UJI *GOODNESS OF FIT* DISTRIBUSI WEIBULL TIGA PARAMETER DENGAN STATISTIK KORELASI TIPE SHAPIRO WILK

SKRIPSI

DINI WAHYU SAPUTRI

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2006

UJI *GOODNESS OF FIT* DISTRIBUSI WEIBULL TIGA PARAMETER DENGAN STATISTIK KORELASI TIPE SHAPIRO WILK

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Matematika
Pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga

Oleh :

DINI WAHYU SAPUTRI
NIM. 080212545

Tanggal Lulus : 1 Agustus 2006

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,	**Pembimbing II,**
Nur Chamidah, S.Si, M.Si	**Drs. Ardi Kurniawan, M.Si**
NIP. 132 205 653	**NIP. 132 230 977**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul	: **Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter Dengan Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk**
Penyusun	: **Dini Wahyu Saputri**
NIM	: **080212545**
Tanggal Ujian	: **1 Agustus 2006**

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,	**Pembimbing II,**
Nur Chamidah, S.Si, M.Si	**Drs. Ardi Kurniawan, M.Si**
NIP. 132 205 653	**NIP. 132 230 977**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika
FMIPA Universitas Airlangga

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS AIRLANGGA JURUSAN MATEMATIKA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Drs. Moh. Imam Utoyo, M.Si
NIP. 131 801 397

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak-Ibu pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan nasehat dan bimbingan serta rekan-rekan yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi segenap pembaca khususnya mahasiswa matematika FMIPA Universitas Airlangga.

Semoga apa yang kita lakukan senantiasa dirahmati dan diridhoi Allah SWT...Amiin.

Surabaya, Agustus 2006

Penulis

dNee thanKs tO :

Allah SWT yang telah memberiku jalan yang terbaik dan yang selalu setia menemaniku.

Mama makasih buat semua doanya, temen shopping, makasih buat perjuangannya selama ini n makasih buat semuanya. Papa makasih buat semuanya and adekQ perjuangan baru dimulai yang penting semangatnya untuk berusaha, jalanin dulu ae ya...

Nur Chamidah, S.Si, M.Si selaku pembimbing I dan Drs. Ardi Kurniawan, M.Si selaku pembimbing II yang dengan kesabaran dan ketulusannya memberikan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dan juga terima kasih uda dibantu waktu sidang skripsi.

Drs. Eko Tjahjono selaku penguji I dan Ir. Dyah Herawatie, M.Si selaku penguji II, terima kasih atas semua sarannya.

Nenik Estuningsih, S.Si, M.Si dosen wali saya, Toha Saifuddin, S.Si, M.Si yang sudah baik bantuin program dan informasi tentang materiku meskipun bukan anak bimbingannya, Bapak dan Ibu Dosen pengajar di FMIPA UNAIR khususnya jurusan matematika atas semua ilmu yang sudah diberikan.

"*Teddy Bear*Q" thanx ya atas semua kesabaran dan dukungan yang sudah diberikan ke aQ , semoga hari2 Qta tetep indah. Ibu makasih uda jadiin aku bagian dari keluarga, lunch or dinnernya and semuanya. Adek NoyQ yang buaek n manis thanx buat teh manisnya (kapan jalan2 barengnya yuuk dek) n makasih juga buat Bapak.

Bapak dan Ibuku yang ada di surga (eyang2Q yang selalu sayank aQ).

Bapak angkatku makasih buat semua doanya dan sholat malamnya ya...

Temen-temenku angkatan 2002 : Dephie ("pasangan"Q nyang oneng (masa ga bisa bedain bebek n ayam)), gerombolan si berat (Icha cepet kerjakan skripsinya, semangat yo!!, temen seperjuanganku ampok Yanto yang selalu "copy paste", Abram (jangan lupa sit up!!), Linda n Putri sodara kembarku (tanggal lahirnya sama looo!!!), Cinong, Leli (gemukin badan ya), Adjo, SuAslam, Kuro Wawan, Teamlo (Aci, Iim, Nining, n Dian), Mamad (ayo mad semangat), Irka, Dewi, Rini, Ita, St.Kom, Idham, Fauzi, Diah, Happy, Fatus, Indra, Brian, Leny, Siska, nikmah n semua temen-temen seperjuangan yang belum aku sebutin....maap yaa!!!

Angkatan 2001 nyang suka nongol diRG (mbak Leli makasih buat semangatnya ya, aQ jadi termotivasii nih!!, mbak Nita semangat mbak kamu pasti bisa, mbak Rnee tetap semangat, mbak Ira,mas Haryoko, mas Es, mas Agus n mbak Herlina '99).

Tazmania (Nasa, Ifeb, n Fafa) temen2 setiaku di SMUMDA, kapan ya Tazmania keluar bareng lagi, kayak dulu kan seruuu banget!!

Mas milan, mas Edi, n mas Udin thanx ya da bantuin2 masalah administrasiku n atas semuua kebaikannya

Adek-adek angkatan 2003, 2004, dan 2005 tetep semangat!!!!

Dan juga pihak-pihak yang sudah mendukung atas terselesaikannya skripsi ini

THANX YA..!!!!

Dini Wahyu Saputri, 2006. Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter Dengan Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk. Skripsi ini dibawah bimbingan Nur Chamidah, S.Si, M.Si dan Drs. Ardi Kurniawan, M.Si. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan untuk melakukan uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk, menentukan nilai kritis, dan *P-value* statistik korelasi tipe Shapiro Wilk. Dalam pengambilan keputusan ini didasarkan pada 2 nilai yaitu nilai kritis dan *P-value*.

Dalam penentuan nilai kritis dan *P-value* dilakukan dengan metode simulasi sebanyak 1000 ulangan. Simulasi dimulai dengan membangkitkan data yang berdistribusi Uniform (0,1) kemudian ditransformasikan ke order statistik distribusi Weibull tiga parameter dengan metode transformasi invers. Data yang dihasilkan akan dicari nilai estimasi parameter bentuk dengan Metode *Maximum Likelihood*, kemudian dapat diperoleh nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2) sebanyak 1000. Dari nilai R_w^2 yang terurut tersebut dapat ditentukan persentilnya sebagai nilai kritis. Dan *P-value* didapatkan dengan menentukan persentil nilai kritis terkecil (α terkecil) yang menolak H_0.

Berdasarkan hasil uji *goodness of fit* pada data *Ball Bearings* dan data *Main Wheel* pada pesawat Fokker -100 diperoleh kesimpulan bahwa data *Ball Bearings* berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.594 (R_w^2 = 0.9804157, nilai kritis = 0.8987562, dan *P-value* = 0.844). Sedangkan data *Main Wheel* juga berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.807249 (R_w^2 = 0.9579515, nilai kritis = 0.859837, dan *P-value* = 0.445).

Kata kunci : Uji *Goodness of Fit*, Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk, Distribusi Weibull Tiga Parameter, Simulasi

Dini Wahyu Saputri, 2006. Three Parameter Weibull Distribution Goodness of Fit Test By Using Shapiro Wilk Type Correlation Statistics. This script was written under the tutor Nur Chamidah, S.Si, M.Si and Drs. Ardi Kurniawan, M.Si. Mathematics Departement, Faculty of Mathematic and Natural Sciences, Airlangga University.

ABSTRACT

The aim of this *skripsi* are to do three parameter Weibull distribution goodness of fit test by using Shapiro Wilk type correlation statistics, determine critical value, and *P-value* of Shapiro Wilk type correlation statistics. Decision of this test is based to 2 values, which is critical value and *P-value*.

Simulation method is repeated 1000 times to determine critical value and *P-value*. This method is started by generating Uniform distributed (0,1) data, then those data transformed to three parameter Weibull distribution order statistics with invers transformation method. Estimator of shape parameter will be estimated by using Maximum Likelihood method, then Shapiro Wilk type correlation statistics (R_w^2) can be obtained. From the sorted R_w^2 can be determined the percentile as critical value. And *P-value* can be obtained by determine critical value percentile which is having the smallest value (the smallest α) that reject H_0.

Based on goodness of fit test of Ball Bearings and Main wheel of Fokker-100 data, we can conclude that Ball Bearings data has Weibull distribution with three parameters, shape parameter 1.594 (R_w^2 = 0.9804157, critical value = 0.8987562, and *P-value* = 0.844). Also, Main Wheel data has Weibull distribution with three parameters, shape parameter 0.807249 (R_w^2 = 0.9579515, critical value = 0.859837, and *P-value* = 0.445).

Keywords : Goodness of Fit Test, Shapiro Wilk Type Correlation Statistics, Weibull Distribution with Three Parameters, Simulation.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Peranan statistika sangat dibutuhkan bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan hampir semua bidang ilmu menggunakan statistika sebagai alat pengambilan keputusan. Statistika adalah pengetahuan yang berhubungan dengan metode pengumpulan data, pengolahan atau analisis dan penarikan kesimpulan berdasarkan data. Banyak metode statistika didasarkan pada asumsi distribusi guna mendapatkan kesimpulan dari data yang diperoleh. Salah satunya adalah uji *goodness of fit* yang dapat menguji apakah data sampel yang ditarik dari populasi yang tidak diketahui cocok dengan distribusi tertentu yang ditawarkan.

Salah satu uji *goodness of fit* untuk suatu distribusi adalah uji *goodness of fit* dengan Statistik korelasi tipe Shapiro Wilk. Statistik korelasi tipe Shapiro Wilk menjadi metode terbaik untuk pengujian *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter **(Evans *et.al*, 1989)**. Statistik korelasi tipe Shapiro Wilk adalah kuadrat korelasi antara order statistik data pengamatan ke-*i* $X_{(i)}$ dengan median order statistik ke-*i* $m_{w,i}$.

Distribusi Weibull adalah salah satu distribusi yang sering digunakan dalam kasus uji hidup **(Wolstenholme, 1999)**, sebagai contoh adalah data tentang daya tahan *Ball Bearings* **(Lawless, 1982)** atau data tentang umur komponen *Main Wheel* pesawat Fokker – 100 **(Nurjanah dan**

Anadia, 2006). Kasus uji hidup ini sangat berguna di dalam melakukan pengujian tentang daya tahan dan keandalan suatu produk hasil industri sehingga dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan kualitas suatu produk. Adapun bentuk pdf dari distribusi Weibull dengan tiga parameter adalah

$$f(x;\, a,\, b,\, c) = \frac{a}{b}\left(\frac{x-c}{b}\right)^{a-1} \exp\left(-\left(\frac{x-c}{b}\right)^{a}\right) \qquad x > c\,;\;\; a, b > 0$$

Dengan a adalah parameter bentuk, b adalah parameter skala, dan c adalah parameter lokasi.

Dalam tulisan ini, khusus dibahas uji *goodness of fit* untuk distribusi Weibull tiga parameter dengan menggunakan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk serta penentuan nilai kritis dan *P-value* untuk setiap ukuran sampel dan setiap parameter bentuknya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana melakukan uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk?
2. Bagaimana algoritma untuk menentukan nilai kritis dan *P-value* dari statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk setiap ukuran sampel dan parameter bentuknya ?
3. Bagaimana program dari algoritma di atas dengan menggunakan *Software* S-Plus?

4. Bagaimana mengimplementasikan program pada data sekunder dan data bangkitan?

1.3 Tujuan

1. Melakukan uji *goodness of fit* untuk distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.
2. Menentukan nilai kritis dan *P-value* dari statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk setiap ukuran sampel dan parameter bentuknya.
3. Membuat program dari algoritma di atas dengan menggunakan *Software* S-Plus.
4. Mengimplementasikan program pada data sekunder dan data bangkitan.

1.4 Manfaat

1. Memberikan suatu metode alternatif dari pengujian *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter.
2. Memberikan nilai kritis dan *P-value* dari statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk setiap ukuran sampel dan parameter bentuknya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Distribusi Weibull Tiga Parameter

Bentuk fungsi kepadatan probabilitas (pdf) dari distribusi Weibull tiga parameter adalah sebagai berikut :

$$f(x;a,b,c)=\frac{a}{b}\left(\frac{x-c}{b}\right)^{a-1}\exp\left(-\left(\frac{x-c}{b}\right)^{a}\right) \qquad x>c;\ a,\ b>0 \qquad (2.1)$$

Dengan a adalah parameter bentuk, b adalah parameter skala, dan c adalah parameter lokasi.

Sedangkan bentuk fungsi distribusi kumulatif (cdf) dari distribusi Weibull tiga parameter dapat diperoleh dengan mengintegralkan pdfnya, sehingga :

$$F(y)=\int_c^x \frac{a}{b}\left(\frac{y-c}{b}\right)^{a-1}\exp\left(-\left(\frac{y-c}{b}\right)^{a}\right)dy$$

$$=\frac{a}{b}\int_c^x \left(\frac{y-c}{b}\right)^{a-1}\exp\left(-\left(\frac{y-c}{b}\right)^{a}\right)dy$$

misal : $u=\dfrac{y-c}{b}$

$y=c\rightarrow u=0$

$y=x\rightarrow u=\dfrac{x-c}{b}$

$dy=b\ du$

$$=\frac{a}{b}\int_0^{\frac{x-c}{b}} u^{a-1}\exp\left(-u^{a}\right)b\ du$$

$$= a \int_0^{\frac{x-c}{b}} u^{a-1} \exp\left(-u^a\right) \frac{d\left(-u^a\right)}{-a\,u^{a-1}}$$

$$= -\int_0^{\frac{x-c}{b}} \exp\left(-u^a\right) d\left(-u^a\right)$$

$$= -\exp\left(-u^a\right)\Big|_0^{\frac{x-c}{b}}$$

$$= -\exp\left(-\left(\frac{x-c}{b}\right)^a\right) + 1$$

$$= 1 - \exp\left(-\left(\frac{x-c}{b}\right)^a\right) \tag{2.2}$$

(Lemon, 1975)

2.2 Order Statistik

Definisi 2.1

Misalkan $X_1, X_2, \ldots, X_n$ merupakan sampel acak yang mempunyai fungsi densitas $f(x)$ untuk $a < x < b$. Misalkan Y_1 adalah bernilai terkecil dari X_i, Y_2 adalah terkecil kedua dari X_i, dan Y_n adalah maksimum dari X_i maka didapat urutan $Y_1 < Y_2 < \ldots < Y_n$ yang merupakan urutan dari sampel acak $X_1, X_2, \ldots, X_n$. Urutan Y_i , i = 1, 2, … , n dinamakan order statistik ke-i dari sampel acak $X_1, X_2, \ldots, X_n$.

(Hogg dan Craig, 1995)

2.3 Metode Transformasi Invers

Metode umum untuk simulasi variabel random kontinu dinamakan metode transformasi invers. Misalkan U adalah variabel random yang berdistribusi Uniform (0,1). Untuk setiap fungsi distribusi kontinu F, variabel random X didefinisikan dengan :

$$X = F^{-1}(U) \tag{2.3}$$

maka variabel random X mempunyai fungsi distribusi F. [$F^{-1}(u)$ didefinisikan sama dengan nilai x sedemikian sehingga $F(x) = u$].

(Ross, 1997)

2.4 Metode Estimasi Maximum Likelihood

Sebuah sampel dari distribusi populasi berguna untuk membuat kesimpulan tentang populasi. Dua masalah penting dalam pengambilan kesimpulan statistik adalah estimasi dan uji hipotesis. Salah satu tipe estimasi yaitu estimasi titik.

Definisi 2.2

Jika terdapat nilai dari beberapa statistik $t(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ yang mewakili atau mengestimasi parameter θ yang tidak diketahui, maka setiap statistik $t(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ disebut estimator titik.

(Graybill,*et.al*, 1963)

Definisi 2.3

Misalkan $X_1, X_2, ..., X_n$ merupakan sampel acak dari suatu distribusi dengan pdfnya adalah $f(x;\theta)$, untuk $\theta \in \Omega$. Fungsi Kepadatan Probabilitas bersama antara $X_1, X_2, ..., X_n$ adalah $f(x_1;\theta)\, f(x_2;\theta) \ldots f(x_n;\theta)$. Jika fungsi kepadatan probabilitas bersama tersebut dinyatakan sebagai fungsi terhadap θ maka dinamakan fungsi likelihood yang dinotasikan L atau ditulis :

$$L(\theta; x_1, x_2, ..., x_n) = f(x_1;\theta) f(x_2;\theta) ... f(x_n;\theta) \text{ dengan } \theta \in \Omega.$$

Definisi 2.4

Jika statistik $\hat{\theta} = t(X_1, X_2, ..., X_n)$ memaksimumkan $L(\theta; x_1, x_2, ..., x_n)$; $\theta \in \Omega$, maka statistik $\hat{\theta} = t(X_1, X_2, ..., X_n)$ dinamakan *maximum likelihood estimator* (MLE) dari θ.

(Hogg dan Craig, 1995)

2.5 Uji *Goodness of Fit*

Uji *goodness of fit* adalah suatu uji untuk menentukan sampai seberapa jauh data sampel (yang diambil dari populasi yang tidak diketahui) yang teramati selaras atau cocok dengan distribusi tertentu yang ditawarkan. Uji *goodness of fit* bisa menjadi alat yang bermanfaat untuk mengevaluasi sampai seberapa jauh suatu distribusi mampu mendekati situasi nyata yang digambarkannya.

(Daniel, 1989)

2.6 Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik adalah pernyataan atau dugaan mengenai satu atau lebih populasi. Penolakan suatu hipotesis berarti menyimpulkan bahwa hipotesis itu salah, sedangkan penerimaan suatu hipotesis mengimplikasikan bahwa tidak cukup bukti untuk mempercayai sebaliknya. Hipotesis yang dirumuskan dengan harapan akan ditolak adalah hipotesis nol, hipotesis ini digunakan pada sembarang hipotesis yang ingin diuji dan dilambangkan dengan *Ho*. Penolakan *Ho* mengakibatkan penerimaan suatu hipotesis alternatif yang dilambangkan dengan H_1.

(Walpole, 1982)

2.7 Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk

Statistik korelasi tipe Shapiro Wilk adalah kuadrat korelasi antara $X_{(i)}$ dan $m_{w,i}$, dengan $X_{(i)}$ adalah order statistik pengamatan ke-*i* dan $m_{w,i}$ adalah median order statistik ke-*i*. Statistik korelasi tipe Shapiro Wilk dinotasikan dengan $R_w^{\ 2}$, dimana

$$R_w = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_{(i)} - \overline{X})\, m_{w,i}}{\left[\sum_{i=1}^{n}(X_{(i)} - \overline{X})^2 \sum_{i=1}^{n}(m_{w,i} - \overline{m})^2\right]^{1/2}}$$

dengan

$$m_{w,i} = \left\{ -\ln\left[1 - \frac{i - 0.3175}{n + 0.365} \right] \right\}^{1/a} \tag{2.4}$$

(Evans,*et.al.*, 1989)

2.8 Nilai Kritis

Nilai kritis (*Critical Value*) suatu statistik uji adalah nilai maximum sehingga probabilitas untuk menolak *Ho* jika *Ho* benar sama dengan α. Dengan demikian, boleh dinyatakan kaidah pengambilan keputusan (*Decision Rule*) menurut nilai-nilai kritis.

Dalam uji dua arah kita menghadapi dua nilai kritis. Tolak *Ho* jika statistik uji hasil perhitungan lebih besar dari nilai kritis yang besar atau lebih kecil dari nilai kritis yang kecil.

(Daniel, 1989)

2.9 *P-value*

P-value adalah tingkat signifikansi α terkecil dimana *Ho* akan ditolak pada prosedur uji tertentu yang digunakan pada data yang diberikan. Ketika *P-value* telah ditentukan, kesimpulan dapat diperoleh dengan membandingkan *P-value* dengan α :

a. *P-value* $\leq \alpha \rightarrow$ **tolak** *Ho* pada tingkat signifikansi α .

b. *P-value* > α $\rightarrow$ **terima** *Ho* pada tingkat signifikansi α .

(Devore, 1987)

2.10 Metode Newton-Raphson

Metode Newton-Raphson bisa juga dikembangkan dari perluasan deret Taylor. Penurunan alternatif ini berguna dalam memberikan pengertian terhadap laju konvergensi dari metode itu. Adapun perluasan deret Taylor dapat dinyatakan sebagai :

$$f(x) = f(a) + \frac{f^{I}(a)}{1!}(x-a) + \frac{f^{II}(a)}{2!}(x-a)^2 + \ldots + \frac{f^{(n-1)}(a)}{(n-1)!}(x-a)^{(n-1)} + R_n(x)$$

$$\lim_{n \to \infty} R_n(x) = 0$$

Sehingga diperoleh metode Newton-Raphson :

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f^{I}(x_n)}$$

Langkah-langkah :

1. Masukkan titik awal x_0
2. Tentukan persamaan fungsi *f(x)* dan turunan pertama atau keduanya
3. Masukkan ke dalam rumus Newton Raphson hingga error < ε.
4. Cetak nilai akar dan error.

(Ayres, 1964)

2.11 S-Plus

S-Plus adalah suatu paket program yang memungkinkan membuat program sendiri walaupun di dalamnya sudah tersedia banyak program internal yang siap digunakan sebagai sub program dari program yang akan dibuat. Beberapa perintah internal yang digunakan dalam S-Plus.

a. function( )

function( ) digunakan untuk menunjukkan fungsi yang akan digunakan dalam program

Bentuk

function( )

b. length( )

length( ) merupakan perintah untuk menunjukkan banyaknya data

Bentuk

length( )

c. matrix( )

Perintah matrix ( ) digunakan untuk membuat matrik dalam program

Bentuk

matrix (c(..),nrow = ..., ncol = ..., byrow = T)

d. diag( )

Perintah diag ( ) digunakan untuk membuat diagonal matrix

Bentuk

diag (x,...)

e. win. graph ( )

win. graph ( ) digunakan sebagai perintah awal dalam membuat gambar dalam program

Bentuk

win. graph ( )

f. plot( )

Perintah plot digunakan untuk membuat plot grafik dalam program

Bentuk

plot( )

(Everitt, 1994)

BAB III

METODE PENULISAN

1. Melakukan penelusuran pustaka yang berkaitan dengan distribusi Weibull tiga parameter dan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.
2. Menguji apakah data yang ingin diuji berdistribusi Weibull tiga parameter atau tidak. Adapun langkah - langkahnya adalah :
   a. Mengestimasi parameter distribusi Weibull tiga parameter dengan menggunakan software MINITAB 14 dan metode yang digunakan adalah metode *Maximum Likelihood.*
   b. Menyatakan hipotesis uji *goodness of fit.*
   c. Menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro wilk ($R_w^{\,2}$ hitung) seperti yang diberikan pada persamaan (2.4).
   d. Membuat keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*.
3. Menentukan nilai kritis dan *P-value* statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk n ukuran pengamatan dan nilai parameter bentuk tertentu dengan langkah - langkahnya adalah :
   a. Membangkitkan data $U_1, U_2, ..., U_n$ distribusi Uniform (0,1).
   b. Mentransformasi data bangkitan di atas dengan menggunakan metode transformasi invers ke dalam bentuk order statistik distribusi Weibull tiga parameter :

$$X_i = b\left[-\ln\left(1 - U_i\right)\right]^{1/a} + c$$

dengan a adalah nilai parameter bentuk yang dihipotesiskan, b dan c konstanta tertentu.

d. Mengestimasi parameter bentuk $(\hat{a})$ dari data distribusi Weibull tiga parameter di atas dengan metode *Maximum Likelihood.*

e. Menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung).

f. Menentukan persentil yang diinginkan sebagai nilai kritis dari statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.

g. Mendapatkan *P-value* dengan cara menentukan persentil nilai kritis yang menghasilkan nilai kritis terkecil (α terkecil) yang menolak H_0.

4. Membuat program dari algoritma di atas dengan menggunakan *Software* S-PLUS.

5. Mengimplementasikan program pada data sekunder dan data bangkitan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter

Dalam melakukan uji *goodness of fit* pada sekumpulan data, terlebih dahulu dilakukan pengurutan pada data yang akan diuji. Setelah dilakukan pengurutan data, langkah-langkah selanjutnya dalam pengujian *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk adalah :

1. **Estimasi parameter pada data pengamatan yang ingin diuji.**

   Pada skripsi ini, estimasi parameter pada data pengamatan dilakukan dengan menggunakan *Software* MINITAB 14 sehingga dapat diperoleh estimator dari parameter bentuk, skala, dan lokasi dari data pengamatan yang diuji. Estimator dari parameter bentuk yang didapat nantinya digunakan untuk menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung).

2. **Menyatakan hipotesis uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.**

   Salah satu cara untuk memeriksa asumsi distribusi tertentu (dalam hal ini asumsi distribusi yang digunakan adalah distribusi Weibull tiga parameter) yaitu probability plot. Probability plot adalah cara efektif untuk memeriksa asumsi distribusi tertentu.

Hal ini dapat ditunjukkan dari plot antara antara $X_{(i)}$ dan $m_{w,i}$. Jika asumsi distribusinya benar, maka titik-titik pada plot akan mendekati garis lurus. Nilai dari suatu plot yang titik-titiknya berupa garis lurus dapat ditunjukkan oleh koefisien korelasi yang nilainya sama dengan 1 ($\rho = 1$) dan dapat dikatakan bahwa hubungan linier antara $X_{(i)}$ dan $m_{w,i}$ cukup kuat. Sehingga dari hal tersebut dapat dibuat suatu hipotesis uji. Adapun hipotesis ujinya adalah :

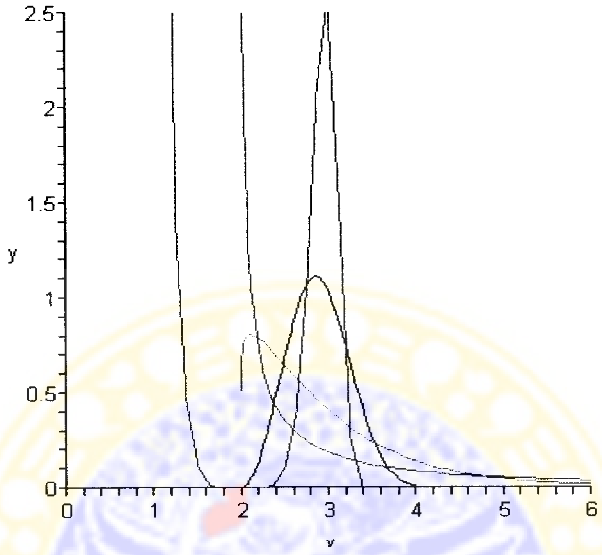
H_0 : $\rho = 1$ (Populasi berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan).

H_1 : $\rho < 1$ (Populasi tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan).

3. Menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung).

Dari persamaan (2.4) dapat dilihat bahwa nilai ini tergantung pada parameter bentuk dari data yang diuji. Hal tersebut juga dapat dilihat dari plot pdf distribusi Weibull tiga parameter, bahwa nilai parameter bentuk yang nantinya dapat mempengaruhi bentuk distribusinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada plot berikut :

- Perbedaan nilai parameter bentuk akan mengakibatkan perubahan pada bentuk distribusinya.



Keterangan :

: parameter bentuk = 0.5, skala = 1, dan lokasi = 2.

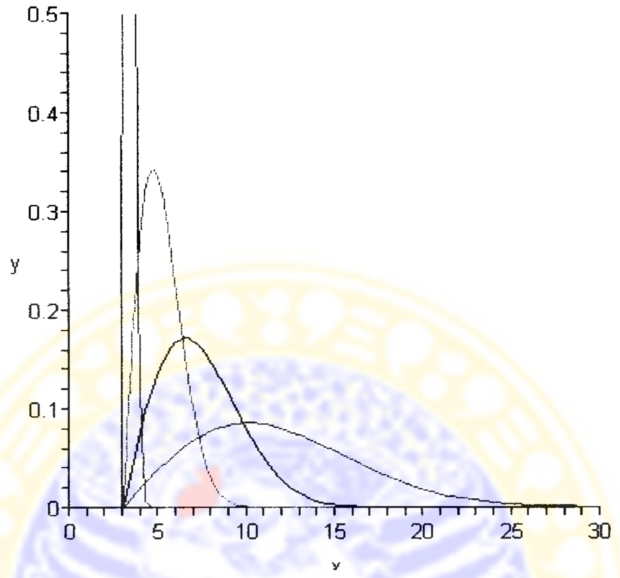
: parameter bentuk = 1.1, skala = 1, dan lokasi = 2.

: parameter bentuk = 2.8, skala = 1, dan lokasi = 2.

: parameter bentuk = 7, skala = 1, dan lokasi = 2.

Gambar 4.1 Plot pdf distribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk yang berbeda-beda, parameter bentuk dan lokasi tetap

- Perbedaan nilai parameter skala akan mengakibatkan pergeseran modusnya atau keragaman datanya.

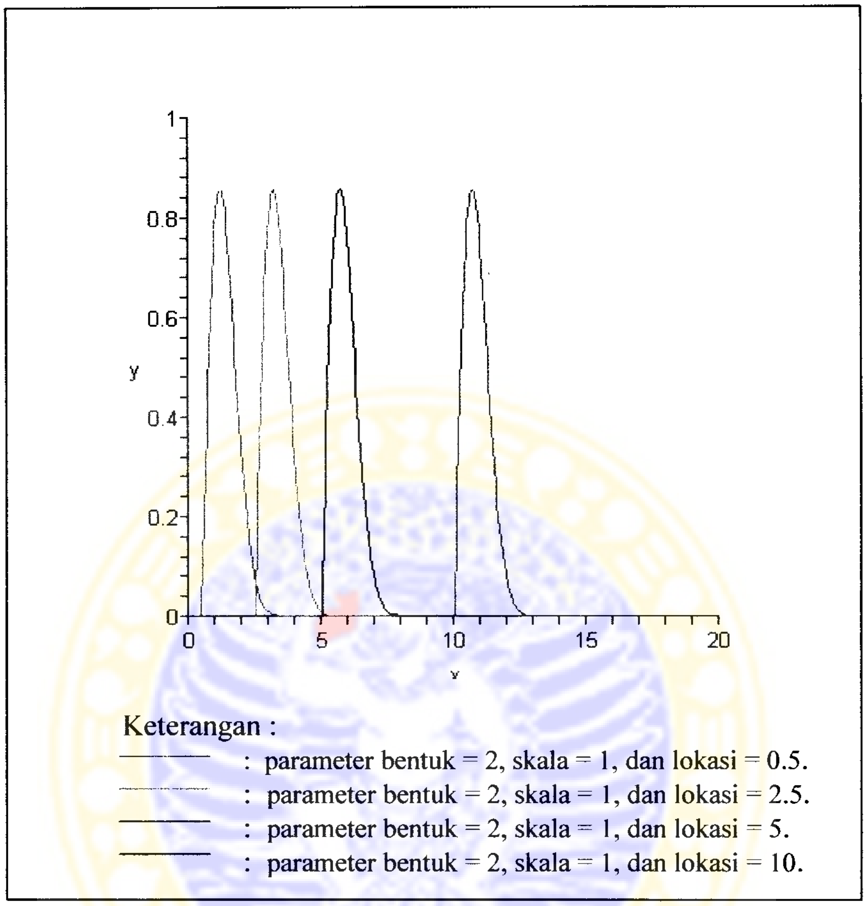


Keterangan :

: parameter bentuk = 2, skala = 0.5, dan lokasi = 3.
: parameter bentuk = 2, skala = 2.5, dan lokasi = 3.
: parameter bentuk = 2, skala = 5, dan lokasi = 3.
: parameter bentuk = 2, skala = 10, dan lokasi = 3.

Gambar 4.2 Plot pdf distribusi Weibull tiga parameter dengan parameter skala yang berbeda-beda, parameter bentuk dan lokasi tetap

- Perbedaan nilai parameter lokasi akan mengakibatkan pergeseran lokasi datanya.



Gambar 4.3 Plot pdf distribusi Weibull tiga parameter dengan parameter lokasi yang berbeda-beda, parameter bentuk dan skala tetap

Jika nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk mendekati 1, maka dapat dikatakan bahwa hubungan linier antara $X_{(i)}$ dan $m_{w,i}$ cukup kuat. Hal tersebut bersesuaian dengan H_0 dan dapat disimpulkan bahwa data pengamatan yang diuji tersebut berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan.

4. Mengambil keputusan dari data pengamatan yang diuji.

Pengambilan keputusan dalam uji *goodness of fit* ini didasarkan pada dua nilai yaitu :

- Pengambilan keputusan yang didasarkan pada nilai kritis.

  Keputusan yang didasarkan pada nilai kritis akan membandingkan nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung) dengan nilai kritis (R_w^2 tabel). Uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk mempunyai daerah kritis atau daerah penolakan H_0 yaitu jika R_w^2 hitung $\leq$ nilai kritis (R_w^2 tabel) atau dapat disimpulkan bahwa populasi tidak beristribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan.

- Pengambilan keputusan yang didasarkan pada *P-value*.

  Keputusan yang didasarkan pada *P-value* akan membandingkan *P-value* dengan tingkat signifikansi α yang diinginkan. Uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk mempunyai daerah kritis atau daerah penolakan H_0 yaitu jika *P-value* $\leq$ α atau dapat disimpulkan bahwa populasi tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan.

4.2 Simulasi Penentuan Nilai Kritis Dan *P-value* Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk

Nilai kritis dan *P-value* statistik korelasi tipe Shapiro Wilk dapat diperoleh dengan cara simulasi sebanyak 1000 ulangan.

Simulasi dimulai dengan membangkitkan data distribusi Weibull tiga parameter yang ditransformasi dari distribusi Uniform (0,1) dengan metode transformasi yang digunakan adalah metode transformasi invers. Kemudian melakukan estimasi parameter bentuk dari distribusi Weibull tiga parameter, sehingga dapat diperoleh nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk ($R_w^{\ 2}$ hitung). Jika simulasi dilakukan sebanyak 1000 ulangan, maka dapat diperoleh nilai $R_w^{\ 2}$ hitung sebanyak 1000. Dari nilai $R_w^{\ 2}$ hitung yang sudah terurut tersebut dapat ditentukan persentilnya sebagai nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk. Karena nilai kritis yang dihasilkan adalah semakin besar α semakin besar nilai kritisnya maka uji yang digunakan adalah uji kiri sehingga *P-value* didapatkan dengan cara menentukan persentil nilai kritis yang menghasilkan nilai kritis terkecil (α terkecil) yang menolak H_0.

4.2.1 *Generate* Distribusi Weibull Tiga Parameter

Untuk dapat men-*generate* (membangkitkan) data berdistribusi Weibull tiga parameter, maka harus dibangkitkan terlebih dahulu data berdistribusi Uniform (0,1) dan kemudian hasilnya ditransformasi ke dalam bentuk order statistik distribusi Weibull tiga parameter. Metode yang digunakan untuk transformasi adalah Metode Transformasi Invers.

Misalkan u_i adalah order statistik distribusi Uniform (0,1) maka transformasi distribusi Uniform (0,1) ke distribusi Weibull tiga parameter adalah sebagai berikut :

$$F(x_i) = u_i$$

Dari (2.2) didapatkan nilai $F(x_i) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^a\right)$ sehingga

$$1 - \exp\left(-\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^a\right) = u_i$$

$$\exp\left(-\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^a\right) = 1 - u_i$$

$$-\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^a = \ln(1 - u_i)$$

$$\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^a = -\ln(1 - u_i)$$

$$\frac{x_i - c}{b} = (-\ln(1 - u_i))^{\frac{1}{a}}$$

$$x_i - c = b(-\ln(1-u_i))^{\frac{1}{a}}$$

$$x_i = b(-\ln(1-u_i))^{\frac{1}{a}} + c$$

Sehingga didapatkan order statistik distribusi Weibull tiga parameter :

$$x_i = b(-\ln(1-u_i))^{\frac{1}{a}} + c \qquad (4.1)$$

dengan a adalah nilai parameter bentuk sesuai dengan yang dihipotesiskan, b dan c konstanta tertentu.

4.2.2 Estimasi Parameter Bentuk Pada Data Bangkitan / Simulasi

Pada penentuan nilai kritis dan *P-value*, estimasi parameter hanya dilakukan pada parameter bentuk dengan parameter skala dan lokasi adalah suatu konstanta tertentu. Hal ini dikarenakan bahwa estimator dari parameter bentuk yang akan digunakan dalam menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung).

Dan metode yang digunakan dalam mengestimasi parameter bentuk tersebut adalah metode *Maximum Likelihood*, dan akan diperoleh estimator dari parameter bentuk distribusi Weibull tiga parameter yaitu $\hat{a}$.

Dari bentuk pdf distribusi Weibull tiga parameter yang sudah didefinisikan pada persamaan (2.1), dapat ditentukan fungsi likelihoodnya. Persamaan fungsi likelihoodnya adalah :

$$L(x_1, x_2, \ldots, x_n; a, b, c) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \frac{a}{b}\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a-1} \exp\left[-\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a}\right]$$

$$= \left(\frac{a}{b}\right)^{n} \frac{\prod_{i=1}^{n}(x_i - c)^{a-1}}{b^{n(a-1)}} \exp\left[-\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a}\right]$$

$$= \frac{a^n}{b^n} \frac{\prod_{i=1}^{n}(x_i - c)^{a-1}}{b^{na-n}} \exp\left[-\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a}\right] \qquad (4.2)$$

Fungsi Likelihood yang telah diperoleh kemudian di *ln*-kan sehingga menjadi fungsi *ln*-likelihood

$$\ln L = \ln \frac{a^n}{b^n} + \ln \frac{\prod_{i=1}^{n}(x_i - c)^{a-1}}{b^{na-n}} + \ln \exp\left[-\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a}\right]$$

$$= \ln a^n - \ln b^n + \ln \prod_{i=1}^{n}(x_i - c)^{a-1} - \ln b^{na} + \ln b^n - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a}$$

$$= n \ln a + (a-1)\sum_{i=1}^{n} \ln(x_i - c) - n a \ln b - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - c}{b}\right)^{a} \qquad (4.3)$$

Kemudian mendifferensialkan fungsi *ln*-likelihood di atas terhadap parameter bentuk dari distribusi Weibull tiga parameter dan disamadengankan nol

$$\frac{\partial \ln L}{\partial a} = \frac{n}{a} + \sum_{i=1}^{n} \ln(x_i - c) - n \ln b - \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{x_i - c}{b}\right)^a \ln\left(\frac{x_i - c}{b}\right) = 0 \qquad (4.4)$$

Dari persamaan (4.4) didapatkan bahwa hasil differensialnya berbentuk fungsi implisit sehingga tidak diperoleh penyelesaian estimator dari parameter bentuknya. Karena tidak dapat diselesaikan secara analitis, maka diperlukan suatu pendekatan numerik untuk menyelesaikannya yaitu dengan menggunakan metode Newton –Raphson untuk mendapatkan nilai estimatornya.

Dari uraian yang sudah dijelaskan di atas dapat dibuat suatu algoritma program untuk membantu pengerjaan program uji *goodness of fit* distribusi weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk serta penentuan nilai kritis dan *P-value*nya.

4.3 Algoritma Program

Pada pembahasan skripsi ini akan dibuat 2 algoritma, yaitu :

4.3.1 Algoritma Untuk Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter

1. Menginput data.
2. Mengurutkan data.
3. Mengestimasi parameter data tersebut dengan menggunakan *Software* MINITAB 14 seperti pada ***Lampiran 4***.

4. Menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk ($R_w{}^2$ hitung) seperti pada persamaan (2.4).
5. Menentukan tingkat signifikansi α .
6. Menentukan nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.
7. Menentukan *P-value* statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.
8. Membuat keputusan berdasarkan hasil yang telah didapatkan di atas, yaitu berdasarkan nilai kritis dan *P-value* seperti yang telah dijelaskan pada sub bab **4.1**.

4.3.2 Algoritma Untuk Simulasi Penentuan Nilai Kritis Dan *P-value* Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk

1. Membangkitkan data $U_1, U_2, \ldots, U_n$ distribusi Uniform (0,1).

   Mendapatkan data berdistribusi Weibull tiga parameter dengan cara mentransformasi data berdistribusi Uniform (0,1) yang sudah didapatkan di atas. Dan mengurutkan data yang sudah ditransformasi tersebut. Hasil transformasinya dapat dilihat pada persamaan (4.1).

3. Mengestimasi parameter bentuk dari data bangkitan tersebut dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood.*
4. Menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk ($R_w{}^2$ hitung).
5. Mengulang langkah 1 – 4 hingga 1000 kali sehingga didapatkan nilai $R_w{}^2$ hitung sebanyak 1000.
6. Mengurutkan nilai $R_w{}^2$ hitung.

7. Menentukan persentil yang diinginkan sebagai nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk.
8. Mendapatkan *P-value* dengan cara menentukan persentil nilai kritis yang menghasilkan nilai kritis terkecil (α terkecil) yang menolak H_0.

4.4 Implementasi Algoritma ke Program Komputer

Berikut ini adalah garis besar program yang digunakan untuk mendukung algoritma program yang telah dibuat, untuk program selengkapnya dapat dilihat pada ***Lampiran 1***. Adapun programnya adalah :

a. Program untuk uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter dengan statistik korelasi tipe Shapiro Wilk :
   - **Program 1** adalah subprogram dari **Program 3** dan **Program 4** yaitu untuk menentukan nilai R_w^2 hitung statistik korelasi tipe Shapiro Wilk pada data sampel dengan parameter bentuk tertentu.
   - **Program 2** adalah program utama untuk membuat keputusan uji *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter berdasarkan nilai kritis.
   - **Program 3** adalah program utama untuk membuat uji *goodness of fit* untuk distribusi Weibull tiga parameter berdasarkan *P-value* serta membuat plot antara $X_{(i)}$ dan $m_{w,i}$.

b. Program simulasi untuk menentukan nilai kritis dan *P-value* dari statistik korelasi tipe Shapiro Wilk :

- **Program 4** adalah subprogram dari **Program 5**, **Program 6**, **Program 7**, dan **Program 8** yaitu untuk membangkitkan data yang berdistribusi Uniform (0,1) dan mentranformasikan ke dalam brntuk order statistik distribusi Weibull tiga parameter serta menentukan nilai estimasi parameter bentuk dengan MLE.
- **Program 5** adalah subprogram dari **Program 6**, **Program 7**, dan **Program 8** yaitu untuk menentukan nilai $R_w{}^2$ hitung pada data simulasi untuk n ukuran sampel dan parameter bentuk tertentu.
- **Program 6** adalah program utama untuk membuat tabel nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk sesuai dengan n = 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, dan 200, parameter bentuk 2.0, 2.8, 3.6, 4.4, dan 5.2, dan α = 1%, 5%, 10%, 15%, dan 20%.
- **Program 7** adalah subprogram dari **Program 2** yaitu untuk menentukan nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk berbagai ukuran sampel, parameter bentuk, dan nilai α yang diinginkan.
- **Program 8** adalah subprogram dari **Program 3** yaitu untuk menentukan *P-value* statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk berbagai ukuran sampel, parameter bentuk, dan nilai $R_w{}^2$ hitungnya.

Dari **program 6** dapat dibuat suatu contoh tabel nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk ukuran sampel = 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, dan 200; parameter bentuk tertentu yang dihipotesiskan = 2, 2.8, 3.6, 4.4, dan 5.2; parameter skala = 1, parameter lokasi = 2, α = 1% (persentil ke-99), 5% (persentil ke-95), 10% (persentil ke-90), 15% (persentil ke-85), dan 20% (persentil ke- 80)

Tabel 4.1 Tabel Nilai Kritis Statistik Korelasi Tipe Shapiro Wilk dari Hasil simulasi Dengan a = 2, 2.8, 3.6, 4.4, dan 5.2; b = 1 dan c = 2.

Banyak Data (n)	Parameter bentuk	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
20	2.0	0.9381248	0.9304302	0.9196827	0.9003374	0.8465564
	2.8	0.9408818	0.9340625	0.9238932	0.9057261	0.8627561
	3.6	0.9418253	0.935924	0.9251869	0.9059513	0.8659097
	4.4	0.9409374	0.9341443	0.9246636	0.9091174	0.8677334
	5.2	0.938757	0.9322986	0.9228344	0.9057069	0.8621891
40	2.0	0.9637216	0.9593156	0.9524437	0.9409533	0.9100272
	2.8	0.9674822	0.9638238	0.958275	0.9495465	0.9241135
	3.6	0.9674852	0.9635402	0.9583651	0.9493305	0.9260393
	4.4	0.9666144	0.963024	0.9581311	0.9494736	0.9299408
	5.2	0.9654888	0.9616594	0.9561214	0.9465022	0.9252099
60	2.0	0.9742717	0.971163	0.966836	0.9584556	0.936333
	2.8	0.9765427	0.9740252	0.9705097	0.9640293	0.9489329
	3.6	0.9767907	0.9743345	0.9708683	0.9643397	0.9502197
	4.4	0.9767844	0.9745864	0.97151	0.9650668	0.9516411
	5.2	0.9757402	0.9731237	0.9696463	0.963996	0.949876
80	2.0	0.9793833	0.9770801	0.973322	0.9667124	0.949406
	2.8	0.9817656	0.9798678	0.977133	0.9713486	0.9586505
	3.6	0.9823109	0.9804127	0.9781789	0.9735939	0.9618891
	4.4	0.9816375	0.9794157	0.9768492	0.972283	0.9617631
	5.2	0.9810891	0.9792123	0.9761752	0.9707885	0.9584314

100	2.0	0.9832178	0.9814537	0.9782462	0.9727532	0.9575807
	2.8	0.9851312	0.9834158	0.981012	0.9770558	0.9677752
	3.6	0.9853226	0.9837234	0.9817622	0.978248	0.9693307
	4.4	0.9850013	0.9835699	0.9812242	0.9774413	0.9684547
	5.2	0.9847378	0.9831209	0.9809886	0.9770476	0.9680607
120	2.0	0.9855893	0.983869	0.9813147	0.9761096	0.9656555
	2.8	0.9874049	0.986056	0.9840511	0.9806656	0.9736037
	3.6	0.9875404	0.9862853	0.9843794	0.9813259	0.9741724
	4.4	0.987281	0.9860936	0.9843061	0.98116	0.9741834
	5.2	0.9867491	0.9854205	0.9837998	0.9804445	0.9734856
140	2.0	0.987394	0.9860411	0.9840054	0.9797092	0.9695002
	2.8	0.9889124	0.9877875	0.9861123	0.9834215	0.9766078
	3.6	0.9893887	0.9882571	0.986742	0.9839707	0.9774443
	4.4	0.9889144	0.9877192	0.9863071	0.9835172	0.9774649
	5.2	0.9888165	0.987735	0.9861791	0.9837502	0.9780822
160	2.0	0.9887147	0.9875096	0.985575	0.9818782	0.9720214
	2.8	0.9903669	0.9893419	0.9878024	0.9850293	0.9780436
	3.6	0.990258	0.9891959	0.9879887	0.9857566	0.9807041
	4.4	0.9902789	0.9892152	0.9878885	0.9856617	0.980601
	5.2	0.9899299	0.9889045	0.9875312	0.9849196	0.9794587
180	2.0	0.9897958	0.9886103	0.9866807	0.9831654	0.9740477
	2.8	0.9912525	0.9904142	0.9890141	0.9867051	0.9806085
	3.6	0.9913974	0.9905022	0.9893385	0.9874283	0.9831473
	4.4	0.9913283	0.9904884	0.9892494	0.9873295	0.9826444
	5.2	0.9910842	0.9901902	0.9891004	0.9870463	0.9817645
200	2.0	0.9906488	0.9895425	0.9879768	0.985225	0.9782451
	2.8	0.9920845	0.9912331	0.9899525	0.9880029	0.9832818
	3.6	0.9923179	0.9915843	0.9905148	0.9884457	0.984177
	4.4	0.9920247	0.9912272	0.9901526	0.9883409	0.9836331
	5.2	0.9918638	0.9910631	0.9900609	0.9881383	0.9831461

Untuk hasil program selengkapnya dapat dilihat pada *Lampiran 3*.

4.5 Implementasi Pada Data

Program yang telah dibuat akan diimplementasikan pada data sekunder dan data bangkitan.

4.5.1 Implementasi Pada Data Sekunder

Pengujian *goodness of fit* distribusi Weibull tiga parameter pada data *Ball Bearings* dan *Main Wheel* :

a. Data I

Data I diambil dari **Lieblein dan Zelen (1956)** yang di kutip dari **Lawless (1982)** tentang jumlah revolusi kesalahan sebelum kerusakan yang terjadi pada masing-masing 23 *ball bearings*. Untuk data yang lebih jelas dapat dilihat pada ***Lampiran 2***.

Setelah data *Ball Bearings* diestimasi dengan menggunakan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 1.594, parameter skala = 63.8723, dan parameter lokasi = 14.8783 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

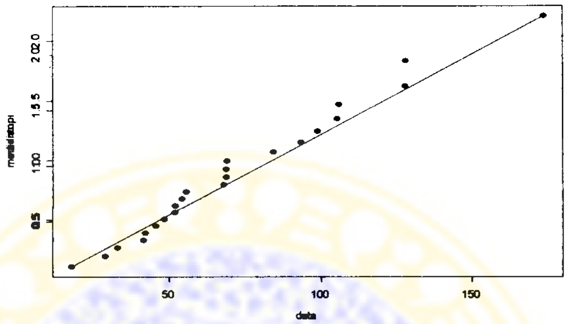
Hipotesis uji *goodness of fit* pada data *Ball Bearings* :

H_0 : $\rho = 1$ (data *Ball Bearings* berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.594).

H_1 : $\rho < 1$ (data *Ball Bearings* tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.594).

Dengan α = 5% diperoleh nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung) = 0.9804157, nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.8987562, dan

P-value = 0.844. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu terima H_0 atau dapat dikatakan bahwa data *Ball Bearings* tersebut berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.594.



Gambar 4.4 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data *Ball Bearings*

b. Data II

Data II diambil dari **Nurjanah dan Anadia (2006)** tentang umur komponen *Main Wheel* yang turun dari pesawat Fokker – 100 pada tahun 2004 – 2005 milik sebuah perusahaan penerbangan di Surabaya. Adapun spesifikasi pesawat Fokker – 100 adalah sebagai berikut :

Total Length	: 35528 mm (116 Ft 6.75 in)
Total Height	: 8419 mm (27 Ft 7.44 in)
Fuselage Diameter	: 3300 mm (10 Ft 9.92 in)
Fuselage Length	: 32501 mm (106 Ft 7.57 in)
Span	: 28076 mm (92 Ft 1.35 in)
Powerplant	: Rolls Royce TAY MK 650-15 turbofan

Untuk data yang lebih jelas dapat dilihat pada *Lampiran 2*.

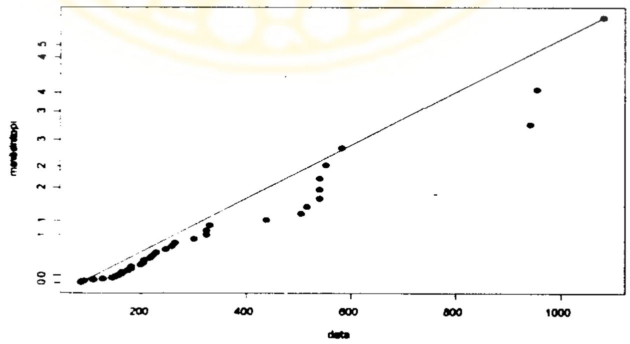
Setelah data *Main Wheel* diestimasi dengan menggunakan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 0.807249, parameter skala = 229.580, dan parameter lokasi = 83.9916 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

Hipotesis uji *goodness of fit* pada data *Main Wheel* :

H_0 : $\rho = 1$ (data *Main Wheel* berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.807249).

H_1 : $\rho < 1$ (data *Main Wheel* tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.807249).

Dengan α = 5% diperoleh nilai statistik korelasi tipe Shapiro Wilk (R_w^2 hitung) = 0.9579515, nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.859837, dan *P-value* = 0.445. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu terima H_0 atau dapat dikatakan bahwa data *Main Wheel* tersebut berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.807249.



Gambar 4.5 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data *Main Wheel*

Tabel 4.2 Tabel Ringkasan Hasil Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter Pada Data Sekunder

Data Sekunder	Parameter Bentuk (*)	R_w^2 hitung	R_w^2 tabel	*P-value*	Keputusan
Data I	1.594	0.9804157	0.8987562	0.844	Data Berdistribusi Weibull 3 parameter
Data II	0.807249	0.9579515	0.859837	0.445	Data Berdistribusi Weibull 3 parameter

Parameter Bentuk (*) : Parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan.

Untuk hasil pengujian *goodness of fit* yang selengkapnya dari data sekunder di atas dapat dilihat pada ***Lampiran 5***.

4.5.2 Implementasi Pada Data Bangkitan

1. Bangkitan 1 yaitu data yang berdistribusi Uniform dengan batas bawah 0 dan batas atas 1, sebanyak 60 data.

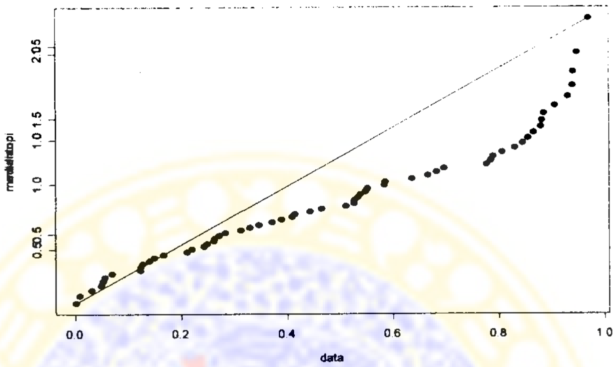
   Setelah data bangkitan 1 diestimasi dengan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 1.83617, parameter skala = 0.610776, dan parameter lokasi = -0.0601019 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

   Hipotesis uji *goodness of fit* pada data bangkitan 1 :

   H_0 : $\rho = 1$ (data bangkitan 1 berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.83617).

   H_1 : $\rho < 1$ (data bangkitan 1 tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.83617).

   Dengan α = 5% diperoleh R_w^2 hitung = 0.9332805, nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.9563816, dan *P-value* = 0.013. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa data bangkitan 1 tersebut tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.83617.



Gambar 4.6 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data Bangkitan 1

2. Bangkitan 2 yaitu data yang berdistribusi F dengan derajat bebasnya 10 dan 15, sebanyak 60 data.

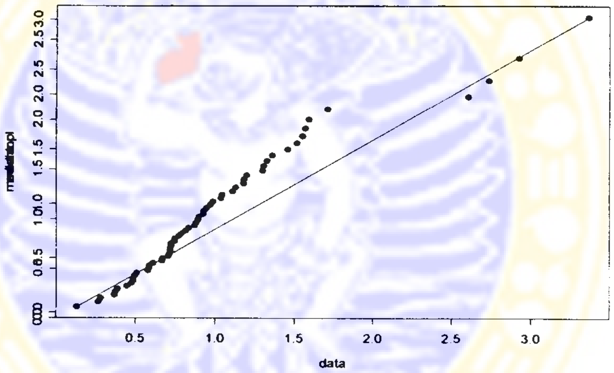
   Setelah data bangkitan 2 diestimasi dengan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 1.50875, parameter skala = 0.983487, dan parameter lokasi = 0.116048 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

   Hipotesis uji *goodness of fit* pada data bangkitan 2 :

   H_0 : $\rho = 1$ (data bangkitan 2 berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.50875).

H_1 : $\rho < 1$ (data bangkitan 2 tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.50875).

Dengan α = 5% diperoleh R_w^2 hitung = 0.9276304, nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.9449363, dan *P-value* = 0.016. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa data bangkitan 2 tersebut tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.50875.



Gambar 4.7 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data Bangkitan 2

3. Bangkitan 3 yaitu data yang berdistribusi Lognormal dengan rata-rata 5 dan varians 2, sebanyak 60 data.

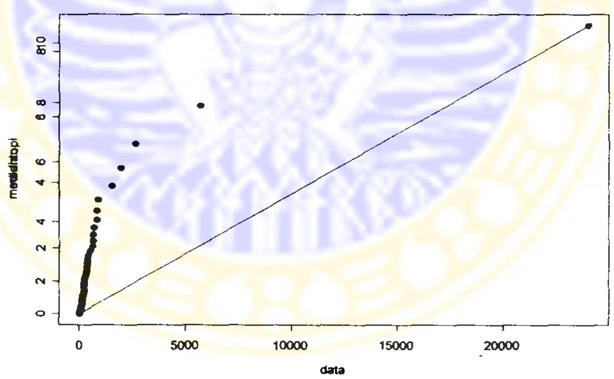
   Setelah data bangkitan 3 diestimasi dengan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 0.527418, parameter skala = 336.553, dan parameter lokasi = 1.584 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

Hipotesis uji *goodness of fit* pada data bangkitan 3 :

H_0 : $\rho = 1$ (data bangkitan 3 berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.69).

H_1 : $\rho < 1$ (data bangkitan 3 tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.69).

Dengan α = 5% diperoleh R_w^2 hitung = 0.5698741, nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.8764191, dan *P-value* = 0.001. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa data bangkitan 3 tersebut tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.69.



Gambar 4.8 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data Bangkitan 3

4. Bangkitan 4 yaitu data yang berdistribusi T dengan derajat bebas 5, sebanyak 60 data.

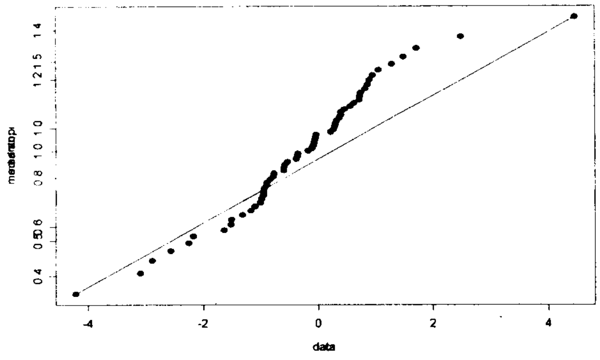
   Setelah data bangkitan 4 diestimasi dengan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 3.83184, parameter skala = 5.41999, dan parameter lokasi = -5.20237 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

   Hipotesis uji *goodness of fit* pada data bangkitan 4 :

   H_0 : $\rho = 1$ (data bangkitan 4 berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 4.02).

   H_1 : $\rho < 1$ (data bangkitan 4 tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 4.02).

   Dengan α = 5% diperoleh R_w^2 hitung = 0.9397323, nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.9639958, dan *P-value* = 0.003. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu tolak H_0 atau dapat dikatakan bahwa data bangkitan 4 tersebut tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 4.02.



Gambar 4.9 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data Bangkitan 4

5. Bangkitan 5 yaitu data yang berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 5, parameter skala 4, dan parameter lokasi 1, sebanyak 60 data.

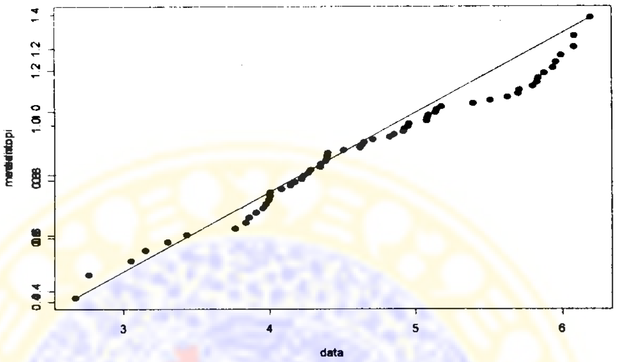
   Setelah data bangkitan 5 diestimasi dengan MINITAB 14 diperoleh nilai parameter bentuk = 4.02862, parameter skala = 3.41918, dan parameter lokasi = 1.57181 seperti yang tercantum pada ***Lampiran 4***.

   Hipotesis uji *goodness of fit* pada data bangkitan 5 :

   H_0 : $\rho = 1$ (data bangkitan 5 berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 4.562).

   H_1 : $\rho < 1$ (data bangkitan 5 tidak berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 4.562).

   Dengan α = 5% diperoleh $R_w^{\ 2}$ hitung = 0.9798545, nilai kritis ($R_w^{\ 2}$ tabel) = 0.9636891, dan *P-value* = 0.294. Dari hasil tersebut diperoleh keputusan berdasarkan nilai kritis dan *P-value*, yaitu terima H_0 atau dapat dikatakan bahwa data bangkitan 5 tersebut berdistribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.278.



Gambar 4.10 Plot korelasi ($X_{(i)}$, $m_{w,i}$) pada data Bangkitan 5

Tabel 4.3 Tabel Ringkasan Hasil Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter Pada Data Bangkitan

Data Bangkitan	Asal Distribusi	Parameter Bentuk (*)	R_w^2 hitung	R_w^2 tabel	*P-value*	Keputusan
Bangkitan1	Uniform (0,1)	1.83617	0.9332805	0.9563816	0.013	Data tidak berdistribusi Weibull 3 parameter
Bangkitan2	F (10,15)	1.50875	0.9276304	0.9449363	0.016	Data tidak berdistribusi Weibull 3 parameter
Bangkitan3	Lognormal (5,2)	0.69	0.5698741	0.8764191	0.001	Data tidak berdistribusi Weibull 3 parameter
Bangkitan4	T (5)	4.02	0.9397323	0.9639958	0.003	Data tidak berdistribusi Weibull 3 parameter
Bangkitan5	Weibull (5,4,1)	4.562	0.9798545	0.9636891	0.294	Data berdistribusi Weibull 3 parameter

Parameter Bentuk (*) : Parameter bentuk tertentu sesuai dengan yang dihipotesiskan.

Untuk data dan hasil pengujian *goodness of fit* yang selengkapnya dari data bangkitan di atas dapat dilihat pada ***Lampiran 6***

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil uji *goodness of fit*, hasil simulasi nilai kritis dan *P-value* pada data tentang jumlah revolusi kesalahan sebelum kerusakan yang terjadi pada masing-masing 23 *ball bearing* (data *Ball Bearings*) dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh hasil :

   R_w^2 hitung = 0.9804157

   Nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.8987562

   Nilai *P-value* = 0.844

   Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut cocok dengan distribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 1.594.

2. Berdasarkan hasil uji *goodness of fit*, hasil simulasi nilai kritis dan *P-value* pada data tentang umur komponen *Main Wheel* yang turun dari pesawat Fokker – 100 pada tahun 2004 – 2005 milik sebuah perusahaan penerbangan di Surabaya (data *Main Wheel* pesawat Fokker -100) dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh hasil :

   R_w^2 hitung = 0.9579515

   Nilai kritis (R_w^2 tabel) = 0.859837

   Nilai *P-value* = 0.445

Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut cocok dengan distribusi Weibull tiga parameter dengan parameter bentuk 0.807249.

3. Nilai kritis dan *P-value* yang telah ditentukan pada skripsi ini hanya digunakan untuk distribusi Weibull tiga parameter dengan metodenya adalah statistik korelasi tipe shapiro Wilk. Jika distribusi yang ditawarkan bukan distribusi Weibull tiga parameter dan tidak menggunakan metode di atas, maka nilai kritis dan *P-value* yang dihasilkan juga berbeda.

5.2 SARAN

Untuk mengetahui metode yang lebih baik pada uji *goodness of Fit,* sebaiknya dilakukan perbandingan metode antara statistik korelasi tipe Shapiro Wilk dengan Anderson Darling atau metode yang lain. Dan asumsi distribusi yang digunakan adalah selain distribusi Weibull tiga parameter.

DAFTAR PUSTAKA

Ayres, F.Jr., 1964, *Theory and Problems of Calculus*, MC. Graw – Hill, Inc.,Britain.

Daniel, Wayne W, 1989, *Statistika Nonparametrik Terapan*, PT Gramedia, Jakarta.

Devore, Jay. J, 1987, *Probability and Statistics for Engineering and The Sciences*, Second Edition, California Polytechnic State University.

Evans W *et.al*, 1989, *Two-and-Three-Parameter Weibull Goodness of Fit Test*, United States Department of Agriculture, Wisconsin.

Everitt S Brian., 1994, *A Handbook of Statistical Analysis Using S-PLUS*, Chapmann and Hall, London

Filiben, James. J, 1975, *The Probability Plot Correlation Coefficient Test for Normality*, Vol.17, no-1, Technometrics, p. 111-117.

Graybill, F. A., Mood, A. M. and Boes, D. C., 1963, *Introduction to the Theory of Statistics*, Third Edition, MC. Graw-Hill, Inc-Tokyo-Japan.

Hogg, R.V. and Craig, A.T., 1995. *Introduction to Mathematical Statistics*, Fifth Edition. Prentice-Hall, inc., New Jersey.

Nurjanah dan Anadia, 2006, *Analisis Keandalan (Reliability) Komponen Main Wheel Pada Pesawat Fokker - 100*, Laporan Praktek Kerja Lapangan, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga, Surabaya.

Lawless, J. F, 1982, *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, John Wiley and Sons.

Lemon, Glen, 1975, *Maximum Likelihood Estimation for the Three Parameter Weibull Distribution Based on Censored Samples*, Vol. 17, no-2, Technometrics, p. 247-254.

Ross, Sheldon M., 1997, *Introduction to Probability Models*, Sixth Edition. Berkeley, California.

Sibaway, Imam, 2004, *Uji Goodness of Fit Distribusi Weibull*, Skripsi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga.

Walpole, Ronald E, 1982, *Pengantar statistika*, Edisi ke-3, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Wolstenholme, Linda C, 1999, *Reliability Modelling : A Statistical Approach*, Chapman and Hall.

Lampiran 1

PROGRAM UJI *GOODNESS OF FIT* DAN PENENTUAN NILAI KRITIS SERTA NILAI *P-VALUE*

Program Uji *Goodness of Fit* Distribusi Weibull Tiga Parameter

Program 1 : menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro wilk $R_w{}^2$ dari data sampel

```
> swilk1 <- function(x, a)
{
   x <- as.vector(x)
   x1 <- sort(x)
   n <- length(x)
   m <- rep(1, n)
   xbar <- mean(x1)
   tambah <- 0
   jml <- 0
   for(i in 1:n)
   {
      m[i] <- (-log(1-((i-0.3175)/(n+0.365))))^(1/a)
      tambah <- tambah+m[i]
      jml <- jml+((x1[i]-xbar)*m[i])
   }
   mbar <- tambah/n
   jml1 <- sum((x1-xbar)^2)
   jml2 <- sum((m-mbar)^2)
   R <- (jml/((jml1*jml2)^(1/2)))
   Rkuadrat <- (R^2)
   return(x1, m, R, Rkuadrat)
}
```

Lanjutan Lampiran 1

Program 2 : membuat keputusan uji *goodness of fit* berdasarkan nilai kritis

```
> keputusan <- function(x, alfa, a)
{
   x <- as.vector(x)
   x1 <- sort(x)
   n <- length(x)
   R2hitung <- swilk1(x, a) $ Rkuadrat
   m <- swilk1(x, a)$m
   R2tabel <- swilktabel (n, alfa, a)
   if(R2hitung <= R2tabel)
   {
      kep1 <- ("tolak H0 yang berarti data tidak
      berdistribusi weibull 3 parameter")
      kep2 <- ("hal ini karena Rkuadrat hitung < Rkuadrat
      tabel")
      keputusan <- rbind(kep1, kep2)
   }
   else
   {
      kep1 <- ("terima H0 yang berarti data  berdistribusi
      weibull 3 parameter")
      kep2 <- ("hal ini karena Rkuadrat hitung > Rkuadrat
      tabel")
      keputusan <- rbind(kep1, kep2)
   }
   return(x1, m,  R2hitung, R2tabel, keputusan)
}
```

Preogram 3 : membuat keputusan uji *goodness of fit* berdasarkan nilai *P-value*

```
> keputusan1 <- function(x, alfa, a, R2hitung)
{
   x <- as.vector(x)
   x1 <- sort(x)
```

Lanjutan Lampiran 1

```
    n <- length(x)
    m <- swilkl(x, a)$m
    mbar <- mean(m)
    xbar <- mean(x1)
    pvalue <- pvalue (n, a, R2hitung)
    if(pvalue <= alfa)
    {
       kep1 <- ("tolak H0 yang berarti data tidak
       berdistribusi weibull 3 parameter")
       kep2 <- ("hal ini karena p-value < tingkat
       signifikansi (alfa)")
       keputusan <- rbind(kep1, kep2)
    }
    else
    {
       kep1 <- ("terima H0 yang berarti data  berdistribusi
       weibull 3 parameter")
       kep2 <- ("hal ini karena p-value > tingkat
       signifikansi (alfa)")
       keputusan <- rbind(kep1, kep2)
    }
    return(x1, m, pvalue, keputusan)
}
```

Program Simulasi Untuk Menentukan Nilai Kritis dan Nilai *P-value*

Program 4 : membangkitkan data berdistribusi Uniform (0,1) dan mentransformasikan ke distribusi Weibull tiga parameter serta menentukan estimasi parameter bentuknya

```
> weibull <- function(n, a)
{
   b <- 1
   c <- 2
   U1 <- runif(n,0,1)
```

Lanjutan Lampiran 1

```
    x <- sort((b*(-log(1-U1))^(1/a))+c)
    aawal <- a
    l <- 1
    repeat
    {
       sigma1 <- sum(log(x-c))
       sigma2 <- sum((((x-c)/b)^aawal)*(log((x-c)/b)))
       sigma3 <- sum((((x-c)/b)^aawal)*((log((x-c)/b))^2))
       fx <- (n/aawal)+sigma1-(n*log(b))-sigma2
       dfx <- -(n/aawal^2)-sigma3
       error <- fx/dfx
       l <- l + 1
       abaru <- aawal-error
       aawal <- abaru
       if(abs(abaru-aawal)<0.0000001)
       {
          break
       }
       else
       {
          x<-sort((b*(-log(1-U1))^(1/a))+c)
                next
       }
    }
    return(x,abaru)
}
```

Program 5 : menghitung nilai statistik korelasi tipe Shapiro wilk R_w^2 dari data simulasi

```
> swilk <- function(n, a)
{
   x <- weibull(n, a)$x
   atopi <- weibull(n, a)$abaru
   x <- as.vector(x)
   n <- length(x)
```

Lanjutan Lampiran 1

```
        m <- rep(1, n)
        xbar <- mean(x)
        tambah <- 0
        jml <- 0
        for(i in 1:n)
        {
            m[i] <- (-log(1-((i-0.3175)/(n+0.365))))^(1/atopi)
            tambah <- tambah+m[i]
            jml <- jml+((x[i]-xbar)*m[i])
        }
        mbar <- tambah/n
        jml1 <- sum((x-xbar)^2)
        jml2 <- sum((m-mbar)^2)
        R <- (jml/((jml1*jml2)^(1/2)))
        Rkuadrat <- (R^2)
        return(x, m, R, Rkuadrat)
    }
```

Program 6 : membuat tabel nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk nilai α = 1%, 5%, 10%, 15%, 20%

```
    > nilaikritis <- function(n, a)
    {
        p <- 1000
        w <- rep(0, p)
        Rkuad <- rep(0, p)
        for(i in 1:p)
        {
            x <- weibull(n, a)$x
            Rkuad[i] <- swilk(n, a)$Rkuadrat
        }
            w <- sort(Rkuad)
            signif <- rep(0, 5)
            pers <- c(0.01, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20)
            signif <- quantile(w, pers)
```

Lanjutan Lampiran 1

```
        return(signif)
}
```

Program 7 : menentukan nilai kritis statistik korelasi tipe Shapiro Wilk untuk nilai α tertentu

```
> swilktabel <- function(n, alfa, a)
{
   p <- 1000
   w <- rep(0,p)
   Rkuad <- rep(0,p)
   for(i in 1:p)
   {
      x <- weibull(n, a)$x
      Rkuad[i] <- swilk(n, a)$Rkuadrat
   }
      w <- sort(Rkuad)
      signif1 <- quantile(w, alfa)
      return(signif1)
}
```

Program 8 : menentukan nilai *P-value* statistik korelasi tipe Shapiro wilk

```
> pvalue <- function(n, a, R2hitung)
{
   p <- 1000
   w <- rep(0, p)
   Rkuad <- rep(0, p)
   for(i in 1:p)
   {
      x <- weibull(n, a)$x
      Rkuad[i] <- swilk(n, a)$Rkuadrat
   }
      w <- sort(Rkuad)
      pv <- (length(w[w < R2hitung])/length(w))
      return(pv)
}
```

Lampiran 2

DATA SEKUNDER

Data Ball Bearings

Data jumlah revolusi sebelum kerusakan untuk setiap 23 *ball bearings*

i	x_i
1	17.88
2	28.92
3	33.00
4	41.52
5	42.12
6	45.60
7	48.40
8	51.84
9	51.96
10	54.12
11	55.56
12	67.80
13	68.64
14	68.64
15	68.88
16	84.12
17	93.12
18	98.64
19	105.12
20	105.84
21	127.92
22	128.04
23	173.40

Sumber : Lawless, J, F., 1982, *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, John Wiley and Sons, University of Waterloo, p. 228-229.

Lanjutan Lampiran 2

Data Umur *Main wheel*

Data tentang umur komponen *Main Wheel* yang turun dari pesawat Fokker – 100 pada tahun 2004 – 2005 milik sebuah perusahaan penerbangan di Surabaya

no	pos	tgl pasang	tgl lepas	Umur (flight hours)	alasan
1	4	1/17/2004	3/7/2004	300	Bald
2	1	1/27/2004	4/20/2004	504	Spot
3	3	2/16/2004	3/30/2004	258	Spot
4	4	3/7/2004	4/14/2004	228	Spot
5	3	3/30/2004	4/23/2004	144	Play appear
6	2	4/2/2004	5/6/2004	204	Spot
7	4	4/14/2004	10/11/2004	1080	Spot&Bald
8	1	4/20/2004	5/4/2004	84	Spot
9	3	4/23/2004	7/29/2004	582	-
10	1	5/4/2004	10/8/2004	942	Deep cut
11	2	5/6/2004	10/12/2004	954	Spot&Bald
12	3	7/29/2004	10/23/2004	516	Deep cut
13	1	10/8/2004	11/6/2004	174	Spot
14	4	10/11/2004	11/6/2004	156	Deep cut
15	2	10/12/2004	11/6/2004	150	Deep cut
16	3	10/23/2004	11/26/2004	204	-
17	4	11/6/2004	11/20/2004	84	Spot
18	2	11/6/2004	12/6/2004	180	Deep cut
19	1	11/6/2004	12/20/2004	264	Deep cut
20	4	11/20/2004	12/5/2004	90	Deep cut
21	3	11/26/2004	12/23/2004	162	Warn't
22	4	12/5/2004	1/7/2005	198	Spot of limit
23	2	12/6/2004	3/6/2005	540	Leaks
24	1	12/20/2004	1/10/2005	126	Tyre bald
25	3	12/23/2004	1/10/2005	108	Deep cut
26	4	1/7/2005	4/7/2005	540	Deep cut
27	3	1/10/2005	4/12/2005	552	Spot
28	1	1/10/2005	4/10/2005	540	Deep cut
29	2	3/6/2005	4/16/2005	246	Spot & deep cut
30	4	4/7/2005	5/13/2005	216	Deep cut
31	1	4/10/2005	5/17/2004	222	Deep cut
32	3	4/12/2005	5/12/2005	180	1 bolt broken
33	2	4/16/2005	5/13/2005	162	Deep cut
34	3	5/12/2005	7/6/2005	330	Bald

35	2	5/13/2005	7/6/2005	324	Bald
36	4	5/13/2005	7/6/2005	324	Bald
37	1	5/17/2005	7/29/2005	438	Deep cut

Sumber : Nurjanah dan Anadia, 2006, *Analisis Keandalan (Reliability) Komponen Main Wheel Pada Pesawat Fokker* – 100, Laporan Praktek Kerja Lapangan, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga.

Keterangan:

- Pos merupakan letak dari *Main Wheel* tersebut yang berarti :

  Pos 1 = Roda pada sayap sebelah kiri luar

  Pos 2 = Roda pada sayap sebelah kiri dalam

  Pos 3 = Roda pada sayap sebelah kanan dalam

  Pos 4 = Roda pada sayap sebelah kanan luar

- Dalam menentukan umur komponen digunakan rumusan sebagai berikut :

  Umur = (tanggal lepas – tanggal pasang) x utilitas.

  Dengan utilitas *Main Wheel* pada tahun 2004 dan tahun 2005 adalah 6 cycle perday.

Lampiran 3

HASIL SIMULASI NILAI KRITIS UJI *GOODNESS OF FIT* DISTRIBUSI WEIBULL TIGA PARAMETER

Simulasi untuk ukuran sampel = 20 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(20, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.8465564 0.9003374 0.9196827 0.9304302 0.9381248
> nilaikritis(20, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.8627561 0.9057261 0.9238932 0.9340625 0.9408818
> nilaikritis(20, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.8659097 0.9059513 0.9251869 0.935924 0.9418253
> nilaikritis(20, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.8677334 0.9091174 0.9246636 0.9341443 0.9409374
> nilaikritis(20, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.8621891 0.9057069 0.9228344 0.9322986  0.938757
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 40 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(40, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9100272 0.9409533 0.9524437 0.9593156 0.9637216
> nilaikritis(40, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9241135 0.9495465  0.958275 0.9638238 0.9674822
> nilaikritis(40, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9260393 0.9493305 0.9583651 0.9635402 0.9674852
> nilaikritis(40, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9299408 0.9494736 0.9581311  0.963024 0.9666144
> nilaikritis(40, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9252099 0.9465022 0.9561214 0.9616594 0.9654888
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 60 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(60, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
  0.936333 0.9584556  0.966836  0.971163 0.9742717
> nilaikritis(60, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9489329 0.9640293 0.9705097 0.9740252 0.9765427
> nilaikritis(60, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9502197 0.9643397 0.9708683 0.9743345 0.9767907
```

Lanjutan Lampiran 3

```
> nilaikritis(60, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9516411 0.9650668   0.97151 0.9745864 0.9767844
> nilaikritis(60, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.949876  0.963996 0.9696463 0.9731237 0.9757402
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 80 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(80, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.949406 0.9667124  0.973322 0.9770801 0.9793833
> nilaikritis(80, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9586505 0.9713486  0.977133 0.9798678 0.9817656
> nilaikritis(80, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9618891 0.9735939 0.9781789 0.9804127 0.9823109
> nilaikritis(80, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9617631  0.972283 0.9768492 0.9794157 0.9816375
> nilaikritis(80, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9584314 0.9707885 0.9761752 0.9792123 0.9810891
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 100 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(100, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9575807 0.9727532 0.9782462 0.9814537 0.9832178
> nilaikritis(100, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9677752 0.9770558  0.981012 0.9834158 0.9851312
> nilaikritis(100, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9693307  0.978248 0.9817622 0.9837234 0.9853226
> nilaikritis(100, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9684547 0.9774413 0.9812242 0.9835699 0.9850013
> nilaikritis(100, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9680607 0.9770476 0.9809886 0.9831209 0.9847378
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 120 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(120, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9656555 0.9761096 0.9813147  0.983869 0.9855893
> nilaikritis(120, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
0.9736037 0.9806656 0.9840511  0.986056 0.9874049
```

Lanjutan Lampiran 3

```
> nilaikritis(120, 3.6)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9741724 0.9813259 0.9843794 0.9862853 0.9875404
> nilaikritis(120, 4.4)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9741834   0.98116 0.9843061 0.9860936  0.987281
> nilaikritis(120, 5.2)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9734856 0.9804445 0.9837998 0.9854205 0.9867491
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 140 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(140, 2)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9695002 0.9797092 0.9840054 0.9860411  0.987394
> nilaikritis(140, 2.8)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9766078 0.9834215 0.9861123 0.9877875 0.9889124
> nilaikritis(140, 3.6)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9774443 0.9839707  0.986742 0.9882571 0.9893887
> nilaikritis(140, 4.4)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9774649 0.9835172 0.9863071 0.9877192 0.9889144
> nilaikritis(140, 5.2)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9780822 0.9837502 0.9861791  0.987735 0.9888165
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 160 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(160, 2)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9720214 0.9818782  0.985575 0.9875096 0.9887147
> nilaikritis(160, 2.8)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9780436 0.9850293 0.9878024 0.9893419 0.9903669
> nilaikritis(160, 3.6)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9807041 0.9857566 0.9879887 0.9891959  0.990258
> nilaikritis(160, 4.4)
       1%         5%        10%        15%        20%
 0.980601 0.9856617 0.9878885 0.9892152 0.9902789
> nilaikritis(160, 5.2)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9794587 0.9849196 0.9875312 0.9889045 0.9899299
```

Simulasi untuk ukuran sampel = 180 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(180, 2)
       1%         5%        10%        15%        20%
0.9740477 0.9831654 0.9866807 0.9886103 0.9897958
```

Lanjutan Lampiran 3

```
> nilaikritis(180, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9806085 0.9867051 0.9890141 0.9904142 0.9912525
> nilaikritis(180, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9831473 0.9874283 0.9893385 0.9905022 0.9913974
> nilaikritis(180, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9826444 0.9873295 0.9892494 0.9904884 0.9913283
> nilaikritis(180, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9817645 0.9870463 0.9891004 0.9901902 0.9910842
```

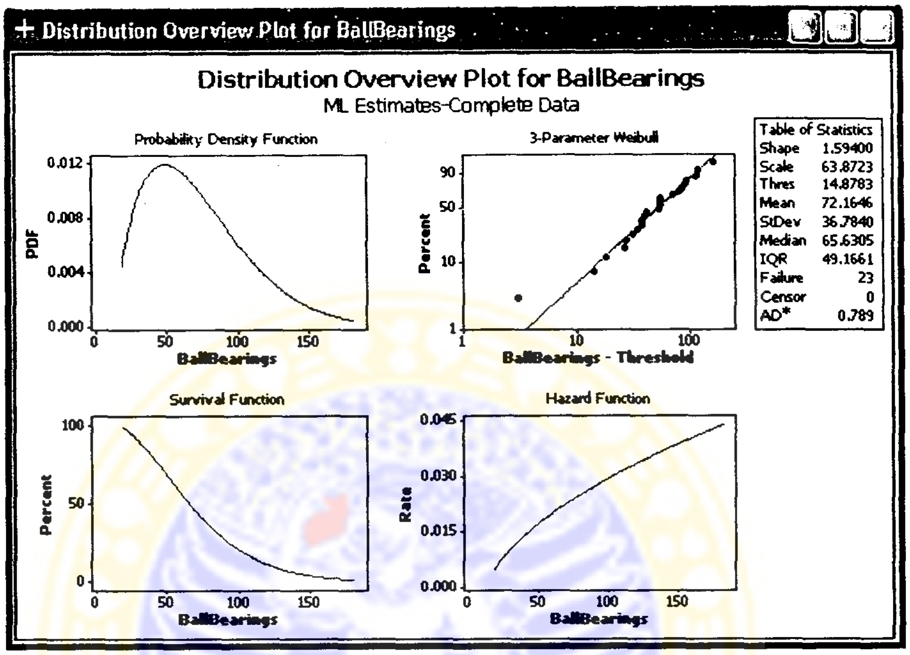
Simulasi untuk ukuran sampel = 200 dengan parameter bentuk = 2, 2.8, 3.2, 4.4, 5.2

```
> nilaikritis(200, 2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9782451  0.985225 0.9879768 0.9895425 0.9906488
> nilaikritis(200, 2.8)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9832818 0.9880029 0.9899525 0.9912331 0.9920845
> nilaikritis(200, 3.6)
       1%        5%       10%       15%       20%
  0.984177 0.9884457 0.9905148 0.9915843 0.9923179
> nilaikritis(200, 4.4)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9836331 0.9883409 0.9901526 0.9912272 0.9920247
> nilaikritis(200, 5.2)
       1%        5%       10%       15%       20%
 0.9831461 0.9881383 0.9900609 0.9910631 0.9918638
```

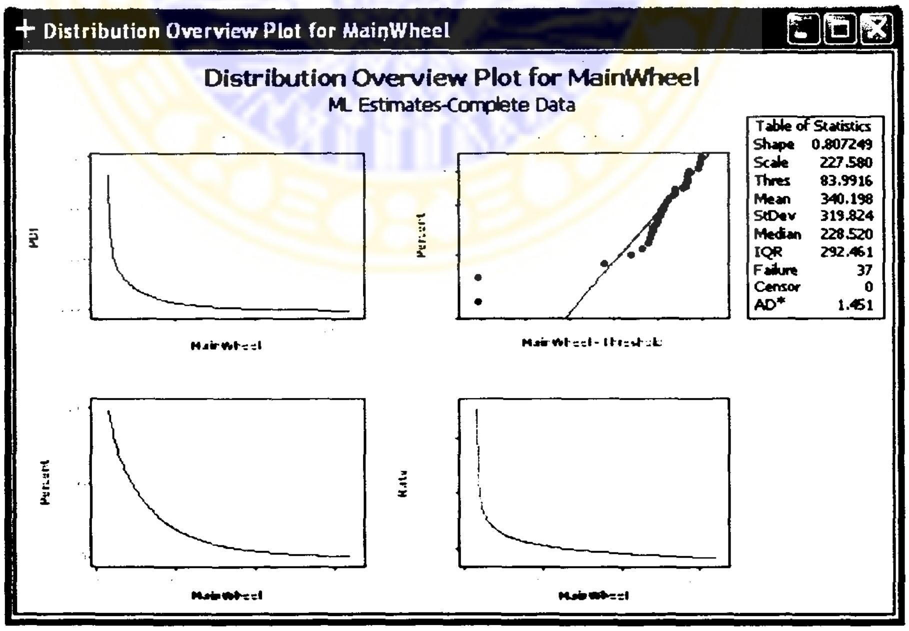
Lampiran 4

OUTPUT NILAI ESTIMASI PARAMETER DARI MINITAB 14

Data *Ball Bearings*

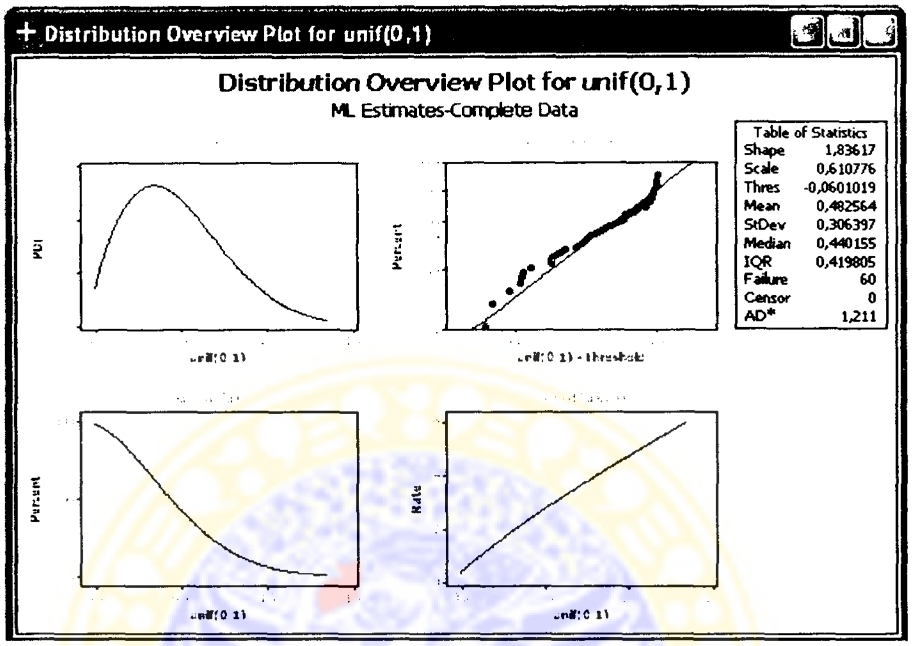


Data *Main Wheel*

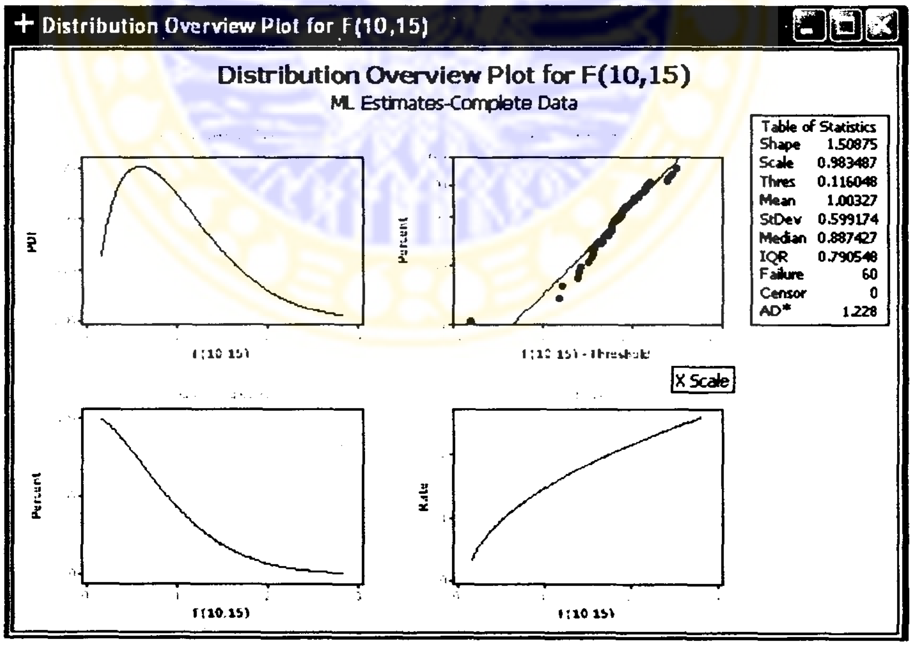


Lanjutan Lampiran 4

Data Berdistribusi Uniform (0, 1)

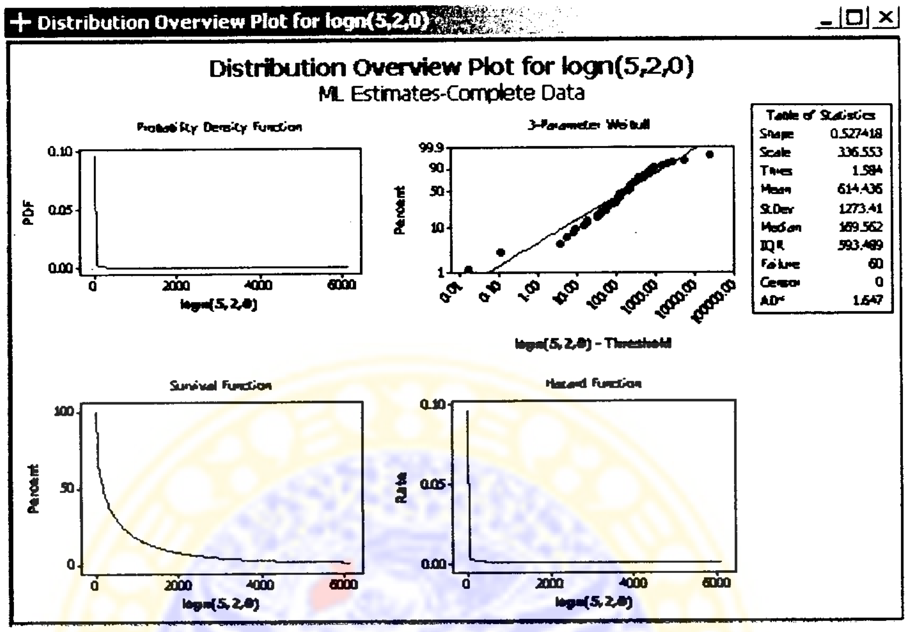


Data Berdistribusi F (10, 15)

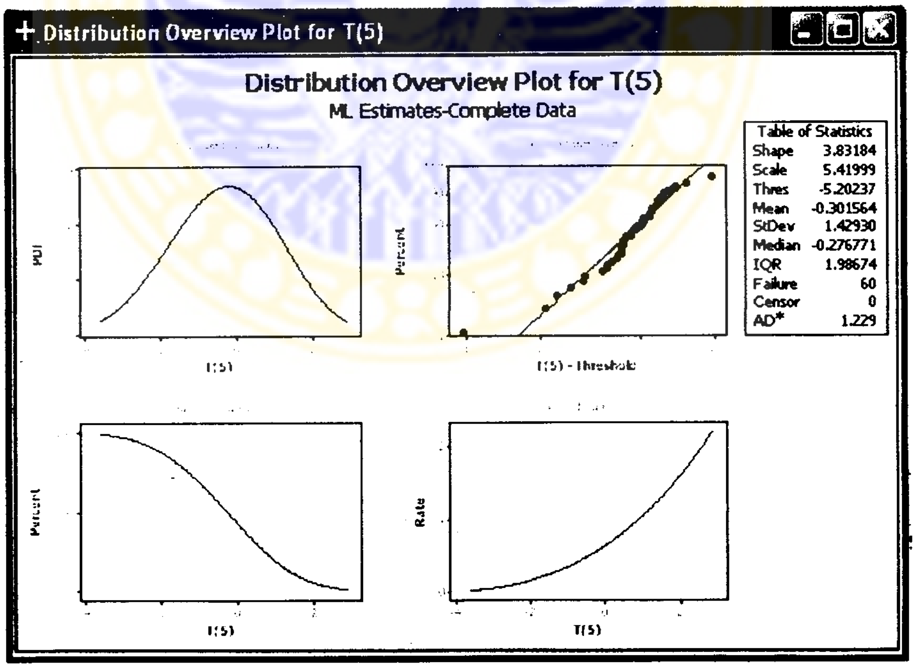


Lanjutan Lampiran 4

Data Berdistribusi Lognormal (5, 2, 0)

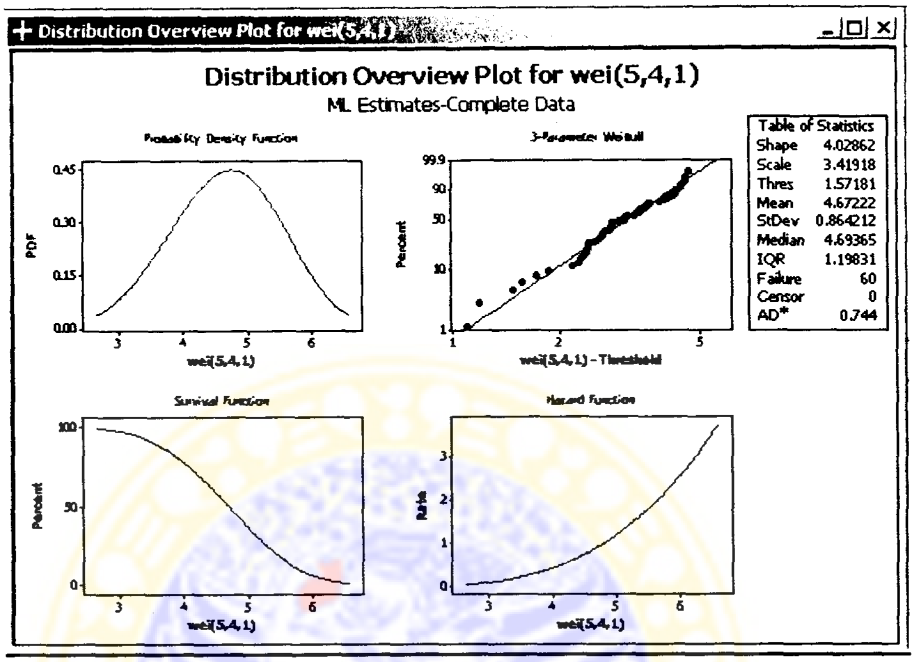


Data Berdistribusi T (5)



Lanjutan Lampiran 4

<u>Data Berdistribusi Weibull (5,4,1)</u>



Lampiran 5

HASIL UJI *GOODNESS OF FIT* DISTRIBUSI WEIBULL TIGA PARAMETER PADA DATA SEKUNDER

1. Data *Ball Bearings*

Parameter bentuk pada data *Ball Bearings* = 1.594

Parameter skala pada data *Ball Bearings* = 63.8723

Parameter lokasi pada data *Ball Bearings* = 14.8783

Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%

Keputusan berdasarkan nilai kritis :

```
> attach(sekunder1)
> keputusan(datku1,0.05,1.594)
$x1:
[1]  17.88  28.92  33.00  41.52  42.12  45.60  48.40  51.84
51.96  54.12  55.56  67.80  68.64  68.64  68.88  84.12
[17]  93.12  98.64 105.12 105.84 127.92 128.04 173.40

$m:
 [1]  0.1099966  0.1964706  0.2671263  0.3308479  0.3907983
0.4486109 0.5053119 0.5616427 0.6182032 0.6755289 0.7341412
[12]  0.7945870  0.8574784  0.9235395  0.9936704  1.0690451
1.1512702 1.2426691 1.3468325 1.4698200 1.6232529 1.8346769
[23] 2.2074822

$R2hitung:
[1] 0.9804157

$R2tabel:
       5%
 0.8987562
```

Lanjutan Lampiran 5

```
$keputusan:

[,1]
kep1 "terima H0 yang berarti data  berdistribusi weibull 3
parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung > Rkuadrat tabel"
```

Keputusan berdasarkan nilai *P-value* :

```
> keputusan1(datku1,0.05,1.594,0.9804157)
$x1:
[1]  17.88  28.92  33.00  41.52  42.12  45.60  48.40  51.84
51.96  54.12  55.56  67.80  68.64  68.64  68.88  84.12
[17]  93.12  98.64 105.12 105.84 127.92 128.04 173.40

$m:
[1]  0.1099966  0.1964706  0.2671263  0.3308479  0.3907983
0.4486109 0.5053119 0.5616427 0.6182032 0.6755289 0.7341412
[12]  0.7945870  0.8574784  0.9235395  0.9936704  1.0690451
1.1512702 1.2426691 1.3468325 1.4698200 1.6232529 1.8346769
[23] 2.2074822

$pvalue:
[1] 0.844

$keputusan:

[,1]
kep1 "terima H0 yang berarti data  berdistribusi weibull 3
parameter"
kep2 "hal ini karena p-value > tingkat signifikansi (alfa)"
```

Lanjutan Lampiran 5

2. Data *Main Wheel* pada pesawat Fokker-100

Parameter bentuk pada data *Main Wheel* = 0.807249

Parameter skala pada data *Main Wheel* = 227.580

Parameter lokasi pada data *Main Wheel* = 83.9916

Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%

Keputusan berdasarkan nilai kritis :

```
> attach(sekunder2)
> keputusan(datku2,0.05,0.807249)
$x1:
[1]   84   84   90  108  126  144  150  156  162  162  174
180  180  198  204  204  216  222  228  246  258  264  300
[24]  324  324  330  438  504  516  540  540  540  552  582
942  954 1080

$m:
 [1]   0.007104135   0.022096483   0.040072777   0.060403451
0.082843048 0.107285393 0.133695540 0.162083079 0.192489919
[10]   0.224984407   0.259658707   0.296628143   0.336031902
0.378034845 0.422830367 0.470644368 0.521740503 0.576427009
[19]   0.635065524   0.698082533   0.765984310   0.839376666
0.918991402 1.005722318 1.100675199 1.205238766 1.321188007
[28]   1.450839310   1.597291886   1.764820011   1.959544866
2.190664052 2.472903284 2.832007533 3.319291161 4.062238142
[37] 5.574213935

$R2hitung:
[1] 0.9579515

$R2tabel:
       5%
 0.859837
```

Lanjutan Lampiran 5

```
$keputusan:

[,1]
kep1 "terima H0 yang berarti data  berdistribusi weibull 3
parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung > Rkuadrat tabel"
```

Keputusan berdasarkan nilai *P-value* :

```
> keputusan1(datku2,0.05,0.807249,0.9579515)
$x1:
[1]   84   84   90  108  126  144  150  156  162  162  174
180  180  198  204  204  216  222  228  246  258  264  300
[24]  324  324  330  438  504  516  540  540  540  552  582
942  954 1080

$m:
 [1]   0.007104135   0.022096483   0.040072777   0.060403451
0.082843048 0.107285393 0.133695540 0.162083079 0.192489919
[10]   0.224984407   0.259658707   0.296628143   0.336031902
0.378034845 0.422830367 0.470644368 0.521740503 0.576427009
[19]   0.635065524   0.698082533   0.765984310   0.839376666
0.918991402 1.005722318 1.100675199 1.205238766 1.321188007
[28]   1.450839310   1.597291886   1.764820011   1.959544866
2.190664052 2.472903284 2.832007533 3.319291161 4.062238142
[37] 5.574213935

$pvalue:
[1] 0.445

$keputusan:

[,1]
kep1 "terima H0 yang berarti data  berdistribusi weibull 3
parameter"
kep2 "hal ini karena p-value > tingkat signifikansi (alfa)"
```

Lampiran 6

HASIL UJI *GOODNESS OF* FIT DISTRIBUSI WEIBULL TIGA PARAMETER PADA DATA BANGKITAN

1. Data Berdistribusi Uniform(0,1)

```
Parameter bentuk pada data bangkitan1 = 1.83617
Parameter skala pada data bangkitan1 = 0.610776
Parameter lokasi pada data bangkitan1 = -0.0601019
Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%
```

Keputusan berdasarkan nilai kritis :

```
> attach(bangkitan)
> keputusan(bangkitan1,0.05,1.83617)
$x1:
[1] 0.001703 0.008827 0.031343 0.049673 0.053047 0.056328
0.070256 0.123884 0.123988 0.127905 0.140742 0.149901
[13] 0.167360 0.211708 0.221001 0.243817 0.249911 0.262329
0.264153 0.272897 0.284158 0.313598 0.330296 0.347623
[25] 0.371746 0.389617 0.409344 0.414610 0.443290 0.464667
0.510571 0.526097 0.526465 0.533020 0.537449 0.547672
[37] 0.551333 0.583527 0.584976 0.635970 0.666173 0.682642
0.697043 0.777203 0.785020 0.789291 0.806708 0.830291
[49] 0.845430 0.855366 0.865905 0.879657 0.881436 0.885116
0.906111 0.930795 0.939391 0.940738 0.947454 0.969743

$m:
[1] 0.0873287 0.1434023 0.1857404 0.2217666 0.2539791
0.2835894 0.3112962 0.3375470 0.3626498 0.3868281 0.4102505
[12] 0.4330488 0.4553287 0.4771770 0.4986663 0.5198590
0.5408089 0.5615638 0.5821664 0.6026556 0.6230672 0.6434347
[23] 0.6637898 0.6841630 0.7045838 0.7250814 0.7456845
0.7664224 0.7873245 0.8084212 0.8297441 0.8513261 0.8732023
[34] 0.8954097 0.9179883 0.9409816 0.9644370 0.9884066
1.0129483 1.0381271 1.0640161 1.0906984 1.1182696 1.1468404
[45] 1.1765403 1.2075225 1.2399708 1.2741079 1.3102086
1.3486183 1.3897783 1.4342686 1.4828728 1.5366893 1.5973298
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[56] 1.6673082 1.7508889 1.8562710 2.0029024 2.2637087

$R2hitung:
[1] 0.9332805

$R2tabel:
       5%
 0.9563816

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung < Rkuadrat tabel"
```

Keputusan berdasarkan nilai *P-value* :

```
> keputusan1(bangkitan1,0.05,1.83617,0.9332805)
$x1:
[1] 0.001703 0.008827 0.031343 0.049673 0.053047 0.056328
0.070256 0.123884 0.123988 0.127905 0.140742 0.149901
[13] 0.167360 0.211708 0.221001 0.243817 0.249911 0.262329
0.264153 0.272897 0.284158 0.313598 0.330296 0.347623
[25] 0.371746 0.389617 0.409344 0.414610 0.443290 0.464667
0.510571 0.526097 0.526465 0.533020 0.537449 0.547672
[37] 0.551333 0.583527 0.584976 0.635970 0.666173 0.682642
0.697043 0.777203 0.785020 0.789291 0.806708 0.830291
[49] 0.845430 0.855366 0.865905 0.879657 0.881436 0.885116
0.906111 0.930795 0.939391 0.940738 0.947454 0.969743

$m:
[1] 0.0873287 0.1434023 0.1857404 0.2217666 0.2539791
0.2835894 0.3112962 0.3375470 0.3626498 0.3868281 0.4102505
[12] 0.4330488 0.4553287 0.4771770 0.4986663 0.5198590
0.5408089 0.5615638 0.5821664 0.6026556 0.6230672 0.6434347
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[23] 0.6637898 0.6841630 0.7045838 0.7250814 0.7456845
0.7664224 0.7873245 0.8084212 0.8297441 0.8513261 0.8732023
[34] 0.8954097 0.9179883 0.9409816 0.9644370 0.9884066
1.0129483 1.0381271 1.0640161 1.0906984 1.1182696 1.1468404
[45] 1.1765403 1.2075225 1.2399708 1.2741079 1.3102088
1.3486183 1.3897783 1.4342686 1.4828728 1.5366893 1.5973298
[56] 1.6673082 1.7508889 1.8562710 2.0029024 2.2637087

$pvalue:
[1] 0.013

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena p-value < tingkat signifikansi (alfa)"
```

2. Data Berdistribusi F(10,15)

Parameter bentuk pada data bangkitan2 = 1.50875

Parameter skala pada data bangkitan2 = 0.983487

Parameter lokasi pada data bangkitan2 = 0.116048

Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%

Keputusan berdasarkan nilai kritis :

```
> keputusan(bangkitan2,0.05,1.50875)
$x1:
 [1] 0.13180 0.26642 0.28087 0.36865 0.37480 0.38836 0.44822
0.47567 0.48640 0.48834 0.49669 0.50795 0.57934 0.58600
[15] 0.58898 0.61159 0.66806 0.67027 0.70836 0.71521 0.71903
0.71967 0.72428 0.72550 0.74637 0.74821 0.77342 0.79047
[29] 0.81685 0.83654 0.87496 0.88365 0.89363 0.89982 0.92792
0.93080 0.94854 0.97353 0.98927 1.04098 1.04666 1.11343
[43] 1.13213 1.18172 1.18519 1.20188 1.30216 1.30915 1.33037
1.36336 1.46003 1.51893 1.55453 1.57229 1.59431 1.71306
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[57] 2.60499 2.73630 2.92405 3.36422

$m:
 [1] 0.05144855 0.09408426 0.12889874 0.15993602 0.18863867
0.21573272 0.24164921 0.26667122 0.29099804 0.31477744
[11] 0.33812349 0.36112724 0.38386345 0.40639504 0.42877611
0.45105420 0.47327178 0.49546755 0.51767727 0.53993456
[21] 0.56227149 0.58471904 0.60730758 0.63006722 0.65302817
0.67622107 0.69967731 0.72342935 0.74751109 0.77195816
[31] 0.79680840 0.82210219 0.84788303 0.87419803 0.90109857
0.92864108 0.95688791 0.98590845 1.01578039 1.04659133
[41] 1.07844082 1.11144279 1.14572871 1.18145168 1.21879164
1.25796241 1.29922104 1.34288071 1.38932882 1.43905306
[51] 1.49268002 1.55103467 1.61523552 1.68685542 1.76821103
1.86292973 1.97719336 2.12295277 2.32875714 2.70284780

$R2hitung:
[1] 0.9276304

$R2tabel:
        5%
 0.9449363

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung < Rkuadrat tabel"
```

Lanjutan Lampiran 6

Keputusan berdasarkan nilai *p-value* :

```
> keputusan1(bangkitan2,0.05,1.50875,0.9276304)
$x1:
[1] 0.13180 0.26642 0.28087 0.36865 0.37480 0.38836 0.44822
0.47567 0.48640 0.48834 0.49669 0.50795 0.57934 0.58600
[15] 0.58898 0.61159 0.66806 0.67027 0.70836 0.71521 0.71903
0.71967 0.72428 0.72550 0.74637 0.74821 0.77342 0.79047
[29] 0.81685 0.83654 0.87496 0.88365 0.89363 0.89982 0.92792
0.93080 0.94854 0.97353 0.98927 1.04098 1.04666 1.11343
[43] 1.13213 1.18172 1.18519 1.20188 1.30216 1.30915 1.33037
1.36336 1.46003 1.51893 1.55453 1.57229 1.59431 1.71306
[57] 2.60499 2.73630 2.92405 3.36422

$m:
 [1] 0.05144855 0.09408426 0.12889874 0.15993602 0.18863867
0.21573272 0.24164921 0.26667122 0.29099804 0.31477744
[11] 0.33812349 0.36112724 0.38386345 0.40639504 0.42877611
0.45105420 0.47327178 0.49546755 0.51767727 0.53993456
[21] 0.56227149 0.58471904 0.60730758 0.63006722 0.65302817
0.67622107 0.69967731 0.72342935 0.74751109 0.77195816
[31] 0.79680840 0.82210219 0.84788303 0.87419803 0.90109857
0.92864108 0.95688791 0.98590845 1.01578039 1.04659133
[41] 1.07844082 1.11144279 1.14572871 1.18145168 1.21879164
1.25796241 1.29922104 1.34288071 1.38932882 1.43905306
[51] 1.49268002 1.55103467 1.61523552 1.68685542 1.76821103
1.86292973 1.97719336 2.12295277 2.32875714 2.70284780

$pvalue:
[1] 0.016

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
```

Lanjutan Lampiran 6

```
kep2 "hal ini karena p-value < tingkat signifikansi (alfa)"
```

3. Data Berdistribusi Lognormal(5,2,0)

```
Parameter bentuk pada data bangkitan3 = 0.527418
Parameter skala pada data bangkitan3 = 336.553
Parameter lokasi pada data bangkitan3 = 1.584
Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%
```

Keputusan berdasarkan nilai kritis :

```
> keputusan(bangkitan3,0.05,0.527418)
$x1:
[1]     1.6     1.7     5.2     7.2    10.1    10.9    16.9
19.3    20.4    34.2    36.4    42.4    42.9    54.0
[15]    58.3    63.6    70.5    71.4    82.0    97.7   104.3
107.5   114.1   114.7   118.2   120.2   125.2   128.0
[29]   149.2   155.2   189.7   199.1   210.5   221.3   225.4
231.6   233.2   246.2   247.9   277.3   312.5   330.6
[43]   350.4   357.9   372.7   376.6   419.6   508.0   604.8
638.5   658.4   688.1   821.3   825.1   869.9  1545.2
[57]  1952.4  2644.4  5679.9 23995.3

$m:
[1]  0.0002059254  0.0011577304  0.0028493572  0.0052817943
0.0084692398  0.0124330408  0.0171996251  0.0227996249
[9]  0.0292674961  0.0366413872  0.0449631570  0.0542784906
0.0646370924  0.0760929425  0.0887046125  0.1025356416
[17]  0.1176549728  0.1341374573  0.1520644318  0.1715243789
0.1926136822  0.2154374895  0.2401107022  0.2667591106
[25]  0.2955207007  0.3265471627  0.3600056387  0.3960807544
0.4349769911  0.4769214658  0.5221672068  0.5709970303
[33]  0.6237281543  0.6807177207  0.7423694450  0.8091416778
0.8815572457  0.9602155587  1.0458076294  1.1391348717
[41]  1.2411328647  1.3529017154  1.4757453133  1.6112227457
1.7612166202  1.9280253262  2.1144898978  2.3241720568
[49]  2.5616099809  2.8326957337  3.1452499314  3.5099296475
3.9417277821  4.4625871498  5.1062786497  5.9283425624
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[57]  7.0289154484  8.6150284009 11.2255612791 17.1903071047

$R2hitung:
[1] 0.6881747

$R2tabel:
        5%
 0.8394324

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung < Rkuadrat tabel"
```

Keputusan berdasarkan nilai *P-value* :

```
> keputusan1(bangkitan3,0.05,0.527418,0.6881747)
$x1:
[1]     1.6     1.7     5.2     7.2    10.1    10.9    16.9
19.3    20.4    34.2    36.4    42.4    42.9    54.0
[15]    58.3    63.6    70.5    71.4    82.0    97.7   104.3
107.5   114.1   114.7   118.2   120.2   125.2   128.0
[29]   149.2   155.2   189.7   199.1   210.5   221.3   225.4
231.6   233.2   246.2   247.9   277.3   312.5   330.6
[43]   350.4   357.9   372.7   376.6   419.6   508.0   604.8
638.5   658.4   688.1   821.3   825.1   869.9  1545.2
[57]  1952.4  2644.4  5679.9 23995.3

$m:
[1]  0.0002059254  0.0011577304  0.0028493572  0.0052817943
0.0084692398  0.0124330408  0.0171996251  0.0227996249
[9]  0.0292674961  0.0366413872  0.0449631570  0.0542784906
0.0646370924  0.0760929425  0.0887046125  0.1025356416
[17]  0.1176549728  0.1341374573  0.1520644318  0.1715243789
0.1926136822  0.2154374695  0.2401107022  0.2667591106
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[25]  0.2955207007  0.3265471627  0.3600056387  0.3960807544
0.4349769911  0.4769214658  0.5221672068  0.5709970303
[33]  0.6237281543  0.6807177207  0.7423694450  0.8091416778
0.8815572457  0.9602155587  1.0458076294  1.1391348717
[41]  1.2411328647  1.3529017154  1.4757453133  1.6112227457
1.7612166202  1.9280253262  2.1144898978  2.3241720568
[49]  2.5616099809  2.8326957337  3.1452499314  3.5099296475
3.9417277821  4.4625871498  5.1062786497  5.9283425624
[57]  7.0289154484  8.6150284009 11.2255612791 17.1903071047

$pvalue:
[1] 0.008

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena p-value < tingkat signifikansi (alfa)"
```

4. **Data Berdistribusi T(5)**

```
Parameter bentuk pada data bangkitan4 = 3.83184
Parameter skala pada data bangkitan4 = 5.41999
Parameter lokasi pada data bangkitan4 = -5.20237
```
Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%

Keputusan berdasarkan nilai kritis :

```
> keputusan(bangkitan4,0.05,3.83184)
$x1:
[1] -4.22044 -3.09761 -2.89339 -2.56798 -2.25187 -2.17279 -
1.64125 -1.52130 -1.50969 -1.31937 -1.17839 -1.10658
[13] -1.01355 -0.99221 -0.96134 -0.95415 -0.94715 -0.90574 -
0.89577 -0.84331 -0.78438 -0.77457 -0.60298 -0.59946
[25] -0.58442 -0.54001 -0.38581 -0.36567 -0.35461 -0.17745 -
0.10884 -0.08782 -0.07236 -0.06185 -0.04744 -0.04063
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[37]  0.21317  0.26783  0.28546  0.29693  0.31551  0.36053
0.38887  0.39026  0.45560  0.55893  0.61754  0.71489
[49]  0.72405  0.73878  0.81539  0.85905  0.88958  0.94560
1.05032  1.28308  1.48649  1.71365  2.48561  4.45564

$m:
[1] 0.3108963 0.3943049 0.4463433 0.4859164 0.5185452
0.5466834 0.5716566 0.5942698 0.6150521 0.6343716 0.6524962
[12] 0.6696271 0.6859202 0.7014992 0.7164639 0.7308965
0.7448656 0.7584294 0.7716379 0.7845342 0.7971567 0.8095389
[23] 0.8217113 0.8337014 0.8455343 0.8572334 0.8688204
0.8803160 0.8917398 0.9031110 0.9144481 0.9257695 0.9370936
[34] 0.9484391 0.9598249 0.9712710 0.9827979 0.9944277
1.0061839 1.0180921 1.0301803 1.0424797 1.0550253 1.0678570
[45] 1.0810204 1.0945691 1.1085661 1.1230873 1.1382250
1.1540941 1.1708404 1.1886538 1.2077884 1.2285977 1.2515960
[56] 1.2775775 1.3078758 1.3450227 1.3949274 1.4791955

$R2hitung:
[1] 0.9392965

$R2tabel:
        5%
 0.9646398

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung < Rkuadrat tabel"
```

Lanjutan Lampiran 6

Keputusan berdasarkan nilai *P-value* :

```
> keputusan1(bangkitan4,0.05,3.83184,0.9392965)
$x1:
[1] -4.22044 -3.09761 -2.89339 -2.56798 -2.25187 -2.17279 -
1.64125 -1.52130 -1.50969 -1.31937 -1.17839 -1.10658
[13] -1.01355 -0.99221 -0.96134 -0.95415 -0.94715 -0.90574 -
0.89577 -0.84331 -0.78438 -0.77457 -0.60298 -0.59848
[25] -0.58442 -0.54001 -0.38581 -0.36567 -0.35461 -0.17745 -
0.10884 -0.08782 -0.07236 -0.06185 -0.04744 -0.04063
[37]  0.21317  0.26783  0.28546  0.29693  0.31551  0.36053
0.38887  0.39026  0.45560  0.55893  0.61754  0.71489
[49]  0.72405  0.73878  0.81539  0.85905  0.88958  0.94560
1.05032  1.28308  1.48649  1.71365  2.48561  4.45564

$m:
[1] 0.3108963 0.3943049 0.4463433 0.4859164 0.5185452
0.5466834 0.5716566 0.5942698 0.6150521 0.6343716 0.6524962
[12] 0.6696271 0.6859202 0.7014992 0.7164639 0.7308965
0.7448656 0.7584294 0.7716379 0.7845342 0.7971567 0.8095389
[23] 0.8217113 0.8337014 0.8455343 0.8572334 0.8688204
0.8803160 0.8917398 0.9031110 0.9144481 0.9257695 0.9370936
[34] 0.9484391 0.9598249 0.9712710 0.9827979 0.9944277
1.0061839 1.0180921 1.0301803 1.0424797 1.0550253 1.0678570
[45] 1.0810204 1.0945691 1.1085661 1.1230873 1.1382250
1.1540941 1.1708404 1.1886538 1.2077884 1.2285977 1.2515960
[56] 1.2775775 1.3078758 1.3450227 1.3949274 1.4791955

$pvalue:
[1] 0.004

$keputusan:

[,1]
kep1 "tolak H0 yang berarti data tidak berdistribusi weibull
3 parameter"
kep2 "hal ini karena p-value < tingkat signifikansi (alfa)"
```

Lanjutan Lampiran 6

5. Data berdistribusi Weibull (5, 4, 1)

```
Parameter bentuk pada data bangkitan4 = 4.02862
Parameter skala pada data bangkitan4 = 3.41918
Parameter lokasi pada data bangkitan4 = 1.57181
```

Dengan tingkat signifikansi (α) = 5%

Keputusan Berdasarkan Nilai Kritis :

```
> keputusan(bangkitan5,0.05,4.02862)
$x1:
 [1] 2.67151 2.76393 3.05191 3.15126 3.30235 3.43402
 [7] 3.76323 3.83686 3.85972 3.90740 3.95392 3.97349
[13] 3.99329 4.00044 4.00157 4.07977 4.14175 4.17030
[19] 4.21973 4.23066 4.26411 4.27974 4.34714 4.34747
[25] 4.38156 4.39151 4.39329 4.39739 4.50520 4.61994
[31] 4.63354 4.64751 4.70861 4.82417 4.85273 4.91741
[37] 4.92356 4.95087 4.95644 5.07648 5.08034 5.08764
[43] 5.13696 5.14572 5.17997 5.39675 5.51270 5.63007
[49] 5.70184 5.70891 5.80137 5.83027 5.83836 5.87763
[55] 5.93775 5.95866 5.99273 6.08174 6.08295 6.19479

$m:
 [1] 0.3291539 0.4126425 0.4642812 0.5033518 0.5354488
 [6] 0.5630491 0.5874867 0.6095699 0.6298289 0.6486320
[11] 0.6662466 0.6828735 0.6986681 0.7137532 0.7282281
[16] 0.7421743 0.7556599 0.7687423 0.7814710 0.7938887
[21] 0.8060330 0.8179371 0.8296308 0.8411410 0.8524925
[26] 0.8637079 0.8748085 0.8858144 0.8967447 0.9076177
[31] 0.9184516 0.9292639 0.9400723 0.9508947 0.9617493
[36] 0.9726549 0.9836313 0.9946992 1.0058810 1.0172008
[41] 1.0286852 1.0403634 1.0522686 1.0644379 1.0769146
[46] 1.0897486 1.1029992 1.1167373 1.1310495 1.1460433
[51] 1.1618549 1.1786619 1.1967019 1.2163049 1.2379511
[56] 1.2623818 1.2908410 1.3256893 1.3724322 1.4511777

$R2hitung:
[1] 0.9797737
```

Lanjutan Lampiran 6

```
$R2tabel:
        5
 0.9661199

$keputusan:


         [,1]
kep1 "terima H0 yang berarti data  berdistribusi weibull
 3 parameter"
kep2 "hal ini karena Rkuadrat hitung > Rkuadrat tabel"
```

Keputusan Berdsarkan Nilai *P-value* :

```
> keputusan1(bangkitan5,0.05,4.02862,0.9797737)
$x1:
 [1] 2.67151 2.76393 3.05191 3.15126 3.30235 3.43402
 [7] 3.76323 3.83686 3.85972 3.90740 3.95392 3.97349
[13] 3.99329 4.00044 4.00157 4.07977 4.14175 4.17030
[19] 4.21973 4.23066 4.26411 4.27974 4.34714 4.34747
[25] 4.38156 4.39151 4.39329 4.39739 4.50520 4.61994
[31] 4.63354 4.64751 4.70861 4.82417 4.85273 4.91741
[37] 4.92356 4.95087 4.95644 5.07648 5.08034 5.08764
[43] 5.13696 5.14572 5.17997 5.39675 5.51270 5.63007
[49] 5.70184 5.70891 5.80137 5.83027 5.83836 5.87763
[55] 5.93775 5.95866 5.99273 6.08174 6.08295 6.19479

$m:
 [1] 0.3291539 0.4126425 0.4642812 0.5033518 0.5354488
 [6] 0.5630491 0.5874867 0.6095699 0.6298289 0.6486320
[11] 0.6662466 0.6828735 0.6986681 0.7137532 0.7282281
[16] 0.7421743 0.7556599 0.7687423 0.7814710 0.7938887
[21] 0.8060330 0.8179371 0.8296308 0.8411410 0.8524925
[26] 0.8637079 0.8748085 0.8858144 0.8967447 0.9076177
[31] 0.9184516 0.9292639 0.9400723 0.9508947 0.9617493
[36] 0.9726549 0.9836313 0.9946992 1.0058810 1.0172008
[41] 1.0286852 1.0403634 1.0522686 1.0644379 1.0769146
[46] 1.0897486 1.1029992 1.1167373 1.1310495 1.1460433
```

Lanjutan Lampiran 6

```
[51] 1.1618549 1.1786619 1.1967019 1.2163049 1.2379511
[56] 1.2623818 1.2908410 1.3256893 1.3724322 1.4511777

$pvalue:
[1] 0.305

$keputusan:

         [,1]
kep1 "terima H0 yang berarti data  berdistribusi weibull
 3 parameter"
kep2 "hal ini karena p-value > tingkat signifikansi (alfa)"
```