

ANALISIS PREVENTIVE MAINTENANCE JIG WELDING PADA PROSES PERAKITAN SUPPORT ASSY CLUTCH PEDAL UNTUK MOBIL TOYOTA KIJANG INNOVA DI PT. NUSA TOYOTETSU CORP

Roesfiansjah Rasjidin, Indri Wahyuningrum

Dosen Jurusan Teknik Industri - Universitas Indonusa Esa Unggul, Jakarta

Mahasiswa Teknik Industri - Universitas INDONUSA Esa Unggul, Jakarta

roesfiansjah.rasjidin@indonusa.ac.id

Abstrak

PT. Nusa Toyotetsu Corp. Bergerak dibidang otomotif, yaitu memproduksi dan merakit komponen-komponen mobil, bertujuan untuk memenuhi kebutuhan *part-part support assembling* yang dibutuhkan bagi mobil Toyota. Perawatan merupakan masalah yang harus selalu menjadi perhatian perusahaan, terutama dibagian produksi. Salah satu kegiatan dalam *preventive maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga. Masalah membahas *preventive maintenance jig welding* pada proses perakitan *Support Assy Clutch Pedal* untuk mobil kijang innova. *Jig Welding* merupakan salah satu alat bantu yang digunakan pada proses perakitan. Data *preventive maintenance*, kerusakan dan perbaikan pada bulan Januari-Juni 2005 diuji dengan ; Metode Krushall Wallis untuk mengetahui apakah data homogen dan dapat digabungkan. Kemudian pengujian distribusi yang sesuai menggunakan Software Minitab 14 dan mencari nilai *mean* dari masing-masing data. Rata-rata waktu *preventive maintenance* 101,085 jam, rata-rata antar waktu kerusakan 488.865 jam dan rata-rata waktu perbaikan 1,95271 jam. Dari hasil pengolahan data didapatkan nilai *Availability jig welding* 99,6% pada bulan Januari-Juni 2005.

Kata Kunci: *Jig Welding, Preventive Maintenance, Kerusakan, Perbaikan, Availability*

Pendahuluan

Perusahaan industri tidak hanya dituntut untuk memenuhi kebutuhan konsumen dalam ukuran kuantitas yang tepat, waktu yang tepat, serta tempat yang tepat, namun perusahaan industri juga dituntut untuk dapat menghasilkan produk atau jasa yang berkualitas tinggi dan harga yang murah, atau minimal mampu mempertahankan kualitas yang dimiliki oleh produk atau jasa yang dihasilkan.

PT. Nusa Toyotetsu Corp. merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang otomotif di Indonesia, beberapa macam produk

dibuat dan dirakit ditujukan untuk memenuhi kebutuhan *part-part Support Assembling* yang dibutuhkan bagi mobil Toyota dan lainnya.

Perusahaan belum melakukan pengukuran nilai *Availability jig welding* yang merupakan alat bantu pada proses perakitan *Support Assy Clutch Pedal* untuk mobil Toyota Kijang Innova pada bulan Januari – Juni 2005.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *preventive maintenance jig welding* bila dibandingkan dengan nilai *Availability* yang didapat dari *jig welding*

Landasan Teori Perawatan

Perawatan (*maintenance*) dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/ peralatan dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Salah satu kegiatan yang dapat dilakukan adalah *preventive maintenance* yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga.

Teori Homogenitas

Teori Homogenitas bertujuan untuk menilai homogenitas set data yang berbeda. Terdapat sejumlah *k* set observasi, apakah set data tersebut homogen atau tidak dan kemudian dapat digabungkan.

Metode Uji Hipotesis Krushall Wallis

- Misalnya sampel ke – *i* berukuran n_i dengan random variabel. $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$. n merupakan jumlah observasi keseluruhan.

$$n = \sum_{i=1}^k n_i \quad (1)$$

Hipotesis :

H_0 = Semua fungsi distribusi populasi adalah identik

H_1 = Setidaknya satu diantara populasi cenderung lebih besar

- Urutkan n observasi dari yang terkecil hingga terbesar.

R_{ij} = Rangking x_{ij}

R_i = Jumlah rangking sampel ke - *i*

Sehingga

$$R_i = \sum_{j=1}^{n_i} R_{ij} \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

- Statistik Uji K – W

$$T = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (3)$$

dimana : k = jumlah *tools*
 n = jumlah data
 n_i = jumlah data pada tiap-tiap *tools*

- *Critical Value*
Critical Value → Statistik Tabel
 $\chi^2_{k-1, 1-\alpha}$ (Chi – Square) (4)

- Kesimpulan
 $T < \chi^2_{k-1, 1-\alpha}$
 \Rightarrow maka semua set data homogen dan dapat digabungkan.

Pencarian Distribusi yang Sesuai

Pencarian Distribusi yang sesuai menggunakan Software Minitab 14 untuk mendapatkan nilai *mean* dari masing-masing data.

Availability

Dengan kapabilitas perbaikan yang akan membuat sistem menjadi operasional, maka ukuran tambahan untuk performansi sistem adalah *Availability*.

Untuk bisa memprediksi *Availability System*, harus diperhatikan distribusi probabilitas dari kegagalan (*failure*) distribusi probabilitas dari perbaikan (*repair*).

Availability didefinisikan sebagai probabilitas sistem atau komponen melakukan “fungsinya” pada suatu titik waktu atau interval waktu tertentu bila dioperasikan dan dirawat seperti seharusnya. Formula *availability* adalah:

$$Availability = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} \quad (5)$$

Availability dapat digolongkan menjadi tiga bagian yaitu :

1. *Inherent Availability*
Availability Inherent bergantung pada distribusi kerusakan (*failure*) dan distribusi waktu perbaikan (*repair*). *Availability Inherent* ; A_i dinyatakan dalam:

$$A_{inh} = \lim_{T \rightarrow \infty} A(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (6)$$

dimana:

MTBF = *Mean Time Between Failure*

MTTR = *Mean Time To Repair*

2. *Achieved Availability*

Achieved Availability ; A_a
dinyatakan dalam

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} \quad (7)$$

dengan

$$MTBM = \frac{t_d}{m(t_d) + t_d / T_{pm}} \quad (8)$$

$$M = \frac{m(t_d) \bar{MTTR} + t_d / T_{pm} \bar{MPMT}}{m(t_d) + t_d / T_{pm}} \quad (9)$$

dimana :

MTBM = *Mean Time Between Maintenance*

\bar{M} = *Mean System Downtime*

t_d = *Design Life*

$m(t_d)$ = *Cumulative Average Number of Failure*

MTTR = *Mean Time To Repair*

T_{pm} = *Preventive Maintenance Interval*

MPMT = *Mean Preventive Maintenance Time*

3. *Operational Availability*

Availability Operational ; A_o
didefinisikan dengan M

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} \quad (10)$$

dimana :

MTBM = *Mean Time Between Maintenance*

\bar{M} = *Mean System Downtime*

Dari ketiga golongan availability diatas, yang akan dibahas lebih lanjut dan mendalam hanya *Inherent Availability* (A_{inh}).

Metodologi Penelitian

Setelah data-data yang dibutuhkan diperoleh, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut dan dianalisis sehingga dapat menjawab tujuan penelitian. Langkah-langkah pengolahan data dan analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data *preventive maintenance*, kerusakan dan perbaikan yang diperlukan pada waktu yang sama.
2. Melakukan pengolahan data untuk data *preventive maintenance*, kerusakan dan perbaikan menggunakan Teori Homogenitas ; Metode Kurshall Wallis untuk menguji homogenitas data.
3. Menentukan distribusi yang sesuai dengan menggunakan Software Minitab 14 dan menghitung nilai *mean* pada masing-masing data.
4. Mencari nilai *Availability* untuk *jig welding*.

Hasil Dan Pembahasan

Jig welding adalah alat bantu perakitan untuk membentuk satu unit part/ komponen. Yang akan di bahas adalah *jig welding* pada perakitan part / komponen Support Assy Clutch Pedal part no 31380-OKO30 untuk mobil kijang Innova.

Tabel 1. *Jig welding* untuk perakitan part/ komponen *Support Assy Clutch Pedal* part no 31380-OKO30

NO	LINE	ASSY PART LINE NO.
1	6B-1-3	31301-OKO10 JIG ROTARY
2	6B-1-3	31301 OKO10 JIG 1
3	6D-1-2	55107-OKO20 JIG / HANDTOOL (HT-1)
4	6D-1-2	55107-OKO20 JIG / HANDTOOL (HT-2)
5	6D-1-1	31380-OKO20 JIG ASSY

Sumber: PT. Nusa Toyotetsu Corp.

Pengolahan data yang akan dilakukan mengikuti pengujian Teori Homogenitas ; Metode Krushall Wallis,

pengujian distribusi yang sesuai menggunakan Software Minitab 14 dan mencari nilai *mean* serta mencari nilai *availability* untuk jig welding. Data yang akan diolah meliputi data *preventive maintenance*, kerusakan dan perbaikan dari *jig welding*.

Data Preventive Maintenance

Data yang diambil yaitu selang waktu preventive maintenance pada bulan Januari-Februari 2005 (dalam jam).

Tabel 2. Data *Preventive Maintenance*

No	Keterangan	Data																						
1	JIG ROTARY	96	80	112	96	96	112	80	112	80	96	96	112	80	96	112	192	96	112	96	96	112	80	96
2	JIG 1	80	112	80	96	96	112	80	112	80	96	112	80	112	96	96	208	112	80	112	96	80	96	96
3	JIG/HT-1	80	96	112	80	96	112	96	80	96	112	96	96	80	112	80	208	96	112	80	96	96	112	112
4	JIG/HT-2	80	112	96	96	112	112	96	112	80	112	96	96	80	96	112	208	80	112	80	96	96	112	112
5	JIG ASSY	96	80	112	96	96	96	96	80	112	96	80	112	80	112	96	192	112	80	112	96	96	80	112

Sumber: PT. Nusa Toyotetsu Corp

Teori Homogenitas ; Metode Uji Hipotesis Krushall Wallis

- **Rangking Data Preventive Maintenance**

Data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar, dibuat rangking, dan dibuat *total rangking* untuk masing-masing set data jig.

Set data jig Rotary $\Rightarrow \sum R_1 = 1.312$

Set data jig1 $\Rightarrow \sum R_2 = 1.246$

Set data jig/HT-1 $\Rightarrow \sum R_3 = 1.310$

Set data jig /HT-2 $\Rightarrow \sum R_4 = 1.452$

Set data jig Assy $\Rightarrow \sum R_5 = 1.350$

- **Statistik Uji K – W**
 Diketahui :
 k = 5 \Rightarrow jumlah jig
 n = 115 \Rightarrow jumlah data
 n_i = 23 \Rightarrow jumlah data pada masing-masing jig

$$T = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

T = 0,90

- **Critical Value**

$$\chi_{k-1, 1-\alpha}^2 \rightarrow \alpha = 5\% = 0,05$$

$$\chi_{5-1, 1-0.05}^2$$

$$\chi_4^2, 0.95 = 9,488 \Rightarrow \text{Statistik Tabel (Chi – Square)}$$

- **Kesimpulan**

$$T < \chi_{k-1, 1-\alpha}^2$$

$$T < \chi_4^2, 0.95$$

$$0,90 < 9,488$$

❖ *Jadi semua set data homogen dan dapat digabungkan.*

Pengujian Software Minitab 14 untuk memperoleh Distribusi yang sesuai

Untuk mengetahui jenis distribusi yang sesuai, dapat diukur menggunakan *Goodness of Fit Test* (uji kebaikan sesuai) salah satunya adalah Metode Anderson – Darling (AD). Dilihat dari nilai AD yang terkecil dari semua distribusi

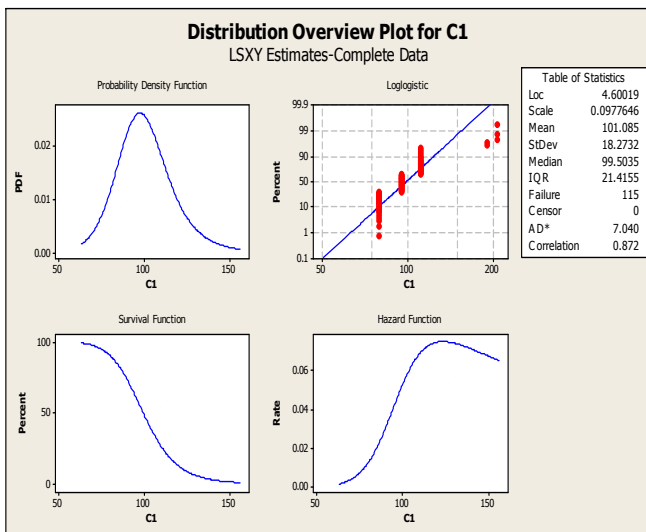
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Correlation

Distribution (adj) Coefficient

Loglogistic 7.040 0.87

- ❖ Pada distribusi *Loglogistic* didapat nilai *mean preventive maintenance* (MPMT = *mean preventive maintenance time*) yaitu 101,085 jam.



Sumber: Hasil Pengolahan Data

Gambar 1. Kurva *preventive maintenance* dengan Distribusi *Loglogistic* menggunakan *software minitab 14*

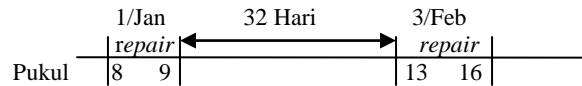
Data Kerusakan

Masing-masing *jig welding* memiliki tingkat kerusakan yang berbeda, diketahui bahwa kerusakan terjadi setiap satu bulan sekali dengan waktu yang berbeda-beda.

Contoh untuk menghitung kerusakkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Shift 2 : } & 01.45 - 05.30 = 3.45 \\ \text{Shift 1 : } & 07.30 - 11.30 = 4 \\ \text{Shift 1 : } & 12.30 - 16.30 = 4 \\ \text{Shift 2 : } & 19.45 - 24.00 = 4.15 + \\ & \text{2 Shift} = 16 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jig Rotary ; Kerusakan pada bulan Januari – Februari 2005



Waktu antar kerusakan (*time between failure*) Jan – Feb

$$\begin{aligned} 1/\text{Jan}: & 09.00 - 11.30 (\text{shift1}) = 2.30 \text{ Jam.menit} \\ & 12.30 - 16.30 (\text{shift 1}) = 4 \\ & 19.45 - 24.00 (\text{shift 2}) = 4.15 + \\ & \hspace{10em} 10.45 \end{aligned}$$

$$1/\text{Jan}-3/\text{Feb}: 32 \text{ hari} * 16 \text{ jam} = 512$$

$$\begin{aligned} 3/\text{Feb}: & 01.45 - 05.30 (\text{shift 2}) = 3.45 \\ & 07.30 - 11.30 (\text{shift 1}) = 4 \\ & 12.30 - 13.00 (\text{shift 1}) = 30+ \\ & \hspace{10em} 8.15+ \\ & \hspace{10em} 531.00 \text{ Jam.menit} \end{aligned}$$

Tabel 3. Data Kerusakan / Failure

NO	KETERANGAN	DATA				
1	JIG ROTARY	531.00	497.15	574.30	454.45	402.30
2	JIG 1	569.45	441.30	558.30	516.45	449.00
3	JIG / HT - 1	388.15	548.15	494.00	369.45	533.45
4	JIG / HT - 2	485.15	365.00	553.45	481.45	481.30
5	JIG ASSY	571.30	401.30	567.15	523.45	488.30

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Teori Homogenitas; Metode Uji Hipotesis Krushall Wallis

Data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar, dibuat *rangking*, dan dibuat *total rangking* untuk masing-masing set data jig.

- Rangking Data Kerusakan (*Failure*)
 - Set data jig 1 $\Rightarrow \sum R_1 = 69$
 - Set data jig 2 $\Rightarrow \sum R_2 = 72$
 - Set data jig 3 $\Rightarrow \sum R_3 = 55$

$$\text{Set data jig 4} \Rightarrow \sum R_4 = 51$$

$$\text{Set data jig 5} \Rightarrow \sum R_5 = 78$$

• Statistik Uji K – W

Diketahui :

k = 5 ⇒ jumlah jig

n = 25 ⇒ jumlah data

n_i = 5 ⇒ jumlah data pada masing-masing jig

$$T = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$$T = 1,96$$

• Critical Value

$$\chi_{k-1, 1-\alpha}^2 \rightarrow \alpha = 5\% = 0,05$$

$$\chi_{5-1, 1-0.05}^2$$

$$\chi_4^2, 0.95 = 9,488 \Rightarrow \text{Statistik Tabel (Chi - Square)}$$

• Kesimpulan

$$T < \chi_{k-1, 1-\alpha}^2$$

$$T < \chi_4^2, 0.95$$

$$1,96 < 9,488$$

❖ Jadi semua set data homogen dan dapat digabungkan.

Pengujian Software Minitab 14 untuk memperoleh Distribusi yang sesuai

Untuk mengetahui jenis distribusi yang sesuai, dapat diukur menggunakan Goodness of Fit Test (uji kebaikan suai) salah satunya adalah Metode Anderson – Darling (AD). Dilihat dari nilai AD yang terkecil dari semua distribusi.

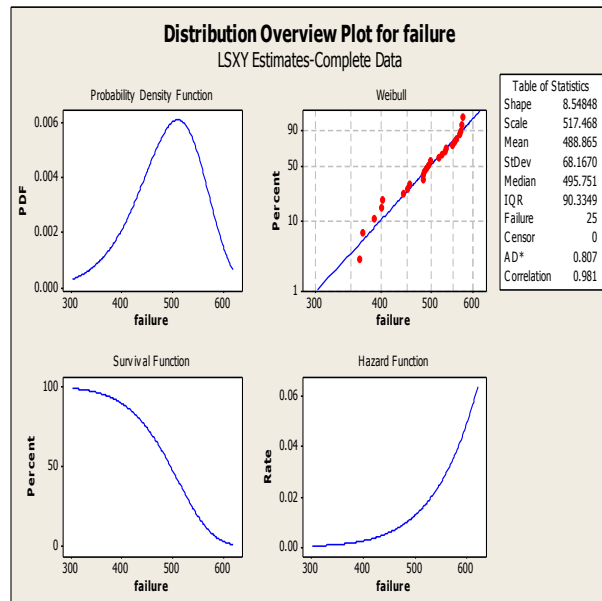
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Correlation

Distribution (adj) Coefficient
Weibull 0.807 0.981

❖ Pada distribusi Weibull didapat waktu rata-rata antara kerusakan (MTBF = mean time between

failure) yaitu 488,865 jam atau 488,865 jam/16 jam = 31 hari.



Sumber: Hasil Pengolahan Data

Gambar 2. Kurva kerusakan dengan Distribusi Weibull menggunakan software minitab 14

Data Perbaikan

Data perbaikan didapat dari bulan Januari s/d Juni 2005. Berikut dibawah ini adalah data perbaikan dalam satuan jam untuk ke 5 jig welding di atas:

Tabel 4. Data Perbaikan

NO	KETERANGAN	DATA					
1	JIG ROTARY	1	3	2.5	2.5	1	2
2	JIG 1	1.5	1	1.5	3	1.5	2.5
3	JIG / HT-1	2	1.5	2	2	2	1.5
4	JIG / HT-2	2.5	2	3.5	2.5	2.5	2
5	JIG ASSY	1.5	1	1.5	1.5	1	3

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Teori Homogenitas; Metode Uji Hipotesis Krushall Wallis

Data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar, dibuat rangking, dan

dibuat *total ranking* untuk masing-masing set data jig.

- **Rangking Data Perbaikan (Repair)**

Set data jig 1 $\Rightarrow \sum R_1 = 87$

Set data jig 2 $\Rightarrow \sum R_2 = 75$

Set data jig 3 $\Rightarrow \sum R_3 = 85$

Set data jig 4 $\Rightarrow \sum R_4 = 144$

Set data jig 5 $\Rightarrow \sum R_5 = 74$

- **Statistik Uji K – W**

Diketahui :

$k = 5 \Rightarrow$ jumlah jig

$n = 30 \Rightarrow$ jumlah data

$n_i = 6 \Rightarrow$ jumlah data pada masing-masing jig

$$T = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$T = 7,28$

- **Critical Value**

$\chi_{k-1, 1-\alpha}^2 \rightarrow \alpha = 5\% = 0,05$

$\chi_{5-1, 1-0.05}^2$

$\chi_4^2, 0.95 = 9,488 \Rightarrow$ Statistik Tabel (Chi – Square)

- **Kesimpulan**

$T < \chi_{k-1, 1-\alpha}^2$

$T < \chi_4^2, 0.95$

$7,28 < 9,488$

- ❖ Jadi semua set data homogen dan dapat digabungkan.

Pengujian Software Minitab 14 untuk memperoleh Distribusi yang sesuai

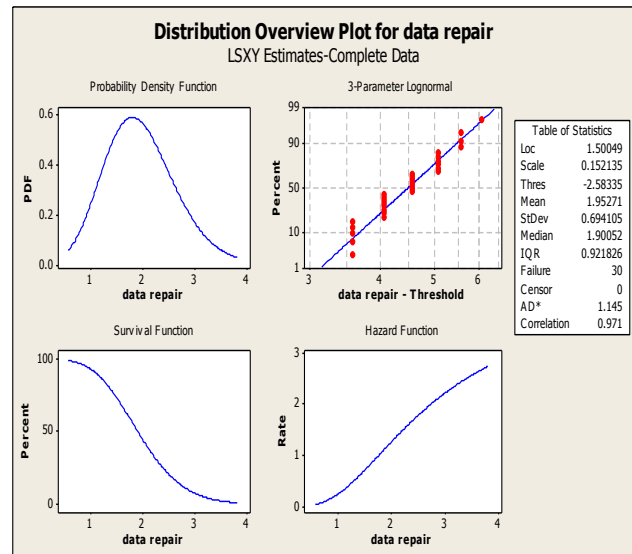
Untuk mengetahui jenis distribusi yang sesuai, dapat diukur menggunakan *Goodness of Fit Test* (uji kebaikan suai) salah satunya adalah Metode Anderson – Darling (AD). Dilihat dari nilai AD yang terkecil dari semua distribusi.

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling Correlation

Distribution (adj) Coefficient

3-Parameter 1.145 0.971
Lognormal



Sumber: Hasil Pengolahan Data

Gambar 3. Kurva Perbaikan dengan Distribusi 3-parameter Lognormal menggunakan Software minitab 14

- ❖ Pada distribusi 3-Parameter Lognormal didapat waktu rata-rata perbaikan (MTTR = *mean time to repair*) yaitu 1,95271 jam.

Availability

Untuk dapat memprediksi Availability system, yang harus diperhatikan adalah distribusi probabilitas dari kegagalan / kerusakan (*failure*) dan perbaikan (*repair*). Untuk itu dibutuhkan data kerusakan dan perbaikan. Dan nilai dari MTBF (*mean time between failure*) serta MTTR (*mean time to repair*).

Diketahui :

MTBF = 488,865 jam

MTTR = 1,95271 jam

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \\ &= \frac{488,865}{488,865 + 1,95271} \\ \text{Availability} &= 0.996 = 99,6\% \end{aligned}$$

Berdasarkan *preventive* yang telah dilakukan terhadap ke-5 *jig welding* tersebut, didapatkan nilai *availability jig welding* 99.6%. Artinya *jig welding* telah melakukan 99.6% fungsinya atau telah beroperasi pada bulan Januari – Februari 2005. *Jig welding* memiliki rata-rata waktu perawatan preventive (MPMT) 101, 085 jam.

Untuk mendapatkan nilai *Availability* yang mendekati 100% maka dapat dilakukan dengan memperpendek waktu *preventive maintenance* untuk *jig welding*, yang kemungkinan akan meminimasi waktu kerusakan.

Apabila suatu fasilitas atau peralatan dioperasikan dan dirawat seperti seharusnya maka akan menambah nilai *Availability* atau akan meningkatkan fungsi dari peralatan atau fasilitas tersebut.

Kesimpulan

- Dari hasil pengolahan pada ke-5 *jig welding* menggunakan Teori Homogenitas ; Metode Krushall Wallis terbukti bahwa data *preventive maintenance*, kerusakan dan perbaikan adalah homogen dan masing-masing dapat digabungkan.
- Pada bulan Januari – Juni 2005 *jig welding* memiliki rata-rata waktu *preventive maintenance* yaitu 101,085 jam, rata-rata antar waktu kerusakan 488,865 jam dan rata-rata waktu perbaikan adalah 1,95271 jam.
- Berdasarkan *preventive maintenance* yang telah dilakukan pada *jig welding*, didapatkan nilai *Availability* 99,6% artinya *jig welding* telah melakukan 99,% fungsinya atau telah beroperasi pada bulan Januari – Juni 2005.

Daftar Pustaka

- Assauri, Sofjan, "Manajemen Produksi dan Operasi", Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta, 1999.
- Blanchard, Benjamin S., "*Maintainability*" Jhon Wiley and Son, 1995.
- Buffa, Elwood S., "Manajemen Operasi dan Produksi Modern", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1998.
- Ebeling, Charles E., "*Reliability and Maintainability Engineering*" McGraw Hill, 1997.
- Ma'arif, M. Syamsul, "Manajemen Operasi", PT. Grasindo, Jakarta, 2000.
- Handoko, T. Hani, "Dasar – Dasar Manajemen Produksi dan Operasi", Penerbit BPFE, Yogyakarta, 1999.