diagram plot sisaan terbakukan berada pada y = 0, sehingga dapat disimpulkan bahwa ragam sisaan homogen.

Untuk uji asumsi autokorelasi dapat dilihat dari nilai hitung *Durbin-Watson* pada Lampiran 7. Nilai hitung *Durbin-Watson* yang diperoleh sebesar 1.640. Dengan n = 29 dan taraf nyata 5%, nilai dl dan du untuk k = 1 berturut-turut adalah 1.341 dan 1.483. Dengan nilai tersebut, diperoleh besar 4-dl = 2.659, dan 4-du = 2.517. Ini berarti nilai hitung *Durbin-Watson* berada pada du ≤ d ≤ 4-du sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.2, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada autokorelasi.

Tabel 4.2 Nilai Hitung dan Nilai Tabel *Durbin-Watson*

dl	du	d	4-du	4-dl
1.341	1.483	1.640	2.517	2.659

Semua asumsi dalam regresi linier sederhana terpenuhi, sehingga dapat dikatakan bahwa model regresinya sudah tepat.

4.2.3 Interpretasi

Dari analisis regresi dapat disimpulkan bahwa hasil transformasi pada data dengan SK = 0 akan menyebabkan perubahan tingkat nyata ($\Delta\alpha$) sebesar 0.915. Padahal jika data memiliki nilai SK = 0, berarti data tersebut setangkup sempurna. Artinya pada data yang setangkup sempurna saja akan diperoleh perubahan tingkat nyata yang sangat besar (lebih dari 90%), apalagi jika data menyebar normal tetapi tidak setangkup sempurna. Sehingga pada data yang sudah menyebar normal, tidak diperlukan transformasi. Sebab dengan transformasi justru akan menyebabkan kesalahannya semakin besar.

Hasil analisis regresi menghasilkan *slope* sebesar 0.0145 yang berarti bahwa setiap kenaikan 1 nilai SK akan menyebabkan perubahan tingkat nyatanya semakin besar. Dapat disimpulkan juga bahwa pada data yang tidak menyebar normal, transformasi diperlukan. Sebab perubahannya signifikan.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan :

1. Ketidaknormalan sebaran berpengaruh positif terhadap perubahan tingkat nyata. Artinya bahwa semakin tidak normal suatu sebaran, maka perubahan tingkat nyatanya akan semakin besar pula.
2. Pada data yang dibangkitkan dari sebaran beta, dengan nilai koefisien kemenjuluran pearson (SK) sebesar 0 (nol), transformasi akan menyebabkan perubahan tingkat nyata sebesar 0.915, sedangkan setiap kenaikan 1 (satu) nilai koefisien kemenjuluran pearson (SK) akan menyebabkan tingkat nyata naik sebesar 0.0145
3. Pada data yang menyebar normal, transformasi justru akan menyebabkan tingkat nyata menjadi semakin besar, sedangkan pada data yang tidak menyebar normal, transformasi sangat diperlukan, karena dapat diketahui tingkat nyata yang sesungguhnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan agar pada data yang menyebar normal, tidak perlu dilakukan transformasi. Sedangkan pada data yang tidak menyebar normal disarankan untuk melakukan transformasi.

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan ukuran ketidaknormalan yang lain atau dengan data yang dibangkitkan menggunakan sebaran lainnya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Davis, R.E. 2008. **Teaching Project Simulation in Excel Using PERT**-Beta **Distributions**. San Jose California.

Dixon, W. J. dan F. J. Massey Jr. 1991. **Pengantar Analisis Statistik**. Terjemahan Sri Kustamtini Samiyono. Gadjah Mada University Press. Bandung.

Draper, N. R. dan H. Smith. 1992. **Analisis Regresi Terapan**. Edisi Kedua. Terjemahan Bambang Sumantri. PT. Gramedia. Jakarta.

Garson, G. D. 2009. **Multiple Regression**. http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/pa765/regress.htm, 24 Juni 2009

Gujarati, D. 2003. **Ekonometrika Dasar**. Terjemahan Sumarno Zain. Erlangga. Jakarta

Hanafiah, K. A. 1991. **Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi**. CV Rajawali. Jakarta

Indriani, D. 2009. **Regresi Linier Sederhana**. http:// www.fkm.unair.ac.id/files/matku/IKME2115/Regresi%20Linier%20Sederhana.pdf. 27 Juni 2009.

Mendenhall, W., Richard L. S., Dennis D. W. 1981. **Mathematical Statistics with Application**. Second Edition. Duxbury Press. Boston, Massachusetts.

Montgomery, D. C. 2001. **Design and Analysis of Experiments**. Fifth Edition. John Wiley and Sons Inc. Singapore

Sembiring, R. K. 1995. **Analisis Regresi**. ITB Press. Bandung

Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1989. **Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik**. Terjemahan Bambang Sumantri. PT. Gramedia. Jakarta.

Supranto, J. 1989. **Statistik Teori dan Aplikasi**. Edisi ke-5. Jilid 2. Erlangga. Jakarta.`

Walpole, R. E. 1995. **Pengantar Statistika**. Edisi ke-3. Terjemahan Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Lampiran 1

Data Bangkitan dengan Software MINITAB versi 14

n	Data ke-																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.221	0.106	0.114	0.396	0.211	0.092	0.482	0.283	0.135	0.223	0.035	0.055	0.154	0.108	0.222	0.024	0.070	0.061	0.224	0.223	0.068	0.126	0.125	0.150	0.183
2	0.061	0.115	0.099	0.295	0.331	0.074	0.180	0.109	0.117	0.288	0.037	0.399	0.122	0.323	0.246	0.015	0.104	0.370	0.154	0.409	0.014	0.128	0.346	0.223	0.205
3	0.089	0.168	0.142	0.231	0.401	0.067	0.143	0.136	0.180	0.095	0.012	0.046	0.294	0.075	0.181	0.096	0.083	0.144	0.352	0.271	0.027	0.069	0.142	0.141	0.217
4	0.079	0.139	0.050	0.176	0.432	0.083	0.028	0.436	0.166	0.335	0.040	0.046	0.208	0.374	0.261	0.035	0.016	0.153	0.254	0.223	0.044	0.075	0.423	0.115	0.474
5	0.079	0.023	0.307	0.121	0.405	0.038	0.061	0.082	0.193	0.323	0.026	0.191	0.117	0.153	0.181	0.086	0.068	0.363	0.145	0.173	0.019	0.037	0.123	0.282	0.095
6	0.100	0.159	0.176	0.225	0.407	0.100	0.146	0.190	0.149	0.342	0.016	0.137	0.087	0.126	0.441	0.011	0.168	0.287	0.208	0.207	0.056	0.024	0.077	0.110	0.237
7	0.092	0.317	0.148	0.170	0.234	0.053	0.177	0.246	0.082	0.180	0.007	0.308	0.187	0.222	0.407	0.069	0.033	0.083	0.174	0.187	0.040	0.084	0.159	0.168	0.390
8	0.038	0.087	0.100	0.095	0.203	0.000	0.083	0.216	0.192	0.249	0.018	0.120	0.089	0.319	0.139	0.048	0.052	0.152	0.180	0.218	0.004	0.088	0.228	0.123	0.158
9	0.055	0.033	0.169	0.269	0.303	0.110	0.117	0.145	0.071	0.215	0.068	0.031	0.188	0.209	0.181	0.185	0.222	0.153	0.081	0.175	0.050	0.133	0.153	0.235	0.204
10	0.200	0.072	0.038	0.228	0.190	0.004	0.354	0.195	0.332	0.198	0.009	0.118	0.129	0.167	0.314	0.082	0.102	0.141	0.159	0.133	0.120	0.254	0.118	0.421	0.281
11	0.065	0.293	0.300	0.210	0.173	0.006	0.088	0.191	0.210	0.088	0.060	0.122	0.150	0.277	0.422	0.125	0.055	0.101	0.170	0.165	0.095	0.072	0.135	0.413	0.404
12	0.015	0.036	0.457	0.422	0.546	0.105	0.161	0.086	0.235	0.193	0.066	0.131	0.126	0.330	0.272	0.014	0.247	0.178	0.346	0.387	0.039	0.034	0.174	0.120	0.286
13	0.042	0.175	0.122	0.365	0.319	0.114	0.028	0.186	0.179	0.213	0.129	0.088	0.211	0.375	0.172	0.029	0.057	0.135	0.138	0.280	0.104	0.114	0.173	0.066	0.290
14	0.062	0.096	0.295	0.410	0.405	0.007	0.122	0.057	0.156	0.640	0.015	0.069	0.149	0.158	0.219	0.015	0.113	0.158	0.202	0.262	0.019	0.149	0.155	0.542	0.411
15	0.171	0.066	0.119	0.404	0.229	0.039	0.150	0.128	0.183	0.286	0.024	0.185	0.115	0.238	0.277	0.057	0.034	0.223	0.451	0.391	0.121	0.204	0.412	0.080	0.459
16	0.074	0.120	0.410	0.358	0.119	0.015	0.113	0.034	0.176	0.286	0.037	0.055	0.116	0.167	0.262	0.102	0.084	0.112	0.337	0.187	0.062	0.151	0.166	0.214	0.480
17	0.024	0.079	0.283	0.185	0.143	0.005	0.172	0.357	0.149	0.312	0.126	0.175	0.087	0.441	0.401	0.000	0.146	0.023	0.292	0.200	0.017	0.072	0.197	0.109	0.219
18	0.042	0.128	0.115	0.439	0.178	0.004	0.067	0.124	0.211	0.253	0.057	0.069	0.319	0.174	0.169	0.038	0.040	0.316	0.375	0.131	0.140	0.090	0.175	0.231	0.155
19	0.009	0.173	0.276	0.087	0.264	0.042	0.135	0.362	0.188	0.264	0.101	0.301	0.179	0.097	0.412	0.078	0.115	0.097	0.380	0.126	0.083	0.058	0.141	0.192	0.135
20	0.254	0.179	0.099	0.222	0.166	0.035	0.207	0.101	0.254	0.322	0.072	0.345	0.113	0.171	0.080	0.045	0.040	0.124	0.071	0.336	0.052	0.062	0.055	0.240	0.240
21	0.122	0.024	0.097	0.239	0.182	0.045	0.118	0.142	0.296	0.184	0.087	0.202	0.349	0.444	0.149	0.050	0.063	0.197	0.263	0.334	0.004	0.135	0.085	0.128	0.264
22	0.002	0.024	0.169	0.169	0.455	0.033	0.206	0.155	0.170	0.193	0.031	0.241	0.042	0.161	0.406	0.093	0.095	0.124	0.163	0.217	0.048	0.190	0.222	0.192	0.325
23	0.257	0.131	0.048	0.148	0.366	0.010	0.111	0.100	0.278	0.144	0.110	0.078	0.206	0.233	0.267	0.022	0.065	0.057	0.204	0.328	0.045	0.088	0.217	0.335	0.234
24	0.074	0.077	0.279	0.287	0.371	0.037	0.233	0.259	0.119	0.158	0.020	0.217	0.083	0.141	0.091	0.055	0.161	0.098	0.204	0.191	0.002	0.025	0.170	0.272	0.178
25	0.177	0.298	0.169	0.445	0.435	0.114	0.028	0.073	0.482	0.120	0.041	0.160	0.366	0.212	0.255	0.229	0.066	0.168	0.116	0.159	0.038	0.073	0.060	0.180	0.110
26	0.064	0.036	0.514	0.159	0.284	0.006	0.303	0.186	0.156	0.179	0.137	0.064	0.219	0.283	0.223	0.128	0.176	0.327	0.182	0.113	0.041	0.185	0.228	0.204	0.102
27	0.131	0.080	0.437	0.147	0.440	0.011	0.055	0.190	0.326	0.238	0.051	0.039	0.182	0.102	0.188	0.023	0.163	0.090	0.458	0.172	0.034	0.071	0.215	0.252	0.188
28	0.164	0.120	0.282	0.140	0.172	0.077	0.296	0.110	0.147	0.445	0.049	0.206	0.079	0.436	0.428	0.115	0.094	0.231	0.085	0.185	0.026	0.226	0.264	0.250	0.248
29	0.020	0.068	0.244	0.214	0.209	0.042	0.092	0.070	0.313	0.226	0.098	0.021	0.081	0.163	0.271	0.040	0.049	0.220	0.170	0.230	0.025	0.062	0.089	0.202	0.164

Lampiran 2

Transformasi Data Bangkitan

n	Transformasi data ke-																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.489	0.331	0.345	0.681	0.478	0.303	0.768	0.561	0.376	0.492	0.188	0.236	0.404	0.335	0.491	0.155	0.269	0.249	0.493	0.491	0.262	0.363	0.361	0.398	0.442
2	0.249	0.346	0.320	0.574	0.613	0.272	0.438	0.337	0.349	0.566	0.191	0.683	0.356	0.604	0.518	0.122	0.329	0.654	0.403	0.693	0.118	0.365	0.629	0.491	0.470
3	0.303	0.423	0.386	0.501	0.686	0.259	0.388	0.377	0.438	0.314	0.111	0.217	0.573	0.277	0.439	0.315	0.291	0.389	0.635	0.548	0.164	0.266	0.386	0.385	0.484
4	0.285	0.381	0.226	0.433	0.717	0.289	0.167	0.721	0.420	0.618	0.200	0.217	0.474	0.658	0.536	0.188	0.128	0.401	0.529	0.492	0.210	0.277	0.708	0.346	0.760
5	0.285	0.151	0.587	0.355	0.690	0.195	0.251	0.290	0.454	0.605	0.160	0.452	0.349	0.402	0.440	0.297	0.264	0.647	0.390	0.429	0.137	0.192	0.358	0.559	0.313
6	0.322	0.411	0.433	0.494	0.692	0.317	0.393	0.451	0.397	0.625	0.128	0.379	0.299	0.363	0.726	0.105	0.423	0.565	0.474	0.472	0.237	0.155	0.281	0.337	0.509
7	0.308	0.598	0.395	0.425	0.505	0.230	0.434	0.520	0.290	0.438	0.083	0.589	0.447	0.490	0.692	0.266	0.182	0.292	0.431	0.447	0.201	0.294	0.411	0.422	0.674
8	0.196	0.299	0.322	0.313	0.467	0.017	0.292	0.483	0.454	0.523	0.136	0.353	0.303	0.600	0.383	0.222	0.229	0.401	0.438	0.486	0.062	0.301	0.498	0.359	0.409
9	0.237	0.183	0.423	0.545	0.583	0.332	0.349	0.391	0.270	0.483	0.260	0.178	0.449	0.474	0.440	0.445	0.490	0.402	0.289	0.431	0.223	0.373	0.402	0.506	0.469
10	0.464	0.272	0.195	0.498	0.451	0.059	0.637	0.458	0.614	0.461	0.096	0.351	0.367	0.421	0.595	0.290	0.325	0.385	0.410	0.373	0.347	0.528	0.351	0.706	0.559
11	0.258	0.572	0.580	0.476	0.428	0.076	0.301	0.452	0.476	0.301	0.245	0.357	0.398	0.554	0.707	0.361	0.237	0.324	0.425	0.419	0.308	0.271	0.376	0.698	0.689
12	0.123	0.192	0.742	0.707	0.832	0.324	0.413	0.298	0.507	0.455	0.257	0.370	0.364	0.612	0.548	0.118	0.520	0.436	0.629	0.671	0.197	0.184	0.430	0.354	0.565
13	0.207	0.432	0.357	0.649	0.600	0.338	0.169	0.446	0.437	0.479	0.360	0.302	0.477	0.659	0.428	0.170	0.240	0.376	0.380	0.558	0.323	0.345	0.429	0.259	0.569
14	0.251	0.314	0.574	0.694	0.690	0.082	0.356	0.242	0.406	0.927	0.124	0.266	0.396	0.409	0.487	0.124	0.343	0.409	0.467	0.538	0.137	0.396	0.405	0.828	0.696
15	0.427	0.260	0.353	0.689	0.499	0.198	0.398	0.366	0.442	0.564	0.155	0.444	0.347	0.510	0.555	0.240	0.185	0.492	0.736	0.675	0.348	0.469	0.697	0.287	0.745
16	0.275	0.353	0.695	0.642	0.352	0.122	0.343	0.185	0.433	0.565	0.192	0.236	0.348	0.421	0.537	0.325	0.294	0.341	0.619	0.447	0.248	0.400	0.420	0.481	0.766
17	0.155	0.284	0.561	0.444	0.387	0.068	0.428	0.640	0.397	0.593	0.355	0.431	0.300	0.726	0.686	0.014	0.391	0.152	0.571	0.463	0.132	0.272	0.460	0.336	0.487
18	0.206	0.365	0.346	0.724	0.436	0.061	0.262	0.360	0.477	0.527	0.239	0.265	0.601	0.430	0.423	0.196	0.201	0.597	0.659	0.371	0.374	0.305	0.432	0.502	0.405
19	0.093	0.429	0.553	0.300	0.540	0.205	0.377	0.646	0.449	0.539	0.318	0.581	0.436	0.317	0.697	0.283	0.346	0.318	0.664	0.363	0.289	0.244	0.385	0.454	0.376
20	0.528	0.437	0.320	0.491	0.420	0.186	0.472	0.323	0.528	0.603	0.268	0.628	0.342	0.426	0.287	0.215	0.202	0.360	0.270	0.618	0.229	0.252	0.236	0.511	0.512
21	0.357	0.154	0.317	0.511	0.440	0.213	0.351	0.387	0.576	0.443	0.294	0.466	0.632	0.730	0.396	0.226	0.253	0.459	0.538	0.616	0.060	0.376	0.295	0.366	0.539
22	0.040	0.155	0.423	0.423	0.740	0.181	0.471	0.405	0.425	0.455	0.176	0.514	0.206	0.412	0.691	0.309	0.314	0.359	0.416	0.484	0.218	0.451	0.490	0.453	0.606
23	0.532	0.370	0.221	0.395	0.649	0.101	0.339	0.321	0.556	0.390	0.332	0.283	0.471	0.504	0.543	0.147	0.257	0.241	0.468	0.609	0.212	0.300	0.485	0.618	0.505
24	0.276	0.281	0.557	0.565	0.654	0.194	0.504	0.534	0.351	0.409	0.141	0.485	0.293	0.384	0.307	0.237	0.413	0.318	0.468	0.452	0.045	0.158	0.425	0.549	0.436
25	0.435	0.577	0.423	0.730	0.720	0.337	0.167	0.273	0.768	0.354	0.203	0.412	0.649	0.478	0.530	0.499	0.260	0.422	0.348	0.410	0.195	0.274	0.247	0.439	0.338
26	0.256	0.190	0.800	0.410	0.562	0.075	0.583	0.445	0.406	0.437	0.371	0.256	0.487	0.561	0.492	0.366	0.432	0.609	0.440	0.343	0.202	0.445	0.498	0.469	0.325
27	0.371	0.287	0.722	0.393	0.725	0.107	0.236	0.451	0.608	0.510	0.226	0.198	0.440	0.324	0.448	0.151	0.415	0.306	0.743	0.427	0.183	0.270	0.482	0.525	0.449
28	0.417	0.353	0.559	0.384	0.427	0.277	0.576	0.338	0.393	0.731	0.222	0.471	0.285	0.721	0.713	0.346	0.312	0.502	0.296	0.445	0.161	0.495	0.539	0.523	0.522
29	0.141	0.265	0.517	0.481	0.475	0.206	0.309	0.268	0.594	0.495	0.312	0.144	0.289	0.416	0.547	0.202	0.224	0.488	0.425	0.500	0.159	0.253	0.302	0.466	0.417

Lampiran 3

Uji Kenormalan Data

Data ke-	Parameter		A^2_{hitung}	A^2_{kritis}	***p-value***	α	**Keputusan**
	α	β					
1	1	11	1.010	0.752	0.010	0.050	tolak H_0
2	2	11	0.960	0.752	0.012	0.050	tolak H_0
3	3	11	0.940	0.752	0.014	0.050	tolak H_0
4	4	11	0.850	0.752	0.025	0.050	tolak H_0
5	5	11	0.770	0.752	0.041	0.050	tolak H_0
6	1	12	0.970	0.752	0.013	0.050	tolak H_0
7	2	12	0.920	0.752	0.017	0.050	tolak H_0
8	3	12	0.810	0.752	0.032	0.050	tolak H_0
9	4	12	1.000	0.752	0.011	0.050	tolak H_0
10	5	12	0.800	0.752	0.034	0.050	tolak H_0
11	1	13	0.870	0.752	0.023	0.050	tolak H_0
12	2	13	0.790	0.752	0.036	0.050	tolak H_0
13	3	13	0.990	0.752	0.011	0.050	tolak H_0
14	4	13	0.830	0.752	0.028	0.050	tolak H_0
15	5	13	0.810	0.752	0.031	0.050	tolak H_0
16	1	14	0.930	0.752	0.015	0.050	tolak H_0
17	2	14	0.930	0.752	0.016	0.050	tolak H_0
18	3	14	0.850	0.752	0.025	0.050	tolak H_0
19	4	14	0.870	0.752	0.022	0.050	tolak H_0
20	5	14	0.970	0.752	0.013	0.050	tolak H_0
21	1	15	0.950	0.752	0.014	0.050	tolak H_0
22	2	15	0.820	0.752	0.030	0.050	tolak H_0
23	3	15	1.030	0.752	0.009	0.050	tolak H_0
24	4	15	0.870	0.752	0.022	0.050	tolak H_0
25	5	15	0.760	0.752	0.042	0.050	tolak H_0

Lampiran 4

Uji Kenormalan pada Data Tertransformasi

Data ke-	Parameter		A^2_{hitung}	A^2_{kritis}	*p-value*	α	Keputusan
	α	β					
1	1	11	0.290	0.752	0.582	0.050	terima H_0
2	2	11	0.410	0.752	0.325	0.050	terima H_0
3	3	11	0.560	0.752	0.131	0.050	terima H_0
4	4	11	0.590	0.752	0.144	0.050	terima H_0
5	5	11	0.680	0.752	0.067	0.050	terima H_0
6	1	12	0.640	0.752	0.085	0.050	terima H_0
7	2	12	0.350	0.752	0.449	0.050	terima H_0
8	3	12	0.350	0.752	0.443	0.050	terima H_0
9	4	12	0.660	0.752	0.077	0.050	terima H_0
10	5	12	0.530	0.752	0.160	0.050	terima H_0
11	1	13	0.290	0.752	0.600	0.050	terima H_0
12	2	13	0.350	0.752	0.437	0.050	terima H_0
13	3	13	0.560	0.752	0.132	0.050	terima H_0
14	4	13	0.550	0.752	0.144	0.050	terima H_0
15	5	13	0.600	0.752	0.106	0.050	terima H_0
16	1	14	0.200	0.752	0.868	0.050	terima H_0
17	2	14	0.390	0.752	0.357	0.050	terima H_0
18	3	14	0.400	0.752	0.333	0.050	terima H_0
19	4	14	0.560	0.752	0.136	0.050	terima H_0
20	5	14	0.700	0.752	0.062	0.050	terima H_0
21	1	15	0.270	0.752	0.664	0.050	terima H_0
22	2	15	0.420	0.752	0.309	0.050	terima H_0
23	3	15	0.580	0.752	0.122	0.050	terima H_0
24	4	15	0.490	0.752	0.208	0.050	terima H_0
25	5	15	0.470	0.752	0.227	0.050	terima H_0

Lampiran 53

Statistika Deskriptif, SK, Batas Selang Data Tertransformasi, Retransformasi Batas Selang, α', dan Perubahan Tingkat Nyata ($\Delta\alpha$)

Data ke	Parameter		Statistika deskriptif data			SK	batas selang data tertransformasi		Retransformasi batas selang		α'	$\Delta\alpha$
	α	β	Mean	Median	Std dev		A	B	Ar	Br		
1	1	11	0.096	0.074	0.073	0.899	0.245	0.340	0.059	0.111	0.979	0.929
2	2	11	0.118	0.106	0.080	0.459	0.288	0.379	0.081	0.137	0.978	0.928
3	3	11	0.209	0.169	0.130	0.932	0.397	0.517	0.149	0.244	0.963	0.913
4	4	11	0.250	0.225	0.110	0.685	0.467	0.563	0.203	0.284	0.969	0.919
5	5	11	0.154	0.135	0.103	0.529	0.519	0.616	0.246	0.334	0.967	0.917
6	1	12	0.047	0.039	0.039	0.617	0.333	0.437	0.111	0.191	0.969	0.919
7	2	12	0.120	0.092	0.080	1.066	0.293	0.382	0.084	0.139	0.978	0.928
8	3	12	0.171	0.145	0.097	0.784	0.366	0.460	0.128	0.197	0.973	0.923
9	4	12	0.202	0.180	0.087	0.765	0.419	0.497	0.166	0.228	0.976	0.926
10	5	12	0.248	0.226	0.110	0.602	0.467	0.561	0.203	0.283	0.969	0.919
11	1	13	0.055	0.041	0.039	1.044	0.188	0.250	0.035	0.062	0.989	0.939
12	2	13	0.145	0.122	0.101	0.697	0.318	0.425	0.097	0.170	0.972	0.922
13	3	13	0.164	0.149	0.083	0.546	0.365	0.447	0.128	0.187	0.977	0.927
14	4	13	0.230	0.209	0.109	0.593	0.442	0.539	0.183	0.263	0.969	0.919
15	5	13	0.260	0.255	0.105	0.132	0.481	0.573	0.214	0.294	0.970	0.920
16	1	14	0.066	0.050	0.053	0.867	0.199	0.279	0.039	0.076	0.985	0.935
17	2	14	0.096	0.083	0.058	0.683	0.266	0.338	0.069	0.110	0.984	0.934
18	3	14	0.169	0.152	0.091	0.532	0.364	0.456	0.127	0.194	0.974	0.924
19	4	14	0.225	0.202	0.107	0.647	0.437	0.532	0.179	0.258	0.970	0.920
20	5	14	0.228	0.207	0.083	0.771	0.456	0.528	0.194	0.254	0.977	0.927
21	1	15	0.050	0.041	0.037	0.720	0.174	0.238	0.030	0.057	0.990	0.940
22	2	15	0.106	0.088	0.061	0.915	0.283	0.356	0.078	0.122	0.983	0.933
23	3	15	0.180	0.166	0.091	0.453	0.385	0.471	0.141	0.206	0.975	0.925
24	4	15	0.213	0.202	0.108	0.329	0.422	0.518	0.168	0.245	0.970	0.920
25	5	15	0.253	0.234	0.112	0.502	0.471	0.566	0.206	0.288	0.968	0.918

Lampiran 54

Statistik Deskriptif dan SK Data Tertransformasi

Data ke	Parameter		Statistika deskriftif data		
	α	β	Mean	Median	Std dev
1	1.0	0.0	0.293	0.276	0.127
2	2.5	0.0	0.333	0.331	0.122
3	4.0	0.0	0.457	0.423	0.161
4	5.5	0.0	0.515	0.494	0.128
5	7.0	0.0	0.568	0.562	0.130
6	1.0	0.5	0.385	0.377	0.140
7	2.5	0.5	0.338	0.308	0.119
8	4.0	0.5	0.413	0.391	0.126
9	5.5	0.5	0.458	0.438	0.105
10	7.0	0.5	0.514	0.495	0.125
11	1.0	1.0	0.219	0.203	0.083
12	2.5	1.0	0.371	0.357	0.144
13	4.0	1.0	0.406	0.396	0.110
14	5.5	1.0	0.490	0.474	0.130
15	7.0	1.0	0.527	0.530	0.122
16	1.0	1.5	0.239	0.226	0.108
17	2.5	1.5	0.302	0.291	0.096
18	4.0	1.5	0.410	0.401	0.123
19	5.5	1.5	0.485	0.467	0.128
20	7.0	1.5	0.492	0.472	0.097
21	1.0	2.0	0.206	0.202	0.085
22	2.5	2.0	0.320	0.300	0.098
23	4.0	2.0	0.428	0.420	0.115
24	5.5	2.0	0.470	0.466	0.129
25	7.0	2.0	0.518	0.505	0.129

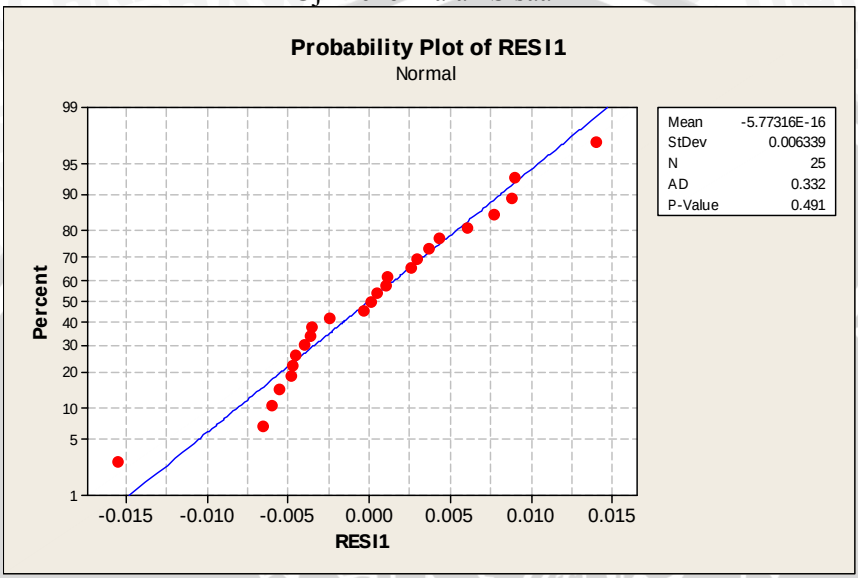
Lampiran 7

Regression Analysis: perubahan versus SK

```
The regression equation is
perubahan = 0.915 + 0.0145 SK


Predictor       Coef    SE Coef       T      P
Constant    0.915164   0.004257  214.99  0.000
SK          0.014549   0.006045    2.41  0.025


S = 0.00647501   R-Sq = 20.1%   R-Sq(adj) = 16.6%


Analysis of Variance

Source          DF        SS          MS     F      P
Regression       1  0.00024283  0.00024283  5.79  0.025
Residual Error  23  0.00096429  0.00004193
Total           24  0.00120712


Durbin-Watson statistic = 1.63970
```

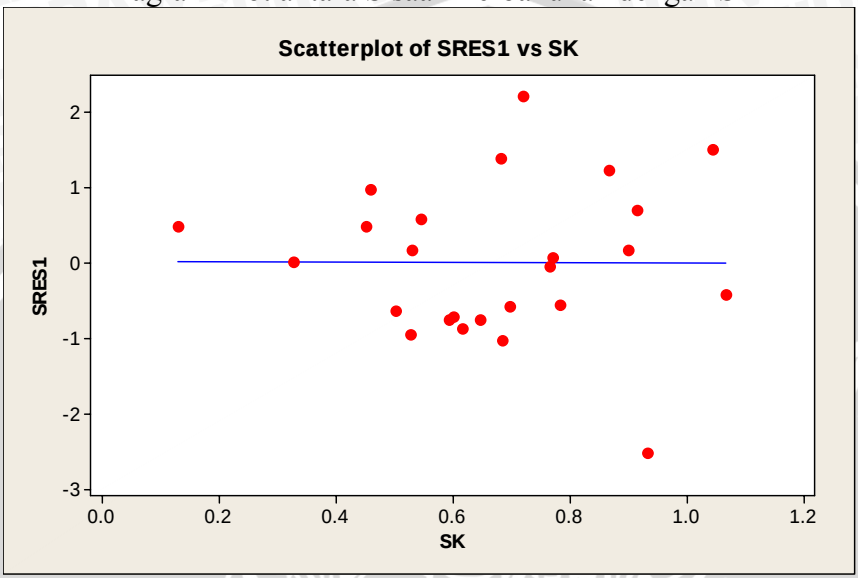
Lampiran 8

Uji Kenormalan Sisaan



Lampiran 9

Diagram Plot antara Sisaan Terbakukan dengan SK



UNIVERSITAS BRAWIJAYA