

REKAYASA
TEKNOLOGI

Volume 6

No. 2

1-47 Hal.

Jakarta,
Oktober 2013

ISSN: 2088-3838

JURNAL REKAYASA TEKNOLOGI

www.rekayasateknologi.com

Perancangan Aplikasi Sistem Perekrutan Tenaga Kerja Online
Studi Kasus pada PT. Karya Kasih Persada

Aris Martono & Junaidi

Penggunaan Raspberry Pi sebagai Alternatif Micro Controller pada Robot Sederhana

Arry Avorizano & Ahmad Fajar

Sistem MIMO dan Aplikasi Penggunaannya

Emilia Roza & Muhammad Mujirudin

Optimalisasi Produksi Nanopowder ZnO

Henny Yulianti

Analisis Laju Perpindahan Panas pada Dinding Cerobong dengan Panjang 10 M

Andi Saidah

Analisis Keandalan (*Reliability*) Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002
dengan Fungsi Distribusi Weibull

Agus Fikri & Muhammad Irvan

Penerbit:



Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

REKAYASA TEKNOLOGI	Volume 6	No. 2	1-47 Hal.	Jakarta, Oktober 2013	ISSN: 2088-3838
-----------------------	----------	-------	-----------	--------------------------	-----------------

JURNAL REKAYASA TEKNOLOGI

www.rekayasateknologi.com

Perancangan Aplikasi Sistem Perekrutan Tenaga Kerja Online

Studi Kasus pada PT. Karya Kasih Persada

Aris Martono & Jumaidi

Penggunaan Raspberry Pi sebagai Alternatif Micro Controller pada Robot Sederhana

Arry Avorizano & Ahmad Fajar

Sistem Mimo dan Aplikasi Penggunaannya

Emilia Roza & Muhammad Mujirudin

Optimalisasi Produksi Nanopowder ZnO

Henny Yulianti

Analisis Laju Perpindahan Panas pada Dinding Cerobong dengan Panjang 10 M

Andi Saidah

Analisis Keandalan (*Reliability*) Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

dengan Fungsi Distribusi Weibull

Agus Fikri & Muhammad Irvan

Penerbit:



Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

JURNAL

Rekayasa Teknologi

Penanggung Jawab:
Muhammad Mujirudin, S.T.,M.T.

Pemimpin Redaksi:
Rifky, S.T., M.M.

Anggota Redaksi:
Atiqah Meutia Hilda, S.Kom., M.Kom.
Gunarwan Prayitno, Drs. M.Eng.
Harry Ramza, ST., M.T.
PH. Gunawan, ST., M.T.

Penyunting Ahli:
Dr.Arief Heru Kuncoro, Ir., M.T
Muhammad Jafar Elly, S.Kom., M.Si.
Dr.Daan Mugisidi, S.T.
Dwi Astuti, S.T., M.T.
Koes Sarjono, Ir., M.Si.

Pelaksana Teknis:
Oktarina Heriyani, S.Si., MT.

Kesekretariatan:
Agus Fikri, S.T., M.M.
Emilia Roza, S.T., M.Pd.
Muhammad Yusuf Djeli, Drs., M.M.

Distribusi:
Sanwani
Rita Yanti
Junaedi, BSc.

Penerbit:
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

Alamat Sekretariat/Redaksi:
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Jl Tanah Merdeka no. 6 Pasar Rebo Jakarta Timur
Telp. (021) 87782739
Fax. (021) 87782739
Website: www.rekayasateknologi.com
E-mail: jurnal_rekayasateknologi@yahoo.co.id
E-mail: jurnal.rekayasateknologi@gmail.com

Jurnal REKAYASA TEKNOLOGI diterbitkan dua kali setahun merupakan jurnal yang memuat makalah hasil penelitian; abstrak skripsi, tesis, atau disertasi; hasil pemikiran konseptual (nonpenelitian); tinjauan buku; dan laporan atau obituari bidang teknologi. Penerbitan jurnal ini bertujuan sebagai media komunikasi untuk menyebarkan hasil-hasil penelitian atau pemikiran yang berkaitan dengan rekayasa teknologi serta penerapannya dalam masyarakat.

DAFTAR ISI

Perancangan Aplikasi Sistem Perekrutan Tenaga Kerja Online Studi Kasus pada PT. Karya Kasih Persada <i>Aris Martono & Jumaidi</i>	1
Penggunaan Raspberry Pi sebagai Alternatif Micro Controller pada Robot Sederhana <i>Arry Avorizano & Ahmad Fajar</i>	10
Sistem Mimo dan Aplikasi Penggunaannya <i>Emilia Roza & Muhammad Mujirudin</i>	14
Optimalisasi Produksi Nanopowder ZnO <i>Henny Yulianti</i>	21
Analisis Laju Perpindahan Panas pada Dinding Cerobong dengan Panjang 10 M <i>Andi Saidah</i>	33
Analisis Keandalan (<i>Reliability</i>) Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002 dengan Fungsi Distribusi Weibull <i>Agus Fikri & Muhammad Irvan</i>	39

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Jurnal Rekayasa Teknologi kembali menyapa pembaca dengan terbitan yang keenam di tahun ketiga. Sebagai jurnal ilmiah, "Rekayasa Teknologi" terus konsisten menyebarkan informasi ilmiah yang berupa konsep pemikiran dan hasil penelitian. Redaksi jurnal senantiasa menghimbau pembaca agar dapat meluangkan waktu dan menyisihkan pikirannya untuk berkontribusi dalam jurnal ini dengan mengirimkan naskah artikel bidang keahlian masing-masing yang serumpun dengan teknik informatika, elektro, dan mesin.

Di tengah kabar kurang sedap terhadap dunia pendidikan tinggi di negara ini mengenai gejala dan fakta plagiarisme, seyogyanya setiap insan akademis berkomitmen untuk memproduksi dan memasarkan karya ilmiah yang asli. Sangat ironis dan sungguh memprihatinkan jika karya ilmiah yang berupa makalah, jurnal, atau buku merupakan produk plagiat. Dunia pendidikan adalah harapan terakhir yang masih dapat menyisakan idealisme di sekeliling bidang lain yang sudah terbuai dalam pragmatisme. Jika tidak ada lagi idealisme di dunia pendidikan, maka akan sia-sia untuk berbicara tentang peradaban dan kemajuan. Oleh karena itu wacana dan pencanangan pendidikan karakter kepada peserta didik seharusnya dimulai lebih dahulu kepada pendidik itu sendiri. Utamanya, karakter kejujuran dan objektivitas dalam karya ilmiah.

Dalam penerbitan jurnal "RekTek" edisi di bulan pertama Fakultas Teknik UHAMKA menempati kampus barunya ini, tetap menyajikan enam tulisan yang terdiri dari bidang teknik informatika, elektro, dan mesin.

Redaksi mengapresiasi penulis yang naskahnya dimuat dan mengucapkan terima kasih kepada pihak sejawat yang turut andil dalam penerbitan. Semoga keberadaan di tempat yang baru, menumbuhkan semangat baru dalam berkarya. Karya ilmiah yang baru.

Redaksi

Analisis Keandalan (*Reliability*) Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002 dengan Fungsi Distribusi Weibull

Agus Fikri^{1*} & Muhammad Irvan²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Prof.DR.HAMKA, Jakarta.

Jl. Tanah Merdeka no. 6 Pasar Rebo Jakarta Timur

Telp. +62-21- 87782739, Fax. +62-21-87782739, Mobile +6281318089109

E-mail : Agusfikri71@gmail.com

Ahstrak

Pada sistem produksi seluruh mesin yang berhubungan penciptaan nilai tambah dari suatu benda atau produk harus dapat berfungsi dengan baik, karena kegagalan pada salah satu mesin dapat mengganggu proses, bahkan lebih ekstremnya dapat menghentikan proses produksi secara keseluruhan. Untuk menjaga tetap berlangsungnya kegiatan produksi tanpa terjadinya gangguan dengan waktu yang panjang, maka secara khusus diperlukan penentuan dan analisis terhadap keandalan dalam kegiatan operasional mesin.

Penelitian ini dilakukan dengan mengolah data waktu operasional, dan waktu perbaikan mesin cetak Heidelberg CD-102 2002 menggunakan metode distribusi weibull, sehingga diperoleh pemodelan berupa kurva yang menggambarkan kondisi aktual mesin dan kegiatan perbaikannya. Selanjutnya dengan didapatkannya kurva-kurva tersebut dapat dianalisa laju kerusakan, peluang kerusakan, distribusi kumulatif kerusakan dan yang terpenting adalah keandalan dari mesin cetak.

Berdasarkan hasil pengolahan data dari mesin yang diteliti, diperoleh waktu rata-rata terjadinya kerusakan (MTTF) sebesar 72,894 jam, dan waktu rata-rata terjadinya perbaikan (MTTR) sebesar 1,913 jam. Tingkat keandalan pada saat mesin bekerja sampai batas MTTF masih belum memuaskan yaitu sebesar 36,751%, dengan laju kerusakan yang tinggi pada saat awal mesin bekerja sebelum waktu MTTF. Oleh karenanya diperlukan pengkajian ulang terhadap kegiatan pemeliharaan mesin yang telah dilaksanakan oleh perusahaan selama ini.

Kata Kunci : Metode distribusi weibull, MTTF, MTTR, dan keandalan.

1 PENDAHULUAN

Salah satu ekpektasi pelanggan saat ini, adalah sehubungan dengan kemampuan suatu produk ataupun sistem dalam melakukan fungsinya, atau lebih dikenal dalam istilahnya sebagai suatu keandalan (*reliability*) produk ataupun sistem, yang telah menjadi tinggi dan semakin tinggi. Produk-produk konsumeris sederhana seperti alat-alat elektronika, berbagai peralatan-peralatan kecil, dan peralatan-peralatan mekanik diharapkan dapat bekerja tanpa terjadi kegagalan. Untuk produk-produk ataupun sistem yang lebih kompleks, seperti komputer, kendaraan bermotor, ataupun sistem telekomunikasi, sebagian besar pelanggan masih mentolerir sangat sedikit kegagalan yang terjadi. Walaupun demikian, pada banyak kasus, misalnya: pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, pabrik kimia, rumah sakit, ataupun reaktor nuklir, ketidakandalan (*unreliability*) dari produk atau sistem yang digunakan, selain

mempengaruhi keselamatan manusia juga berakibat buruk pada lingkungan.

Sementara bagi perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur ataupun jasa, tentu harus dapat memberikan perhatian penuh dalam berbagai hal pada kegiatan produksinya untuk memenuhi berbagai ekspektasi yang diberikan oleh pelanggan. Salah satunya adalah dengan menentukan seberapa besar tingkat keandalan mesin atau sistem, dan juga melakukan kegiatan pemeliharaan terhadap mesin-mesin ataupun sistem yang mereka miliki untuk tetap handal dalam kegiatan memproduksi berbagai produk yang dapat memenuhi ekspektasi dari pelanggan.

Secara alamiah tidak ada barang yang dibuat oleh manusia yang tidak bisa rusak, tetapi usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan berkala melalui suatu aktivitas yang dikenal dengan 'pemeliharaan sebaik mungkin'.

2 DASAR TEORI

2.1 Keandalan (*Reliability*)

2.1.1 Definisi Keandalan

Keandalan adalah probabilitas suatu komponen atau sistem akan bekerja sesuai dengan fungsinya ketika dioperasikan selama periode waktu tertentu [4]. Keandalan suatu komponen atau alat sebagai peluang bahwa komponen tersebut akan berfungsi sebagaimana mestinya selama paling sedikit sampai jangka waktu tertentu dalam keadaan percobaan tertentu [7].

2.1.2 Penerapan Distribusi Pada Keandalan

Pada distribusi Weibull terdapat parameter skala (θ) dan parameter bentuk (β). Misalkan $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ adalah sejumlah data waktu antar kerusakan sistem yang disusun menurut urutan terkecil, untuk setiap t_i ($i=1,2,3,\dots,n$) berlaku hubungan sebagai berikut [4]:

$$F(t_i) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \quad (1)$$

Keterangan : t_i = *time to failure* atau *time to repair* yang ke- i ; i = urutan sejumlah data waktu antar kerusakan sistem yang disusun menurut urutan terkecil; n = banyaknya data.

Dengan menggunakan persamaan garis:

$$y_i = a + bx_i \quad (2)$$

Dimana, $x_i = \ln t_i$ (3)

$$y_i = \ln \ln \left[\frac{1}{1 - F(t_i)} \right] \quad (4)$$

Setelah itu dengan menggunakan persamaan *least square* untuk mencari nilai a dan b :

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{x} \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2} \quad (5)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (6)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (7)$$

Dengan kedua konstanta a dan b maka parameter distribusi Weibull dapat ditentukan :

$$\beta = b \quad (8)$$

$$\theta = e^{\frac{-a}{b}} \quad (9)$$

Selanjutnya apabila telah diperoleh parameter-parameter Weibull dari data pengamatan yang diambil, maka parameter tersebut akan menunjukkan suatu pemodelan dari karakteristik fungsi-fungsi distribusi pada konsep keandalan.

Fungsi-fungsi distribusi Weibull pada konsep keandalan adalah sebagai berikut [4]:

a) Fungsi laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta-1}; \quad (10)$$

dimana $\theta > 0$ $\beta > 0$ dan $t \geq 0$

b) Fungsi kepadatan peluang kerusakan

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (11)$$

c) Fungsi keandalan

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (12)$$

d) Fungsi distribusi kerusakan

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (13)$$

e) Waktu rata-rata antarkerusakan

$$MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (14)$$

2.2 Pengujian Kesesuaian Distribusi

Untuk mengetahui bahwa distribusi data pengamatan sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dilakukan pengujian kesesuaian distribusi dengan metode statistik. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian distribusi menggunakan pengujian S-Mann.

Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : Pola waktu antarkerusakan terdistribusi Weibull

H_1 : Pola waktu antarkerusakan tidak terdistribusi Weibull

Pengujian S-Mann ini adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{k_1 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} [(h t_{i+1} - h t_i) / M_i]}{k_2 \sum_{i=1}^{k_1} [(h t_{i+1} - h t_i) / M_i]} \quad (15)$$

Dimana :

$$k_1 = \left[\frac{r}{2} \right] \quad (16)$$

$$k_2 = \left[\frac{r-1}{2} \right] \quad (17)$$

$$Z_i = h \left[-h \left(1 - \frac{i-0.5}{n+0.3} \right) \right] \quad (18)$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z_i \quad (19)$$

Keterangan: M =nilai dari *S-Mann Test*; r = banyaknya data; t_i =*time to failure* atau *time to repair* yang ke- i ; $t_{i,j}$ =nomor data

Kerusakan (1,2,3, ..., n) & n = banyaknya data.

Jika $M < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan terdistribusi secara Weibull. Untuk nilai F_{tabel} didapatkan dari tabel distribusi F .

2.3 Maintainability

$$MTTR = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

2.4 Availability

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi:

1. Prosedur pemeliharaan yang dijalankan saat ini.
2. Data jenis kerusakan mesin produksi dalam waktu 1 tahun sebelumnya.
3. Data waktu perbaikan dan waktu operasional mesin produksi dalam selang waktu 1 tahun sebelumnya.

3.2 Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data yang akan dilakukan selanjutnya adalah sebagaimana yang

dijelaskan pada sub bab 3.2.1 sampai dengan sub bab 3.2.4.

3.2.1 Pengujian Distribusi

Pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian S-Mann untuk distribusi Weibull.

Pada pengujian S-Mann langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Data diurutkan berdasarkan waktu yang paling kecil sampai waktu yang besar
- b. Kemudian data dimasukkan ke dalam rumus pengujian S-Mann
- c. Setelah didapat nilai pengujian S-Mann, langkah selanjutnya menentukan denominator, numerator
- d. Nilai derajat kebebasan untuk denominator dan nilai derajat kebebasan untuk numerator yang berguna untuk mencari nilai F dengan berdasarkan Tabel Distribusi F
- e. Setelah nilai pengujian S-Mann dan nilai F didapatkan. Maka ditentukan apakah $M < F_{tabel}$, jika ya, maka H_0 diterima dan disimpulkan bahwa data benar terdistribusi secara Weibull. Untuk nilai F_{tabel} didapatkan dari Tabel Distribusi F .

3.2.2 Penaksiran Parameter Distribusi Weibull

Untuk jenis distribusi Weibull, parameter yang dimaksud adalah parameter bentuk (β) dan parameter skala (θ). Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan penaksiran parameter distribusi Weibull adalah sebagai berikut:

- a. Pengurutan data berdasarkan data waktu yang paling kecil sampai waktu yang terbesar.
- b. Menggunakan persamaan garis maka didapatkan variabel x_i dan y_i
- c. Kemudian menggunakan persamaan *least square*, nilai konstanta a dan b didapat.
- d. Dengan diketahui kedua konstanta a dan b maka parameter distribusi Weibull dapat ditentukan.

3.2.3 Menentukan Fungsi-Fungsi Distribusi

Setelah ditaksir parameter yang digunakan pada distribusi kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan fungsi laju kerusakan, fungsi kepadatan peluang kerusakan, fungsi keandalan,

Pengujian S-Mann ini adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{k_1 \sum_{i=k_2+1}^{r-1} [(h t_{i+1} - h t_i) / M_i]}{k_2 \sum_{i=1}^{k_1} [(h t_{i+1} - h t_i) / M_i]} \quad (15)$$

Dimana :

$$k_1 = \left[\frac{r}{2} \right] \quad (16)$$

$$k_2 = \left[\frac{r-1}{2} \right] \quad (17)$$

$$Z_i = h \left[-h \left(1 - \frac{i-0.5}{n+0.3} \right) \right] \quad (18)$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z_i \quad (19)$$

Keterangan: M =nilai dari *S-Mann Test*; r = banyaknya data; t_i =*time to failure* atau *time to repair* yang ke- i ; $t_{i,j}$ =nomor data

Kerusakan (1,2,3, ..., n) & n = banyaknya data.

Jika $M < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan terdistribusi secara Weibull. Untuk nilai F_{tabel} didapatkan dari tabel distribusi F .

2.3 Maintainability

$$MTTR = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

2.4 Availability

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi:

1. Prosedur pemeliharaan yang dijalankan saat ini.
2. Data jenis kerusakan mesin produksi dalam waktu 1 tahun sebelumnya.
3. Data waktu perbaikan dan waktu operasional mesin produksi dalam selang waktu 1 tahun sebelumnya.

3.2 Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data yang akan dilakukan selanjutnya adalah sebagaimana yang

dijelaskan pada sub bab 3.2.1 sampai dengan sub bab 3.2.4.

3.2.1 Pengujian Distribusi

Pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian S-Mann untuk distribusi Weibull.

Pada pengujian S-Mann langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Data diurutkan berdasarkan waktu yang paling kecil sampai waktu yang besar
- b. Kemudian data dimasukkan ke dalam rumus pengujian S-Mann
- c. Setelah didapat nilai pengujian S-Mann, langkah selanjutnya menentukan denominator, numerator
- d. Nilai derajat kebebasan untuk denominator dan nilai derajat kebebasan untuk numerator yang berguna untuk mencari nilai F dengan berdasarkan Tabel Distribusi F
- e. Setelah nilai pengujian S-Mann dan nilai F didapatkan. Maka ditentukan apakah $M < F_{tabel}$, jika ya, maka H_0 diterima dan disimpulkan bahwa data benar terdistribusi secara Weibull. Untuk nilai F_{tabel} didapatkan dari Tabel Distribusi F .

3.2.2 Penaksiran Parameter Distribusi Weibull

Untuk jenis distribusi Weibull, parameter yang dimaksud adalah parameter bentuk (β) dan parameter skala (θ). Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan penaksiran parameter distribusi Weibull adalah sebagai berikut:

- a. Pengurutan data berdasarkan data waktu yang paling kecil sampai waktu yang terbesar.
- b. Menggunakan persamaan garis maka didapatkan variabel x_i dan y_i
- c. Kemudian menggunakan persamaan *least square*, nilai konstanta a dan b didapat.
- d. Dengan diketahui kedua konstanta a dan b maka parameter distribusi Weibull dapat ditentukan.

3.2.3 Menentukan Fungsi-Fungsi Distribusi

Setelah ditaksir parameter yang digunakan pada distribusi kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan fungsi laju kerusakan, fungsi kepadatan peluang kerusakan, fungsi keandalan,

fungsi distribusi kumulatif, dan waktu rata-rata antar kerusakan. Fungsi-fungsi ini ditentukan dengan berdasarkan waktu operasi. Setelah didapatkan fungsi-fungsi distribusi kemudian fungsi-fungsi tersebut (kecuali waktu rata-rata antar kerusakan) dibuat kurva, sehingga dapat diketahui karakteristik fungsi-fungsi tersebut.

3.2.4 Menentukan Maintainability dan Availability

Setelah fungsi-fungsi pada distribusi ditentukan, kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan *maintainability* dan *availability*. *Maintainability* ini ditentukan dengan menggunakan parameter weibull dan didasarkan pada data waktu perbaikan. Untuk penentuan *availability* digunakan *MTTF* dan *MTTR*.

3.2.5 Analisis Hasil dari Pengolahan Data

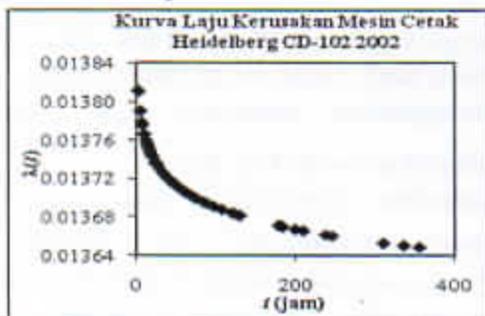
Setelah dilakukan pengolahan data, langkah selanjutnya adalah pembahasan (analisis hasil). Pembahasan ini dimulai dengan melakukan analisis dari hasil pengolahan data yang diperoleh, yaitu berupa kurva yang telah didapatkan dari fungsi-fungsi distribusi weibull.

4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

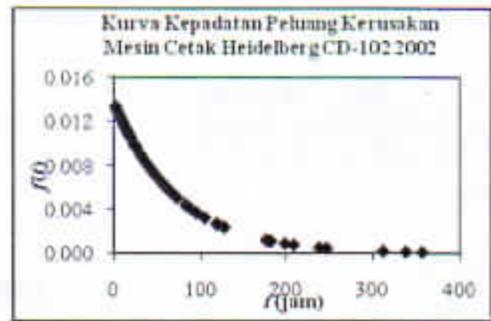
4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan kajian pustaka, metodologi dan data penelitian didapat hasil penelitian berupa kurva-kurva, sebagai berikut:

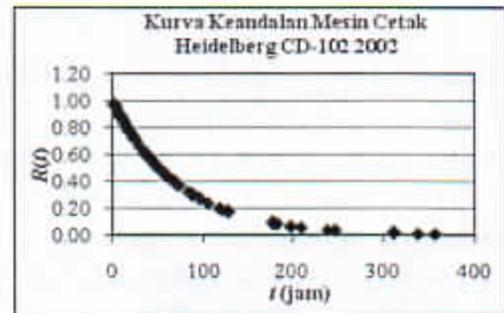
4.1.1 Kurva Distribusi Weibull untuk Waktu Operasional



Gambar 1 Kurva laju kerusakan

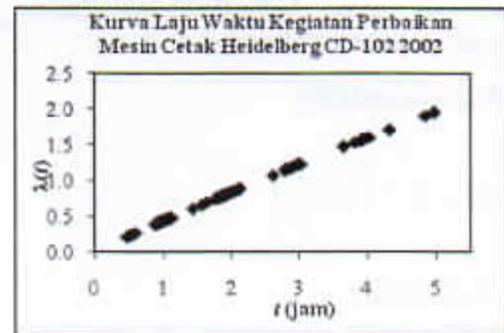


Gambar 2 Kurva kepadatan peluang Kerusakan

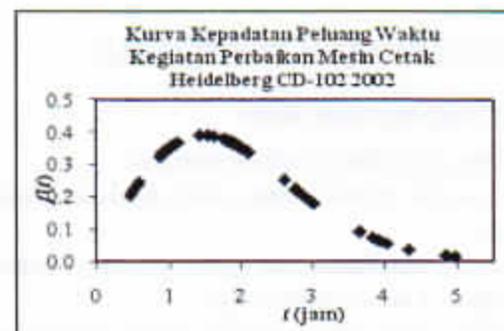


Gambar 3 Kurva keandalan

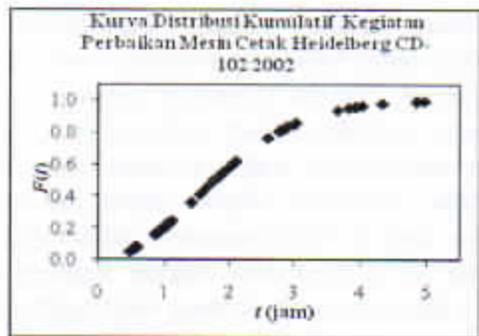
4.1.2 Kurva Distribusi Weibull untuk Waktu Perbaikan



Gambar 4 Kurva laju waktu kegiatan perbaikan



Gambar 5 Kurva kepadatan peluang waktu kegiatan perbaikan



Gambar 6 Kurva distribusi kumulatif kegiatan perbaikan

4.1.3. Maintainability

Dengan menggunakan parameter distribusi weibull pada waktu perbaikan mesin yang diteliti, maka *maintainability* diperoleh berdasarkan rata-rata waktu perbaikan (*Mean Time To Repair*) yang diperoleh, sehingga didapat nilai *maintainability* sebesar 1,9127 jam.

4.1.4. Availability

$$\text{Availability} = \frac{72,8935}{72,8935 + 1,9127}$$

$$\text{Availability} = 97,44\%$$

4.2. Pembahasan

4.2.1. Analisis Parameter Distribusi Weibull Waktu Operasional

1. Kurva Laju Kerusakan Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Berdasarkan kurva dari gambar 1 dapat diketahui tingkat kegagalan mesin dalam menjalankan fungsinya, hal tersebut ditandai dengan cukup tingginya kerusakan pada saat awal mesin bekerja. Kemudian seiring dengan berjalannya waktu, tingkat kegagalan mesin saat beroperasi menurun dan mendekati konstan ketika mesin beroperasi dengan waktu yang lebih lama.

Selanjutnya dengan kondisi operasional seperti yang telah diuraikan diatas, maka sebenarnya dapat diharapkan umur dari suatu kejadian waktu operasional mesin lebih panjang apabila telah melampaui waktu kritisnya (berkisar pada waktu *MTTF*, pada jam ke 72).

Adapun penyebab kegagalan mesin beroperasi yang paling sering terjadi adalah karena kerusakan pada rol mesin cetak. Kondisi ini menunjukkan bahwa bagian operasional yang

berhubungan dengan pemeliharaan mesin harus melakukan pengawasan yang lebih ketat dan membuat jadwal pemeliharaan mesin yang tepat.

2. Kurva Kepadatan Peluang Kerusakan Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Dari kurva pada gambar 2, kepadatan peluang terjadinya kerusakan mesin cetak di waktu awal operasional adalah cukup tinggi, dan seiring berjalannya waktu, peluang terjadinya kerusakan mengalami penurunan sampai mendekati konstan ketika mesin beroperasi dengan waktu yang lebih lama.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, menunjukkan bahwa sebenarnya mesin masih dapat diharapkan untuk dapat bekerja sesuai fungsinya dalam batas waktu yang lebih panjang dibandingkan kondisi yang ada saat ini. Hal tersebut dibuktikan dengan kepadatan peluang kerusakan yang cenderung semakin rendah sampai mendekati konstan pada waktu operasional yang lebih lama.

3. Kurva Keandalan Operasional Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Dari bentuk kurva pada gambar 3. dapat dilihat bahwa kurva tersebut menunjukkan tingkat keyakinan mesin cetak Heidelberg CD-102 2002 akan beroperasi sesuai fungsinya dalam satu periode waktu tertentu, yang kemudian mengalami penurunan di periode-periode awal kegiatan operasionalnya.

Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa kinerja dari kegiatan pemeliharaan mesin yang masih belum maksimal, sehingga pada waktu *MTTF* yang diperoleh, tingkat keyakinan mesin cetak dapat bekerja sampai batas waktu *MTTF* tersebut (72,894 jam) adalah cukup rendah yaitu sebesar 36,751%. Oleh karenanya, dapat dikatakan bahwa tingkat keandalan dari mesin cetak masih cukup rendah. Sehingga sangatlah perlu untuk mengkaji kembali kegiatan pemeliharaan mesin yang dilakukan dan kondisi operasional saat ini, agar tingkat keandalan mesin menjadi lebih tinggi.

4.2.2 Analisis Parameter Distribusi Weibull Waktu Perbaikan

1. Kurva Laju Waktu Kegiatan Perbaikan Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Berdasarkan dari kurva laju waktu kegiatan

perbaikan pada gambar 4. dapat diketahui bahwa kejadian waktu perbaikan yang dilaksanakan, umumnya berada diantara rentang waktu perbaikan 0,5 sampai dengan 2 jam. Selanjutnya berdasarkan kurva diatas juga dapat diketahui bahwa rentang waktu terpadat dalam kegiatan perbaikan mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002* adalah pada 1.5 sampai 2 jam.

Mengetahui hal seperti disebutkan di atas, maka dapat ditunjukkan bahwa kegiatan perbaikan mesin sudah berlangsung dalam waktu yang cukup seragam. Kemudian berdasarkan hasil pengolahan data ternyata rata-rata kegiatan perbaikan mesin cetak, memang menunjukkan bahwa *MTTR* membutuhkan 1,9127 jam.

2. Kurva Kepadatan Peluang Waktu Kegiatan Perbaikan Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Kepadatan peluang waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan berada diantara 1 sampai dengan waktu 2 jam, lebih tepatnya berada di sekitar waktu 1,5 jam. Berdasarkan kondisi tersebut diatas, ternyata kegiatan perbaikan mesin cetak sudah cukup baik dan terjaga pada batas waktu kegiatan perbaikan berkisar 1,5 jam, dimana waktu ini lebih kecil dibandingkan waktu rata-rata kegiatan perbaikan (*MTTR*). Namun demikian berdasarkan data waktu perbaikan, jumlah kejadian kegiatan perbaikan mesin yang dilaksanakan dalam waktu kurang dari 1,5 jam ternyata masih sering terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan perbaikan mesin saat ini dapat lebih ditingkatkan menjadi lebih kecil dari 1,5 jam.

Berdasarkan aktivitas kegiatan perbaikan mesin dapat diketahui adanya kegiatan perbaikan yang berlangsung lebih dari 1,5 jam, contohnya pada bagian rol dan silinder impression mesin cetak. Keadaan ini dapat dirubah yaitu dengan memperbaiki sistem pemeliharaan preventif yang selama ini dilaksanakan.

3. Kurva Distribusi Kumulatif Kegiatan Perbaikan Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Berdasarkan bentuk kurva pada gambar 6, menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan perbaikan mesin dapat selesai dalam waktu tertentu, naik secara konstan sampai dengan waktu perbaikan 5 jam. Artinya semakin tinggi waktu yang disediakan untuk kegiatan

perbaikan, maka tingkat kepercayaannya semakin tinggi. Selanjutnya mengacu pada kurva sebelumnya, dimana kepadatan peluang waktu kegiatan perbaikan terjadi pada waktu 1,5 jam, maka berdasarkan grafik distribusi kumulatif kegiatan perbaikan diatas dapat diketahui bahwa tingkat kepercayaannya adalah hanya sebesar 40%, sementara tingkat kepercayaan 100% didapatkan pada rentang waktu perbaikan 5 jam. Artinya meskipun kepadatan peluang waktu perbaikan adalah sebesar 1,5 jam, tetapi tingkat kepercayaan bahwa mesin dapat selesai diperbaiki hanya 40%. Hal ini, berdasarkan data kerusakan dapat terjadi karena sering terjadinya kerusakan mesin meskipun belum terlalu lama diperbaiki, sehingga tingkat kepercayaannya menjadi rendah.

4.2.3 Analisis Kegiatan Pemeliharaan Mesin Cetak Heidelberg CD-102 2002

Tingkat keandalan mesin masih tergolong rendah. Hal tersebut ditunjukkan dengan tingkat keandalan mesin yang sebesar 36,751%. Nilai tersebut dihasilkan karena perilaku kegiatan operasional atau beban kerja mesin yang harus memenuhi target 100.000 cetakan setiap harinya dalam 18 jam kerja, dan kegiatan pemeliharaan mesin yang dilaksanakan.

Kegiatan pemeliharaan mesin yang telah dilaksanakan saat ini lebih banyak bersifat korektif, yang artinya kegiatan pemeliharaan dilakukan pada saat mesin mengalami gangguan, hal ini menyebabkan waktu kegiatan operasional menjadi terganggu. Walaupun demikian, dari data operasional mesin, ternyata terdapat kejadian yang memiliki waktu operasional yang panjang (sampai dengan 356,167 jam). Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan untuk mencapai tingkat waktu operasional yang lebih panjang dibandingkan *MTTF*.

Sementara itu, tingkat kepercayaan bahwa mesin dapat diperbaiki dalam waktu yang singkat ternyata masih rendah. Tingkat kepercayaan mesin dapat diperbaiki 1,5 jam adalah hanya 40%. Hal tersebut terjadi karena sering terjadinya kerusakan mesin pada waktu operasional meskipun mesin belum terlalu lama diperbaiki.

Berdasarkan uraian diatas, bahwa keandalan mesin dan tingkat kepercayaan terhadap perbaikan yang masih rendah, maka tindakan

yang dapat dilakukan adalah memperbaiki sistem pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) yang telah dilakukan, dimana selama ini kegiatan pemeliharaan pencegahan dilakukan pada rentang waktu tiga bulan dan enam bulan. Sebaiknya kegiatan pemeliharaan pencegahan, berdasarkan data kerusakan mesin dilakukan dalam rentang waktu yang lebih kecil. Selain itu untuk mengurangi terbuangnya waktu operasional akibat lamanya kegiatan perbaikan, maka dapat disediakan *spare part* pengganti yang dapat segera digunakan saat terjadi kerusakan, sehingga keandalan mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002* dapat terjaga.

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Dari nilai parameter skala (θ) = 72,821 dan parameter bentuk (β) = 0,998 pada waktu operasional mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002* yang diperoleh, menunjukkan bahwa tingkat keyakinan mesin akan beroperasi sesuai fungsinya, menurun di periode awal kegiatan operasional. Sehingga pada waktu *Mean Time To Failure (MTTF)*, tingkat keyakinan bahwa mesin dapat bekerja sampai batas *MTTF* (72,894 jam) adalah cukup rendah yaitu sebesar 36,751%. Oleh karenanya dapat dikatakan bahwa tingkat keandalan (*reliability*) mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002* masih belum maksimal.
2. Berdasarkan kurva kepadatan peluang kerusakan mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002*, dapat diketahui bahwa mesin masih dapat diharapkan untuk bekerja sesuai fungsinya dalam batas waktu yang lebih panjang dari *MTTF* waktu operasional mesin, yaitu 72,894 jam.
3. Dari hasil pengolahan data waktu perbaikan mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002*, diperoleh nilai parameter bentuk (β) = 1,930 dan parameter skala (θ) = 2,157, maka dapat disimpulkan bahwa waktu kegiatan pemeliharaan mesin sudah cukup seragam, yaitu pada 1,5 jam.
4. Tingkat ketersediaan (*availability*) untuk mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002* adalah 97,44% dengan nilai *MTTF* sebesar 72,894 jam, namun hal ini bukan berarti mencerminkan tingkat keandalan mesin yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya kejadian kerusakan mesin sebelum *MTTF*.

5.2 Saran

Berdasarkan analisis terhadap kurva fungsi distribusi weibull didapatkan tingkat keandalan mesin cetak *Heidelberg CD-102 2002* secara keseluruhan. Selanjutnya untuk lebih melengkapi dan mendalami penelitian yang sudah dilaksanakan, sebaiknya untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan penentuan dan analisis terhadap tingkat keandalan komponen-komponen mesin cetak *Heidelberg CD-102*, sehingga hasil penelitian akan dapat memberikan informasi yang lebih mendalam.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Blischke, W.R. & Murthy, D.N.P. *Case Studies in Reliability and Maintenance*. John Wiley & Sons, New Jersey (2003).
- [2] Corder, Antony. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Erlangga, Jakarta (1993).
- [3] Dhillon, B.S. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*. CRC Press. London, New York (2006).
- [4] Ebeling, C.E. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. The McGraw Hill Companies Inc, New York (1997).
- [5] Iskandar, B.P. *Penentuan Kebutuhan Pemeliharaan Dengan Menggunakan Reliability Centred Maintenance (RCM)*. ITB, Bandung.
- [6] Ramakumar, R. *Engineering Reliability Fundamental and Application*. Prentice Hall International Inc (1993).
- [7] Walpole, R.E. & Raymond, H.M. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. ITB, Bandung (1986).
- [8] Wang Hongzhou & Hoang Pham *Reliability and Optimal Maintenance*. Springer, New Jersey (2006).