USULAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* DAN *PERIODIC INSPECTION* UNTUK MEMI NIMASI *DOWNTIME* MESIN KRITIS

(Studi Kasus Pada PT. PURA BARUTAMA, KUDUS)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Jurusan Teknik Industri

Oleh :

Nama : Jacky Cahaya Saputra

No Mahasiswa : 01 522 224

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

USULAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* DAN *PERIODIC INSPECTION*

UNTUK MEMINIMASI *DOWNTIME* MESIN KRITIS

(Studi Kasus Pada PT. PURA BARUTAMA, KUDUS)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Jacky Cahaya Saputra

No Mahasiswa : 01 522 224

Yogyakarta, Maret 2007

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. H. Hudaya, MM.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

USULAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* DAN *PERIODIC INSPECTION*
UNTUK MEMINIMASI *DOWNTIME* MESIN KRITIS
(Studi Kasus di PT. PURA BARUTAMA, Kudus)

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama	**:**	**Jacky Cahaya Saputra**
No.Mhs	**:**	**01 522 224**

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 28 Maret 2007

Tim Penguji

Ir. Hudaya, MM.
Ketua

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE.
Anggota I

Ir. Elisa Kusrini, MT.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ YOGYAKARTA ★ FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, P.hD

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk MAMA dan PAPA yang tercinta yang selalu mengorbankan jiwa raga mereka demi ananda

Buat adik-adikku yang tiada henti-hentinya memberikan motivasi dan doanya

MOTTO

"Wahai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan (kepada ALLAH) dengan sabar dan sholat"

(Q.S. Al-Baqarah : 153)

"Dan, barangsiapa yang bertakwa kepada ALLAH niscaya ALLAH akan menjadikan baginya jalan kemudahan dalam urusannya"

(Q.S. Al Thalaq : 4)

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillaahirabbil'aalamien, puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan hidayah, taufiq, serta 'inayah-Nya, sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad SAW, para kerabat, sahabat, serta pengikut setianya hingga hari kiamat nanti, Amien.

Selubungan dengan terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungannya baik secara langsung maupun tidak. Dengan penuh rasa hormat ucapkan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tuaku serta adik-adikku atas segala doa dan kasih sayang yang tiada hentinya.
2. Ir. Hudaya, MM selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan,arahannya dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
4. Ketua Jurusan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Seluruh karayawan PT PURA BARUTAMA Unit Offset yang telah memberikan izin dan segala sesuatu yang penulis butuhkan demi menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Harapan kami semoga karya yang sederhana ini dapat menjadi sumbangan yang berarti bagi kampus tercinta Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 2 Mei 2007

penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
HALAMAN MOTTO v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
ABSTRAKSI xvi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah Dan Asumsi 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI 6
2.1 Pengertian Perawatan 6
2.1.1 Tujuan Perawatan 6
2.1.2 Bentuk Perawatan 7
2.1.3 Definisi Perawatan Pencegahan 8
2.2 Penentuan Unit Kritis 9
2.2.1 Frekuensi Dan Persentase Kumulatif Kerusakan 10
2.2.2 Teori Keandalan 11

2.2.3 *Availability* (Ketersediaan) 13
2.3 Kerusakan 14
2.3.1 Jenis Kerusakan 14
2.3.2 Akibat Kerusakan 14
2.4 Distribusi Kerusakan 15
2.4.1 Fungsi, Parameter dan MTTF Distribusi Weibull 16
2.4.2 Fungsi, Parameter dan MTTF Distribusi Normal 16
2.4.3 Fungsi, Parameter dan MTTF Distribusi Log Normal 17
2.4.4 Fungsi, Parameter dan MTTF Distribusi Eksponensial 18
2.5 Identifikasi Distribusi 18
2.5.1 *Least Square Curve Fitting* 19
2.5.2 Perhitungan *Index Of Fit* 21
2.6 Penaksiran Parameter Untuk Distribusi 21
2.6.1 Penaksiran Parameter Untuk Distribusi 21
2.7 *Goodness of Fit* Test 13
2.7.1 Pengujian Mann (*Mann's Test*) untuk Distribusi Weibull 23
2.7.2 Uji Kolmogorov- Smirnov untuk Distribusi Normal dan Lognormal 24
2.7.3 Uji Barlett's Test untuk Distribusi Eksponensial 25
2.8 *Mean Time To Failure* 26
2.9 *Mean Time To Failure* 26
2.10 Model Penentuan Penggantian Pencegahan Dengan Kriteria Minimasi Downtime 27
2.6.1Model Block Replacement 27
2.6.2Model Age Replacement 28
2.11 Frekuensi Pemeriksaan 30
2.12 Identifikasi Distribusi dan Perhitungan MTTF dan MTTR dengan Minitab 31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 34
3.1 Obyek Penelitian 34
3.2 Data yang Dibutuhkan 34
3.3 Sumber Data 34
3.4 Kerangka Penelitian 35
3.5 Tahapan Penelitian 36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA 39
4.1 Data Umum Perusahaan 39
4.1.1 Sejarah Perusahaan dan Perkembangannya 39
4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan 40
4.1.3 Tenaga Kerja dan Pengaturan Jam Kerja 41
4.1.4 Produk yang Dihasilkan 42
4.1.5 Proses Produksi Produk Kemasan Pepsodent 42
4.1.6 Sistem Perawatan Mesin 45
4.1.6.1 Perawatan Mesin Potong 45
4.1.6.2 Perawatan Mesin Cetak 45
4.1.6.5 Perawatan Mesin Foil 46
4.1.6.5 Perawatan Mesin Laminasi 46
4.1.6.3 Perawatan Mesin Varnish 47
4.1.6.4 Perawatan Mesin Pondz 47
4.1.6.5 Perawatan Mesin Lipat 48
4.2 Data Down Time Kerusakan Mesin di Lini Produksi Kemasan Pepsodent 48
4.3 Penentuan Mesin Kritis di Lini Produksi Kemasan Pepsodent 49
4.4 Identifikasi Komponen Kritis pada Mesin Kritis 50
4.5 Pengolahan Data Waktu Kerusakan Komponen Kritis Mesin Koebau 1 ... 52
4.5.1 Komponen Kritis Mesin Koebau 1 52
4.6 Komponen Impression Cylinder pada Mesin Koebau 1 55

4.6.1 Perhitungan Index of Fit Interval Waktu Kerusakan dengan Metode Least Square Curve Fitting 55
4.6.2 Uji Goodness of Fit Interval Waktu Antar Kerusakan berdasarkan Index Of Fit 62
4.6.3 Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) 64
4.6.4 Perhitungan Index of Fit Waktu Perbaikan dengan Metode Least Square Curve Fitting 65
4.6.5 Uji Goodness of Fit Waktu Perbaikan berdasarkan Index Of Fit 73
4.6.6 Perhitungan Mean Time To Repair (MTTR) 75
4.7 Komponen Plate Cylinder pada Mesin Koebau 1 76
4.7.1 Perhitungan Index of Fit Interval Waktu Kerusakan dengan Metode Least Square Curve Fitting 76
4.7.2 Uji Goodness of Fit Interval Waktu Antar Kerusakan berdasarkan Index Of Fit 77
4.7.3 Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) 78
4.7.4 Perhitungan Index of Fit Waktu Perbaikan dengan Metode Least Square Curve Fitting 78
4.7.5 Uji Goodness of Fit Waktu Perbaikan berdasarkan Nilai Index Of Fit 79
4.7.6 Perhitungan Mean Time To Repair (MTTR) 80
4.8 Interval Waktu Pergantian Pencegahan berdasarkan Kriteria Minimasi Down Time Komponen Impression Cylinder 80
4.9 Interval Waktu Pergantian Pencegahan berdasarkan Kriteria Minimasi Down Time Komponen Plate Cylinder 82
4.10 Interval Waktu Pemeriksaan berdasarkan Kriteria Minimasi Down Time.. 84
4.11 Interval Waktu Pemeriksaan berdasarkan Kriteria Minimasi Down Time.. 85
BAB V PEMBAHASAN 86

5.1. Analisa Penentuan Mesin Kritis 86
5.2. Analisa Penentuan Komponen Kritis 87
5.3. Analisa Terhadap Data Interval Waktu Antar Kerusakan dan Perbaikan, Perhitungan Index Of Fit, Parameter Distribusi, MTTF, MTTR 89
5.3.1 Interval Waktu Antar Kerusakan Dan Perbaikan 89
5.4 Analisa Komponen Impression Cylinder Mesin Koebau 1 90
5.5 Analisa Komponen Plate Cylinder Mesin Koebau 1 93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 96
6.1. Kesimpulan 96
6.2. Saran 98
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perhitungan Total Waktu Pengujian 23

Tabel 4.1 Jadwal *Non Shift* 42

Tabel 4.2 Jadwal *Shift* 43

Tabel 4.3 Mesin yang Digunakan dalam Proses Produksi Kemasan Pepsodent.45

Tabel 4.4 Data *Downtime* Mesin-Mesin Lini Produksi Kemasan Pepsodent..... 49

Tabel 4.5 Perbandingan *Downtime* dan Persentase *Downtime* Kerusakan Mesin di Lini Produksi Kemasan Pepsodent Periode November 2004-Oktober 2006 49

Tabel 4.6 Data downtime kerusakkan komponen pada mesin koebau periode november 2004-oktober 2006 51

Tabel 4.7 Data Waktu Kerusakan Komponen Impression Cylinder 53

Tabel 4.8 Data Waktu Kerusakan Komponen Plate Cylinder 54

Tabel 4.9 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen Impression Cylinder Dengan Distribusi Weibull 55

Tabel 4.10 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen Impression Cylinder Dengan Distribusi Eksponensial ... 57

Tabel 4.11 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen Impression Cylinder Dengan Distribusi Normal 58

Tabel 4.12 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen Impression Cylinder Dengan Distribusi Lognormal 60

Tabel 4.13 Perbandingan Nilai Index Of Fit Interval Waktu Antar Kerusakan ... 62

Tabel 4.14 Uji Kolmogorov Smirnov untuk Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen Impression Cylinder 62

Tabel 4.15 Data Waktu Perbaikan Komponen Impression Cylinder 65

Tabel 4.16 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan
Komponen Impression Cylinder dengan Distribusi Weibull 66
Tabel 4.17 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan
Komponen Impression Cylinder dengan Distribusi Eksponensial 68
Tabel 4.18 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan
Komponen Impression Cylinder dengan Distribusi Normal 69
Tabel 4.19 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan
Komponen Impression Cylinder dengan Distribusi Lognormal 71
Tabel 4.20 Perbandingan Nilai Index Of Fit Waktu Perbaikan Komponen 72
Tabel 4.21 Uji Kolmogorov Smirnov untuk Waktu Perbaikan
Komponen Impression Cylinder 73
Tabel 4.22 Perbandingan Nilai Index Of Fit Interval Waktu Antar
Kerusakan Komponen Plate Cylinder 76
Tabel 4.23 Uji Kolmogorov Smirnov untuk Interval Waktu
Antar Kerusakan Komponen Plate Cylinder 77
Tabel 4.24 Perbandingan Nilai *Index Of Fit* Waktu Perbaikan
Komponen *Plate Cylinder* 78
Tabel 4.25 Uji Mann Test untuk Waktu Perbaikan Komponen *Plate Cylinder* ... 79
Tabel 4.26 Interval Penggantian Komponen Impression Cylinder
Dengan Model Age Replacement 81
Tabel 4.27 Interval Penggantian Komponen *Plate Cylinder*
Dengan Model *Age Replacement* 83
Tabel 5.1 Total *Downtime* Kerusakan Mesin 87
Tabel 5.2 Total Downtime Komponen Kritis 88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Antara Berbagai Bentuk Perawatan 7

Gambar 2.2 Model *Block Replacement* 28

Gambar 2.3 Model *Age Replacement* 29

Gambar 3.1 Flowchart Penelitian 36

Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. PURA BARUTAMA 40

Gambar 4.2 Diagram Pareto Downtime Mesin 50

Gambar 4.3 Diagram Pareto Komponen Kritis Mesin Koebau 1 52

Abstraksi

PT. PURA BARUTAMA unit *Offset* merupakan grup perusahaan industri percetakan kertas terbesar di Indonesia. Pada penelitian tugas akhir ini mengangkat permasalahan yang dihadapi perusahaan dikhususkan pada mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi, yang mana mesin-mesin tersebut merupakan fektor yang berperan penting dalam kelancaran kegiatan di perusahaan. Apabila terjadi suatu kerusakan (*downtime*) pada suatu lini produksi menyebabkan terganggunya kelancaran kegiatan produksi. Mesin yang menjadi obyek penelitian adalah mesin-mesin dalam lini produksi kemasan Pepsodent.

Agar dapat mengatasi permasalahan diatas, perlu dibuat usulan untuk menentukan interval waktu pemeriksaan dan penggantian pencegahan pada mesin-mesin lini produksi tersebut dengan menggunakan kriteria minimasi *downtime*. Langkah pertama adalah menentukan mesin yang paling sering mengalami kerusakan (mesin kritis) berdasarkan *downtime* mesin-mesin yang diamat selama periode November 2004 - Oktober 2006, dimana yang termasuk dalam kategori mesin kritis yaitu mesin cetak Koebau-1. Mesin tersebut dikategorikan kritis karena mempunyai *downtime* terbesar yaitu sebesar 25010 menit dengan persentase *downtime* 57,54 % dari *downtime* lini produksi tersebut. Selanjutnya menentukan komponen dari mesin kritis yang sering mengalami kerusakan, didapatkan komponen *Impression Cylinder* dan *Plate Cylinder* sebagai komponen kritis berdasarkan *downtime* sebesar 9425 dan 3780 menit. Kemudian dari data komponen kritis dilakukan perhitungan *Index of Fit* dengan metode *Least Square Curve Fitting* agar dapat menentukan distribusi yang paling cocok terhadap data data interval waktu kerusakan dan data waktu perbaikan kedua komponen kritis diatas. Selanjutnya dilakukan uji *Goodness of Fit* dengan metode *Maximum Likelihood Estimators* agar mendapatkan estimasi parameter dari distribusi terpilih.

Dari perhitungan diatas didapatkan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) pada suatu data kerusakan. dimana nilai MTTF dan MTTR digunakan untuk melakukan perhitungan interval waktu pemeriksaan dan pencegahan yang meminimasi *downtime*. Dari hasil pengolahan data didapat interval waktu pemeriksaan pada komponen *Impression Cylinder* adalah selama selang waktu 180 jam sekali dengan frekuensi sebesar 4 kali sebulan. Interval waktu pemeriksaan pada komponen *Plate Cylinder* adalah selama selang waktu 240 jam sekali dengan frekuensi sebesar 3 kali sebulan. Interval waktu pergantian pencegahan pada komponen *Impression Cylinder* adalah selama selang waktu 85771 menit sejak komponen pertama kali beroperasi setelah dilakukan pergantian baru. Interval waktu pergantian pencegahan pada komponen *Plate Cylinder* adalah selama selang waktu 195148 menit sejak komponen pertama kali beroperasi setelah dilakukan pergantian baru.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT. PURA BARUTAMA unit *Offset* merupakan bagian dari PURA Group yang merupakan grup perusahaan industri percetakan kertas terbesar di Indonesia. Hal tersebut membuat perusahaan dituntut untuk mempertahankan kepercayaan konsumen. Hasil produksi berupa berbagai jenis kemasan / *packaging* untuk kosmetik, farmasi, rokok, jamu, makanan, minuman dan juga segala jenis percetakan untuk promosi antara lain poster, kalender.

Menepati *due date* dan menghasilkan produk tepat sesuai dengan keinginan konsumen merupakan kunci dalam bersaing di lingkungan manufaktur *Make to Order*. Kerusakan sebuah komponen mesin dari salah satu lini produksi akan berakibat pada munculnya produk cacat dan lebih jauh lagi akan mempersulit manajemen dalam menjadwal ulang mesin-mesin produksi yang ada dan memenuhi *due date* pesanan.

Dalam manajemen perawatan terdapat dua kegiatan pokok, yaitu perawatan terencana dan perawatan tak terencana. (Antony,1996), fungsi perawatan, yaitu pengurangan perawatan darurat, pengurangan waktu menganggur, menaikan ketersediaan (*availability*) produksi, memperpanjang waktu antara *overhaul*, pengurangan pengantian suku cadang, meningkatkan efisiensi mesin, memberikan pengendalian anggaran dan biaya, memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin.

Perawatan mesin yang mempunyai tingkat kekritisan tinggi memerlukan perhatian khusus karena mesin sangat berpengaruh terhadap kelancaran produksi. Salah satu strategi perawatan adalah *preventive maintenance* yaitu melakukan perawatan pada jadwal yang telah ditetapkan sebelum mesin mengalami kerusakan.

Perawatan preventif adalah suatu alternatif kebijaksanaan perawatan yang lebih baik daripada perawatan korektif, karena pada umumnya reparasi mesin setelah mesin rusak sering lebih mahal jika dibandingkan dengan perawatan pencegahannya.

Unit *offset* memiliki 7 jenis mesin; mesin potong, mesin cetak, mesin *hot stamping foil*, mesin laminasi, mesin *varnish*, mesin *pond*, mesin lipat. Tingkat *Availability* mesin di PT. Pura Barutama unit offset menjadi pertimbangan penting dari manajemen perusahaan dalam penentuan strategi kebijakan perawatan mesin terutama mesin yang sifatnya kritis.

Penelitian difokuskan pada lini produksi produk kemasan Pepsodent di PT. PURA BARUTAMA unit *Offset*. Sistem perawatan perusahaan menggunakan dua sistem perawatan, yaitu : perawatan terencana dan perawatan tak terencana. Pergantian komponen pada mesin jarang terjadi karena jenis perbaikan yang dilakukan didominasi oleh perbaikan pencegahan. Perawatan semua mesin pada lini produksi tersebut menjadi sangat penting walaupun demikian, disadari pula bahwa tidak mungkin membuat suatu program yang merencanakan sistem perawatan untuk semua mesin di pabrik atau tidak mungkin semua kerusakan dapat diatasi. Usaha yang mendasar dalam merencanakan perawatan pencegahan adalah dengan cara memberikan perhatian serius pada unit-unit atau komponen-komponen kritis. Jika mesin kritis mengalami *downtime*, akan menimbulkan ketidaklancaran produksi di lini itu dan bagian teknik memegang kendali dalam proses perawatan.

Melihat kondisi di atas perlu dibuat usulan strategi perawatan pencegahan periodik yang akurat pada mesin kritis di lini produksi kemasan Pepsodent untuk meminimasi *downtime* sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dan akhirnya meningkatkan hasil produksi.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang masalah yang ada, maka masalah yang dihadapi adalah :

1. Berapakah interval waktu pergantian pencegahan dan frekuensi pemeriksaan pada komponen kritis di mesin kritis?

1.3 Batasan Masalah Dan Asumsi

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di PT. PURA BARUTAMA unit Offset.
2. Penelitian dilakukan di lini produksi kemasan Pepsodent.
3. Penelitian difokuskan pada mesin kritis dimana pemilihan mesin ditentukan berdasarkan jumlah *downtime* terbesar
4. Faktor-faktor penyebab kerusakan tidak termasuk dalam pembahasan.
5. Data yang digunakan adalah periode November 2004 sampai Oktober 2006 dan dianggap cukup untuk mendukung penelitian
6. Penelitian tidak membahas aspek finansial dari perawatan

Adapun asumsi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kegagalan komponen dan mesin menghentikan produksi.
2. Suku cadang mesin cetak kritis selalu tersedia.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui mesin dan komponen yang dominan mengalami kerusakan dari mesin tersebut.
2. Memberikan usulan interval waktu pergantian pencegahan pada komponen kritis di mesin kritis.

3. Mengetahui interval waktu dan frekuensi pemeriksaan komponen kritis di mesin kritis.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat dijadikan sebagai masukan bagi perusahaan untuk dapat menentukan kebijakan yang berkaitan dengan perawatan mesin yang ada di perusahaan.
2. Memberikan tambahan pengetahuan dan wawasan kepada mahasiswa, khususnya Jurusan Teknik Industri, yang nantinya juga akan terjun ke dunia kerja.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penyusunan laporan tugas akhir yang disusun ini secara keseluruhan terinci sebagai berikut :

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Disamping itu juga berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar–dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA

Menguraikan tentang data-data yang dihasilkan selama penelitian kemudian pengolahan data dengan metode yang telah ditentukan, hasil analisa.

BAB V PEMBAHASAN

Membahas hasil penelitian tentang hasil penelitian yang dilakukan, untuk menghasilkan suatu kesimpulan dan rekomendasinya atau saran yang harus diberikan untuk penelitian lanjutan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh melalui pembahasan hasil penelitian. Rekomendasi atau saran-saran yang perlu diberikan baik terhadap peneliti sendiri maupun kepada peneliti lain yang dimungkinkan hasil penelitian tersebut dapat dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Perawatan

Menurut Anthony Corder (1996), perawatan atau pemeliharaan didefinisikan sebagai suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau untuk memperbaikinya sampai pada suatu kondisi yang diterima.

Perawatan atau maintenance (Assauri, 1993) adalah kegiatan memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan produksi dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau pergantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Perawatan (Handoko, 1984) merupakan kegiatan untuk menjaga segala sesuatu dapat beroperasi yaitu fasilitas-fasilitas produktif dapat beroperasi secara efektif.

2.1.1 Tujuan Perawatan

Pada umumnya tujuan perawatan menurut Sofjan Assauri (1993) adalah :

1. Memungkinkan tercapainya mutu produksi dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan dan pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem
3. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan.
4. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan servis dan perbaikan.
5. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan-gangguan terhadap proses operasi.
6. Memaksimalkan produksi dari sumber-sumber sistem yang ada.
7. Menyiapkan personil, fasilitas dan metodenya agar mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan.

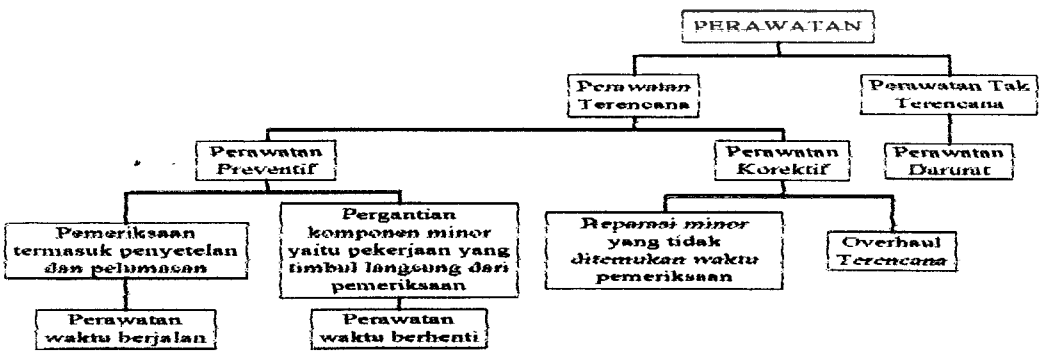
8. Menggunakan sumber daya dan dana seefektif dan seefisien mungkin.

Bagian perawatan berkaitan erat dengan proses produksi karena kegagalan kegiatan perawatan sangat mengganggu kelancaran proses produksi. Dengan adanya kegiatan perawatan yang baik dan efektif, akan mencegah timbulnya kerusakan (*breakdown*) pada waktu yang telah diperkirakan terlebih dahulu. Ada 2 prinsip utama dalam sistem perawatan, yaitu (Vincent Gazpersz, 1992) :

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (*break down period*) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomi.
2. Menghindari kerusakan (*break down*) tidak terencana atau kerusakan tiba-tiba.

2.1.2 Bentuk Perawatan

Perawatan (*maintenance*) dibagi menjadi dua, yaitu perawatan terencana dan perawatan tak terencana. Pada perawatan tak terencana hanya ada satu bentuk, yaitu perawatan darurat, yang didefinisikan sebagai perawatan yang perlu segera dilakukan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan pada peralatan, atau alasan keselamatan kerja. Perawatan terencana dibagi menjadi dua aktivitas utama, preventif dan korektif. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada hubungan antara berbagai bentuk perawatan (Anthony Corder ,1996), pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Hubungan Antara Berbagai Bentuk Perawatan.

2.1.3 Definisi Perawatan Pencegahan

Menurut Sofjan Assauri (1993) pencegahan adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi/keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas-fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Bentuk perawatan pencegahan ini dibagi 2 yaitu :

a. Perawatan rutin

Perawatan rutin adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin setiap hari yaitu dengan pembersihan peralatan, pelumasan, pengecekan oli, pengecekan bahan bakar.

b. Perawatan periodik

Perawatan periodik adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik atau jangka waktu tertentu seperti memeriksa komponen-komponen peralatan.

Jenis jenis perawatan pencegahan antara lain :

a. Perawatan untuk mencegah kerusakan, dengan tindakan ;

1. Penggantian (*Changing*)
2. Pembersihan (*Cleaning*)
3. Perawatan (*Servicing*)
4. Pemeriksaan (*Inspection*)

b. Perawatan untuk mendeteksi kerusakan, dengan tindakan ;

1. Pengujian (*Testing*)
2. Percobaan (*Trial*)
3. Penelitian (*Survey*)

Macam-macam perawatan untuk mencegah kerusakan meliputi tindakan-tindakan seperti :

a. Pemeriksaan

1. Pemeriksaan terhadap sistem siap pakai (*serviceable*), bertujuan untuk melihat apakah ada hal-hal yang menimbulkan kerusakan / kecelakaan.
2. Merupakan tindakan pencegahan kerusakan untuk menentukan jenis dan tingkat kerusakan serta kebutuhan suku cadangnya atau menentukan suatu pekerjaan sesuai prosedur berlaku sehingga mutunya terjamin.
3. Pemeriksaan sistem kondisi tidak siap pakai/rusak (*unserviceable*) untuk menetukan jenis dan kerusakan serta suku cadang yang diperlukan.
4. Pemeriksaan sistem kondisi setelah selesai dirawat, untuk melihat apakah prosedur dan mutu sesuai.

b. *Servicing*

Merupakan perawatan pencegahan yang dilakukan sesuai petunjuk dan prosedur berlaku, seperti : pencucian, pelumasan, dan lain-lain.

c. Perbaikan

Merupakan perawatan tidak terjadwal untuk memperbaiki bagian-bagian rusak atau tidak memenuhi ketentuan. Meliputi pembongkaran, penggantian yang rusak, pemasangan kembali dan pengujian.

Menurut penelitian terdahulu (Didik Wahjudi dan Amelia, 2000), penggunaan *Systematic/scheduled maintenance* untuk penggantian komponen dapat meningkatkan ekspektasi penghematan *total cost* perjam dari *total cost* semula.

2.2 Penentuan Unit Kritis

Program perawatan untuk peralatan maupun mesin harus dilakukan secara terencana. Namun demikian, disadari pula bahwa tidak mungkin membuat suatu program yang merencanakan sistem perawatan untuk semua mesin di pabrik atau tidak mungkin semua kerusakan dapat diatasi. Tetapi dengan adanya program perawatan tersebut sekurang-kurangnya akan dapat mengatasi masalah-masalah yang ada. Usaha yang mendasar dalam merencanakan perawatan pencegahan

dengan cara memberikan perhatian serius pada unit-unit atau komponen-komponen kritis.

Pemilihan strategi sistem perawatan yang tepat dapat memberikan hasil yang optimum dalam pencapaian produktivitas suatu proses produksi dan sistem perawatan untuk komponen kritis yang terbaik adalah *Preventive Maintenance* (Jani Rahardjo *et al.*, 2000). Suatu komponen atau unit dapat dikualifikasikan kritis apabila:

1. Kerusakan unit itu dapat membahayakan kesehatan atau mengancam keselamatan penggunanya.
2. Kerusakan unit dapat mempengaruhi kualitas dari produk.
3. Kerusakan unit dapat menimbulkan kemacetan produksi.
4. Biaya investasi untuk unit itu sangat mahal.

2.2.1 Frekuensi Dan Persentase Kumulatif Kerusakan

Untuk mengetahui unit kritis dilakukan perhitungan frekwensi kumulatif kerusakan dan persentase kumulatif kerusakan unit-unit yang diteliti. Untuk frekwensi kumulatif adalah penjumlahan dari frekwensi kerusakan komponen yang dimaksud dengan banyak kerusakan sebelumnya sebagai contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

$$Fk_n = F_n + Fk(n-1)$$

Dimana : Fk_n = Kumulatif dari kerusakan komponen ke-n

F_n = Frekwensi kerusakan komponen ke-n

$Fk(n-1)$ = Jumlah dari kerusakan mesin sebelumnya (kumulatif dari kerusakan komponen sebelumnya).

Perhitungan persentase dari total persentase kerusakan komponen yang dimaksud dari total kerusakan komponen. Dapat dilihat dibawah ini :

$$Xk_n = \frac{Fk_n}{\sum F} \times 100\%$$

Dimana : Xk_n = Persentase dari kerusakan komponen ke-n (%)

F = Frekwensi kerusakan

Untuk persentase kumulatif dari kerusakan adalah jumlah persentase dari kerusakan peralatan yang dimaksud dengan kumulatif atau jumlah persentase dan kerusakan sebelumnya. Dengan rumus perhitungan adalah sebagai berikut :

$$KXk_n = Xk_n + XK(n-1)$$

Dimana : KXk_n = Persentase kumulatif kerusakan peralatan ke-n

Xk_n = Persentasedari kerusakan peralatan ke-n

$Xk(n-1)$ = Jumlah kumulatif persentase dari kerusakan peralatan sebelumnya

2.2.2 Teori Keandalan

Keandalan (Sachbudi Abbas Ras, 2005) didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan melakukan fungsi yang diinginkan sepanjang suatu periode waktu tertentu bilamana digunakan pada kondisi-kondisi pengoperasian yang telah ditentukan. Menentukan keandalan dalam pengertian operasional mengharuskan definisi di atas dibuat lebih spesifik. Definisi secara spesifik tersebut adalah :

1. Harus ditetapkan definisi yang jelas dan dapat diobservasi dari suatu kegagalan. Berbagai kegagalan ini harus didefinisikan relatif terhadap fungsi yang dilakukan oleh komponen atau sistem.
2. Unit waktu yang menjadi referensi dalam penentuan keandalan harus diidentifikasikan dengan tegas. Sebagai contoh, interval waktu yang ditentukan mungkin didasarkan pada waktu kalender atau jam, jam pengoperasian, atau dalam siklus operasional. Dalam beberapa kasus, keandalan tidak didefinisikan terhadap waktu namun terhadap ukuran lainnya, misalnya kilometer yang telah ditempuh. Untuk sistem produksi, kegagalan bisa didefinisikan dalam terminologi unit atau *batch* yang diproduksi.

3. Komponen atau sistem yang diteliti harus diobservasikan pada performansi normal. Ini mencakup beberapa faktor seperti beban yang didesain, lingkungan, dan berbagai kondisi pengoperasian.

Menurut Ebeling (1997) keandalan adalah probabilitas sebuah komponen atau sistem akan dapat beroperasi sesuai fungsi yang ditetapkan dalam suatu jangka waktu tertentu ketika digunakan dibawah kondisi operasi yang telah ditetapkan.

Keandalan dalam pengertian yang luas dapat dikatakan sebagai ukuran prestasi. Keandalan adalah probabilitas kemampuan sistem menjalankan misi tertentu, dalam kondisi tertentu dan untuk waktu tertentu dengan tidak terjadinya kerusakan.

Dari definisi diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa keandalan berhubungan dengan peluang bersyarat yang diberikan dengan tingkat keyakinan bahwa suatu peralatan atau komponen akan melakukan fungsinya sebagaimana mestinya tanpa mengalami masalah atau kerusakan pada waktu keadaan operasi yang tetap dilaksanakan pada periode waktu yang dipergunakan.

Ada beberapa macam usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dari suatu sistem, yaitu:

1. Membuat desain sistem dengan komponen-komponen yang mempunyai keandalan yang baik.
2. Membuat desain sistem sedemikian rupa sehingga mudah melakukan perawatan, yaitu untuk perbaikan dan inspeksi.
3. Mempergunakan komponen yang pararel dalam *stage* tertentu.
4. Mempersiapkan persediaan di antara *stage* yang penting.
5. Merencanakan perawatan pencegahan, seperti apakah suatu komponen kritis hanya diperbaiki saja atau perlu diganti sebelum ia mengalami kerusakan yang lebih parah.

6. Menyediakan persedian *spare parts* dengan maksud memperkecil rata-rata waktu menganggur.

Karakteristik *Reliability* (keandalan) :

a. *Failure Patern*, meliputi bentuk atau macam kerusakan yang terjadi serta usia terjadinya kerusakan.

b. *Failure Rate*, laju terjadinya kerusakan, yang dinyatakan sebagai Waktu Rata-rata Diantara Kerusakan (MTBF). Yaitu usia rata-rata suatu kelompok item mampu melakukan fungsinya tanpa kerusakan.

c. *Failure Progression Rate*, kerusakan berkembangnya suatu kerusakan, sejak pertama kali dideteksi adanya kerusakan dini sampai terjadinya kerusakan total.

Konsep keandalan sebenarnya muncul akibat perkembangan teknologi modern. Pada awalnya ilmuwan mendapat pengalaman berharga pada saat perang dunia kedua berlangsung. Dimana pada masa perang tersebut metode keandalan digunakan untuk perawatan mesin khususnya peralatan perang yang dipakai.

2.2.3 *Availability* (Ketersediaan)

Availabilitas merupakan peluang dimana komponen atau sistem dapat melakukan fungsi yang diharapkan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan jika dioperasikan dan dirawat dengan kondisi yang ditentukan.

Secara matematis *availability* merupakan rasio waktu operasional dibagi waktu total, yang merupakan penjumlahan waktu operasional ditambah dengan waktu berhenti.

$$Availabilitas = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime}$$

Dimana :

Uptime : merupakan waktu selama mesin dapat bekerja

Downtime : merupakan waktu dimana mesin tidak dapat melaksanakan pekerjaannya.

efektif. Jika semua bentuk desain atau operasi dipertimbangkan, kesempurnaan operasi akan terjamin dan akan dioperasikan dan dipelihara secara aman.

2.4 Distribusi Kerusakan

Distribusi yang umum digunakan untuk data waktu kerusakan adalah distribusi Eksponensial, Weibull, Normal dan Lognormal yang dapat memenuhi berbagai fase kerusakan yang ada. Distribusi-distribusi tersebut sering menunjuk kepada distribusi secara teoritis karena diturunkan secara matematis bukan secara empiris. (Ebeling, 1997)

Data yang digunakan dalam perhitungan dapat dibagi dalam dua jenis yaitu : data diskrit dan data kontinyu. Data diskrit adalah data yang berupa atribut (seperti baik atau buruk, tolak atau terima) atau kejadian (seperti kecelakaan, kelahiran). Jumlah data diskrit dapat disajikan dalam angka maupun proporsi. Dalam prakteknya, data diskrit berupa hasil cacahan, misalnya banyaknya produk yang cacat, frekuensi kerusakan mesin dalam satu tahun di suatu perusahaan.(Walpole, 1982).

Data kontinyu adalah data yang merupakan hasil perhitungan kuantitas. Pengukuran variabel ini hanya dapat dicatat bila pengukuran dilakukan dengan akurat. Dalam prakteknya, data kontinyu berupa hasil pengukuran, misalnya tinggi, bobot, suhu, jarak, umur, dan lain-lain.

Beberapa fungsi dapat digunakan dan sesuai untuk menguraikan distribusi kerusakan, seperti fungsi kepadatan kemungkinan $f(t)$; fungsi kemungkinan kumulatif $F(t)$; dan fungsi laju kerusakan $\lambda(t)$.

Karena data waktu kerusakan merupakan hasil pengukuran, maka data yang digunakan adalah data kontinyu. Sehingga distribusi yang digunakan dalam perhitungan waktu kerusakan adalah distribusi yang sesuai untuk data kontinyu, yaitu : Eksponensial, Weibull, Normal, dan Lognormal.

2.4.1 Distribusi Weibull

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang paling banyak di gunakan untuk waktu kerusakan karena distribusi iini dapat digunakan baik untuk laju kerusakan yang meningkat maupun laju kerusakan yang menurun. Dua parameter yang digunakan dalam distribusi ini adalah :

α = parameter skala

β = = parameter bentuk.

Fungsi-fungsi distribusi Weibul

1. Fungsi Kepadatan Kumulatif :

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\frac{1}{\theta}\right)^{\beta}$$

2. Fungsi Kepadatan Kemungkinan

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta}\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} .\exp^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

3. Reliabilitas :

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

4. Laju Kerusakan:

$$h(t) = \frac{\beta}{\theta}\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad ; \text{untuk } \theta > 0, \beta > 0, t > 0$$

dimana : θ = parameter skala t = waktu

β = parameter bentuk

2.4.2 Distribusi Normal

Distibusi normal yang dikenal dengan bentuknya yang seperti genta dan mempunyai dua parameter bentuk yaitu μ (nilai tengah) dan σ (standar deviasi).

Fungsi Distribusi Normal

1. Fungsi Kepadatan Komulatif

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

2. Fungsi Kepadatan Kemungkinan

$$f(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} x \exp\left(-\frac{1}{2} x \frac{?-\mu}{\theta}\right) dt$$

3. Fungsi Reliabilitas

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

4. Laju kerusakan

$$h(t) = \frac{\exp\left(-\frac{(1-\mu)^2}{(2\sigma)^2}\right)}{\int_1^\infty \exp(-1-\mu)/2\sigma)dt}$$

dimana : μ = harga rata-rata distribusi

σ = standar deviasi

2.4.3 Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal adalah distribusi yang berguna untuk mendeskripsikan distribusi kerusakan dalam berbagai situasi yang bervariasi. Distribusi ini dimengerti hanya untuk t positif dan lebih sesuai dari distribusi normal dalam hal kekuasaan.

Fungsi Distribusi Lognormal

1. Fungsi Kepadatan Komulatif

$$F(t) = \Phi(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}})$$

2. Fungsi Kepadatan Kemungkinan

$$f(t) = \frac{1}{st\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2s^2}\left(\ln\frac{t}{t_{med}}\right)^2\right]$$

3. Fungsi reliability

$$R = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

4. Laju Kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left(\frac{1}{s}\ln\frac{t}{t_{med}}\right)}$$

dimana : s = Parameter bentuk

t_{med} = Parameter lokasi

2.4.4 Distribusi Eksponensial

Distribusi Eksponensial mempunyai laju kerusakan yang tetap terhadap waktu, atau dengan kata lain bahwa probabilitas terjadinya kerusakan tidak bergantung pada umur alat. Kerusakan yang terjadi secara acak biasanya akan mengikuti distribusi ini.Distribusi ini dikenal luas dan banyak dipakai dalam perhitungan keandalan mesin, karena sesuai untuk menerangkan kerusakan peralatan yang disebabkan oleh komponen kritis. Parameter yang digunakan dalam distribusi ini adalah parameter λ yaitu rata-rata kedatangan kerusakan yang terjadi.

Fungsi distribusi Eksponensial

1. Fungsi Kepadatan Komulatif

$$F(t) = 1 - \exp^{(-\lambda t)}$$

2. Fungsi Kepadatan Kemungkinan

$$f(t) = \lambda \exp^{(-\lambda t)}$$

3. Fungsi reliability

$$R(t) = \exp^{(-\lambda t)}$$

4. Laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda = \frac{1}{\theta}$$

2.5 Identifikasi Distribusi

Identifikasi distribusi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *probability plot* dan *least-square curve fitting*. *Probability plot* digunakan bila jumlah sampel terlalu kecil atau data yang digunakan tidak lengkap Sedangkan metode yang

digunakan adalah metode *least-square curve fitting* yang dinilai lebih akurat dibanding *probability plot* karena tingkat subjektivitas untuk menilai kelurusan garis menjadi berkurang. Dengan *least-square curve fitting* distribusi yang terpilih adalah distribusi yang nilai *index of fit*-nya terbesar.

2.5.1. Least-SquareCurve Fitting

A. Perhitungan umum pada *least-squares curve fitting* yaitu :

1. $F(t_i) = \dfrac{i - 0{,}3}{n + 0{,}4}$

   dimana : n = r = jumlah data kerusakan.

   i = urutan data waktu kerusakan

2. $b = \dfrac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$ Distribusi Weibull, Normal,Lognormal

   $b = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$ Distribusi Eksponensial.

3. Intersep : $a = \bar{y} - b\bar{x}$

B. Sedangkan perhitungan khusus untuk tiap distribusi yaitu :

a. Distribusi Weibull

$x_i = \ln t_i$ dimana t_i adalah *time to failure*

$y_i = \ln \ln \left(\dfrac{1}{1 - F(t_i)} \right)$

Parameter : β = b dan $\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$

dimana: ti = *Time to Failure*

θ = parameter skala

β = parameter bentuk

b. Distribusi Normal

$x_i = t_i$ dimana t_i adalah data ke-i.

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{ti - \mu}{\sigma}$$

Parameter : $\sigma = \frac{1}{b}$ dan $\mu = -\left(\frac{a}{b}\right)$

dimana: ti = *Time to Failure*

Zi = dari tabel distribusi normal

μ = nilai tengah

σ = standar deviasi

c. Distribusi Lognormal

$x_i = \ln t_i$ dimana t_i adalah data ke-i.

$$y_i = z_i \; \phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{1}{s}\ln i - \left(\frac{1}{s}\ln t_{med}\right)$$

Parameter : $s = \frac{1}{b}$ dan $t_{med} = e^{-as}$

dimana: ti = *Time to Failure*

Zi = dari table distribusi normal

s = parameter bentuk

t_{med} = parameter lokasi

d. Distribusi Eksponensial

$x_i = t_i$ dimana t_i adalah data ke-i.

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

Parameter : $\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} xiyi}{\sum_{i=1}^{n} xi^2}$

Dimana : ti = *Time to Failure* (repair ke-i)

2.5.2 Perhitungan *Index Of Fit*

Perhitungan *Index Of Fit* atau koefisien korelasi linier antara 2 populasi peubah acak x dan y yang diduga dengan koefisien korelasi contoh r. Bertambah besar nilai r menandakan semakin baik hubungan linier antara x dan y. Pemilihan distribusi yang sesuai ditentukan dengan distribusi yang memiliki *Index Of fit* terbesar.

Rumus *Index Of Fit* :

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

2.6 Penaksiran Parameter untuk Distribusi-Distribusi

2.6.1. Penaksiran Parameter untuk Distribusi-distribusi

Meskipun pada *Least-Square Curve Fitting* telah dihitung parameter-parameter dari distribusi, namun parameter-parameter yang diperoleh ini bukan merupakan estimasi parameter terbaik. Estimasi parameter dengan *Maksimum Likelihood Estimator* (MLE) memberikan hasil estimasi yang lebih akurat. Estimasi parameter untuk tiap-tiap distribusi menggunakan perhitungan sebagai berikut :

1. Distribusi Weibull

Estimasi parameter Distribusi Weibull menggunakan :parameter β, parameter β diperoleh dengan menyelesikan persamaan berikut :

$$g(\beta)\frac{\sum_{i=1}^{r} ti^{\beta}\ln t_i + (n-r)t_r^{\beta}\ln\beta}{\sum_{i=1}^{r} ti^{\beta} + (n-r)t_r^{\beta}} - \frac{1}{\beta} - \frac{1}{r}\sum \ln t_i = 0$$

dimana: r = n untuk data lengkap

r = r untuk data sensor

t_i = data waktu kerusakan ke-i

n = jumlah unit yang diamati

r = jumlah kerusakan yang terjadi

t_r = waktu kerusakan ke-r

Sedangkan parameter Θ diperoleh dari :

$$\theta = \left\{ \frac{1}{r} \left[\sum_{i=1}^{r} ti^{\beta} + (n-r)t_r^{\beta} \right] \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

2. Distribusi Normal

Estimasi parameter distribusi Normal menggunakan :

$$\mu = \bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(t_{i-} \bar{t}_i)^2}{n-1}$$

$$\sigma = \frac{(n-1)s^2}{n} \text{ dengan } s^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(t_{i-} \bar{t}_i)^2}{n-1}$$

dimana : t_i = data waktu kerusakan ke-i

n = jumlah unit yang diamati

3. Distribusi Lognormal

Untuk data lengkap, estimasi parameter distribusi Lognormal menggunakan perhitungan :

$$\mu = \sum_{i=1}^{n} \frac{\ln t_i}{n}$$

$$t_{med} = e^{\mu}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\ln t_i - \mu)}{n}}$$

dimana : t_i = data waktu kerusakan ke-i

n = jumlah unit yang diamati

4. Distribusi Eksponensial

Estimasi parameter Distribusi Eksponensial menggunakan parameter λ. Dimana λ diperoleh dari $= \frac{r}{T}$

dimana : r = Jumlah kerusakan

T = Total waktu pengujian yang perhitungannya dirinci pada tabel

Tabel 2.1 Perhitungan Total Waktu Pengujian

Tipe Data	Total Waktu pengujian
Complate	$\sum_{i=1}^{n} t_i ; r = n$
Type I Censoring	$\sum_{i=1}^{n} t_i + (n-r)t^*$
Type II Censoring	$\sum_{i=1}^{n} t_i \sum_{i=1}^{n} t_i + (n-r)t_r$
Type I Multiply	$\sum_{i=1}^{n} t_i + (n-r-k)t^*$
Type II Multiply	$\sum_{i=1}^{n} t_i \sum_{i=1}^{n} t_i + (n-r-k)t_r$

Keterangan : t_i = waktu kerusakan

t_i^* = waktu kerusakan atau waktu sensor

t^* = waktu test (*type I censoring*)

t_r = waktu pada saat kerusakan ke-r (*type II censoring*)

n = jumlah unit yang diamati (jumlah unit dalam tes)

r = jumlah kerusakan yang terjadi

k = jumlah sensor ganda

2.7 *GOODNESS OF FIT TEST*

Dalam uji *goodness of fit* akan di uji hipotesis nol (Ho) bahwa data mengikuti distribusi pilihan lawan hipotesis alternative (H1) bahwa data tidak mengikuti distribusi pilihan. Pada dasarnya ada 2 jenis uji *goodness of fit*, yaitu umum (*general test*) dan khusus (*specific test*). Uji umum dapat digunakan untuk menguji beberapa distribusi sedangkan uji khusus hanya untuk satu distribusi. Dibandingkan dengan uji umum, uji khusus lebih akurat dalam menolak suatu distribusi yang tidak sesuai. Uji *goodness of fit* yang umum yakni Chi-Square.

2.7.1 Pengujian Mann (*Mann's Test*) untuk Distribusi Weibull

Pengujian ini dikhususkan untuk menguji apakah sampel acak terdistribusi secara Weibull. Pengujian ini dikembangkan oleh Mann. Hipotesis untuk uji ini adalah :

H_0 : Data berdistribusi Weibull

H_1 : Data tidak berdistribusi Weibull

Tes statistik uji Mann ini adalah sebagai berikut :

$$M = \frac{k1 \sum_{i=r/2+1}^{r-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}}{k2 \sum_{i=1}^{r-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}}$$

Dimana :

$$k1 = \frac{r}{2} \qquad k2 = \frac{r-1}{2}$$

$$sMi = Zi + 1 - Zi$$

$$Zi = Ln\left[-Ln\left(1 - \frac{i - 0.5}{n + 0.25)}\right)\right]$$

Keterangan :

M = Nilai dari *Mann's Test*

R = Banyaknya data

ti = *Time to failure/time to repair* ke i

$ti + 1$ = Nomor data kerusakan (1, 2, 3, ..., n)

n = Banyaknya data

jika $M > F$ crit, maka H_1 diterima dan berdistribusi Weibull, untuk nilai F didapatkan dari tabel distribusi F.

2.7.2 Uji Kolmogorov- Smirnov untuk Distribusi Normal dan Lognormal

Uji ini dikembangkan oleh H. W. Lilliefors pada tahun 1967. Uji Kolmogorov-Smirnov adalah uji kesesuaian distribusi yang dapat digunakan untuk distribusi Normal dan distribusi Lognormal. Hipotesis untuk uji ini adalah :

H_0 : Data berdistribusi Normal (Lognormal)

H_1 : Data tidak berdistribusi Normal (Lognormal)

Uji statistiknya adalah : Dn = max {D1,D2}

H_0 akan ditolak jika Dn ≥ Dcrit, nilai Dcrit diperoleh dari tabel *Critical value for the kolmogorov- smirnov tests for normalit* (Lilliefors Test).

Dimana : $D1 = \max\left[\Phi\left(\frac{ti-\bar{t}}{s}\right)-\frac{i-1}{n}\right]$

$D2 = \max\left[\frac{i}{n}\Phi\left(\frac{ti-\bar{t}}{s}\right)\right]$

Dimana : $1 \le i \le n$

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^{n}\frac{ti}{n} \qquad s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(ti-\bar{t}\right)^2}{n-1}$$

Keterangan: ti = Waktu kerusakan ke-i

t = waktu kerusakan

s = standar deviasi

n = banyaknya data kerusakan

27.3 Uji Barlett's Test untuk Distribusi Eksponensial

Pengujian yang digunakan untuk distribusi Eksponensial adalah Uji Barlett's test. Hipotesis untuk uji ini adalah :

H_0 : Data berdistribusi Eksponensial

H_1 : Data tidak berdistribusi Eksponensial

Test Statistik:

$$B = \frac{2r\left[\left(\ln\left(\frac{1}{r}\right)\sum_{i=1}^{r}ti\right)-\left(\left(\frac{1}{r}\right)\sum_{i=1}^{r}\ln ti\right)\right]}{1+\frac{r+1}{6r}}$$

Dimana: B = Nilai uji statistik untuk uji barlett's Test

ti = Data waktu kerusakan

r = Jumlah kerusakan yang terjadi

H_0 diterima bila nilai b jatuh dalam wilayah kritik :

$$X^2_{\frac{1-\alpha}{2}},r-1 < B < X^2_{\frac{\alpha}{2}},r-1$$

Dimana distribusi Chi-Square memiliki r-1 derajat kebebasan.

2.8 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure (MTTF) adalah nilai rata-rata atau nilai yang diharapkan (*expected value*) dari suatu distribusi kerusakan yang didefinisikan oleh fungsi kepadatan peluang $f(t)$ sebagai berikut : (Ebeling 1997)

$$MTTF = E(t) = \int_0^\infty t\, f(t)\, dt$$

$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt}$ sehingga,

$$MTTF = \int_0^\infty -\frac{dR(t)}{dt}\, t\, dt$$

$$MTTF = -t\, R(t)\Big|_0^\infty + \int_0^\infty R(t)\, dt$$

$$MTTF = \int_0^\infty R(t)\, dt$$

Perhitungan MTTF untuk tiap-tiap distribusinya adalah :

1. Distribusi Weibull

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

2. Distribusi Normal

   $MTTF = \mu$

3. Distribusi Lognormal

   $MTTF = t_{med}\, e^{s^2/2}$

4. Distribusi Eksponensial

   $MTTF = \frac{1}{\lambda}$

2.9 Mean Time To Repair (MTTR)

Mean Time To Repair (MTTR) adalah nilai tengah dari fungsi probabilitas untuk waktu perbaikan dari distribusi data waktu perbaikan yang telah diketahui terlebih dahulu. Perhitungan MTTR diperoleh dari rumus : (Ebeling, 1997).

$$MTTR = \int_0^\infty t\, h(t)\, dt = \int_0^\infty (1 - H(t))\, dt$$

dimana : (t) adalah fungsi kepadatan peluang untuk data waktu perbaikan.

H(t) adalah fungsi distribusi kumulatif untuk data waktu perbaikan.

Perhitungan MTTR untuk tiap distribusi yaitu :

1. Distribusi Weibull

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

2. Distribusi Normal

$$MTTR = \mu$$

3. Distrbusi Lognormal

$$MTTR = t_{med}\; e^{s^2/2}$$

4. Distribusi Eksponensial

$$MTTR = \frac{1}{\lambda}$$

2.10 Model Penentuan Penggantian Pencegahan Dengan Kriteria Minimasi Downtime

Model penentuan penggantian pencegahan dengan kriteria minimasi *downtime* dilakukan dengan tujuan untuk menentukan waktu terbaik dilakukannya penggantian pencegahan guna meminimalkan *downtime* persatuan waktu. Kendala yang sering terjadi adanya peningkatan *downtime* penggantian pencegahan seiring dengan bertambahnya frekuensi penggantian pencegahan (Jardine,1973). Dengan konstruksi model :

1. Tf : *Downtime* yang terjadi karena penggantian kerusakkan
2. Tp : *Downtime* yang terjadi karena penggantian pencegahan
3. f(t) : fungsi kepadatan peluang dari waktu kerusakan

Terdapat dua macam model penentuan penggantian pencegahan dengan kriteria minimasi *downtime*, yaitu :

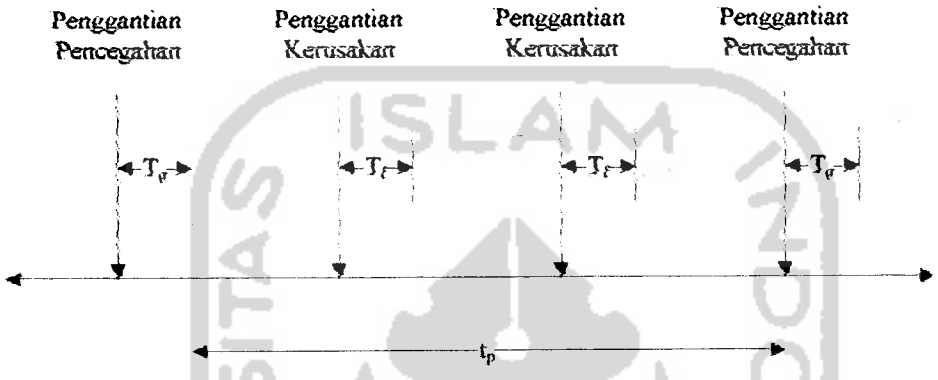
2.10.1 Model *Block Replacement*

Tindakan penggantian dilakukan pada satu interval tetap. Model ini bertujuan untuk menentukan interval penggantian pencegahan (tp) diantara penggantian penggantian pencegahan untuk meminimasi *downtime* per satuan waktu.

Penerapannya dengan melakukan penggantian kerusakan yang terjadi dalam interval (0, tp) mengakibatkan adanya penggantian yang terjadi selama selang interval tersebut serta melakukan penggantian pencegahan pada setiap selang waktu

tp secara konstan. Model ini memungkinkan terjadinya penggantian dalam kurun waktu yang berdekatan, di mana komponen yang baru dipasang setelah penggantian kerusakan harus mengalami penggantian lagi pada saat tiba waktu penggantian pencegahan.

Model ini dapat digambarkan dalam gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2 Model *Block Replacement*

$$D(tp) = \frac{\text{ekspektasi downtime karena kerusakan + downtime karena penggantian pencegahan}}{\text{panjang siklus}}$$

$$D(tp) = \frac{(H(tp)Tf) + Tp}{tp + Tp}$$

Dimana :

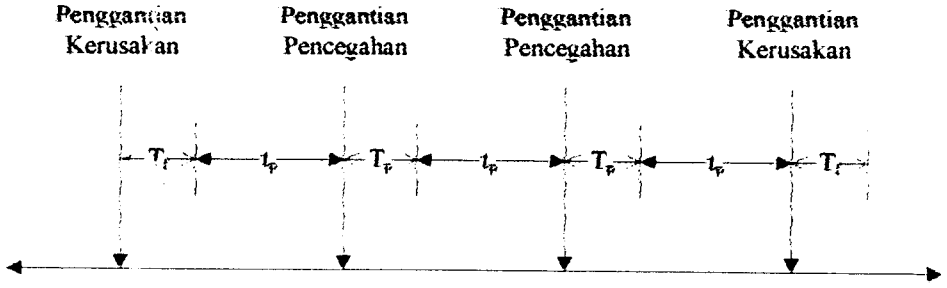
tp = interval waktu penggantian pencegahan

D(tp) = total *downtime* per unit waktu tertentu

H(tp)= ekspektasi jumlah kerusakan pada interval (0, t)

2.10.2 Model *Age Replacement*

Tindakan penggantian dilakukan pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditetapkan jika dilakukan penggantian kerusakan. Model ini dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Model *Age Replacement*

Pada model ini terdapat 2 macam siklus pergantian, yaitu :

1. Siklus pertama di mana komponen telah mencapai umur penggantian (tp) sesuai dengan yang telah direncanakan atau siklus pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan (*preventive maintenance*).
2. Siklus kedua adalah komponen mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya atau siklus kerusakan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian kerusakan (*failure maintenance*).

Konstruksi model :

$$D(tp) = \frac{totalekspektasidowntimepersiklus}{ekspektasipanjangsiklus}$$

Total ekspektasi *downtime* per siklus(EDS) = *Downtime* yang terjadi pada siklus pencegahan (*preventive cycle*) x probabilitas terjadinya siklus pencegahan + ekspektasi *downtime* yang terjadi pada siklus kerusakan (*failure cycle*) x probabilitas terjadinya siklus kerusakan.

Atau :

$(EDS) = Tp \times R(tp) + Tf \times (1-R(tp))$

Ekspektasi panjang siklus kerusakan (EPS) =

Panjang siklus pencegahan x probabilitas terjadinya siklus pencegahan + ekspektasi panjang siklus kerusakan x probabilitas terjadinya siklus kerusakan

Atau :

$(EPS) = (tp+Tp)xR(tp)+(M(tp)+Tf)x(1-Rtp)$

Jika F(t)merupakan fungsi dari *time to failure*, maka probabilitas terjadinya siklus pencegahan (R(tp)) adalah sama dengan probabilitas munculnya kerusakan setelah waktu tp. Maka fungsi keandalan :

$$R(tp) = \int_{tp} tF(t)dt$$

Nilai tengah dari distribusi waktu kerusakan adalah *Mean Time To Failure* (MTTF) dari suatu distribusi adalah :

$$MTTF = \int_{tp} tF(t)dt$$

Di mana pada distribusi normal selang waktu kerusakan ini merupakan rata-rata dari distribusi tersebut. Jika penggantian pencegahan dilakukan pada waktu tp maka nilai tengah dari distribusi kerusakan (M(tp)) adalah :

$$M(tp) = \frac{\int_{0}^{tp} t\,f(t)dt}{1 - R(tp)}$$

Jadi total *downtime* per unit waktu adalah :

$$D(tp) = \frac{Tp \times R(tp) + Tf \times (1 - R(tp))}{(tp + Tp) \times R(tp) + (M(tp) + Tf) \times (1 - R(tp))}$$

Dimana :

Tf = waktu untuk melakukan perbaikan kerusakan komponen

Tp = waktu untuk melakukan penggantian pencegahan

Tp = panjang interval waktu antara tindakan perawatan pencegahan

R(tp) = fungsi probabilitas kehandalan komponen dari kegagalan.

F(t) = 1-R(tp) = fungsi kepadatan peluang dari kegagalan komponen

2.11 Frekuensi Pemeriksaan

Selain pemeriksaan penggantian pencegahan, juga tindakan pemeriksaan yang dilakukan secara berkala, dengan tujuan meminimasi total *downtime* mesin , maka jumlah kerusakan mesin dapat dikurangi total *downtime* setiap satuan waktu dapat dyabarkan dalam bentuk suatu fungsi dari frekuensi pemeriksaan (n) yaitu :

D(n) = jumlah waktu *downtime* untuk perbaikan kerusakan + jumlah waktu *downtime* untuk pemeriksaan

$D(n) = \lambda(n) x Tf + nTi$

Dimana,

$\lambda(n)$ adalah laju kerusakan yang terjadi

Tf adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan

Ti adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pemeriksaan

n adalah jumlah pemeriksaan (frekuensi) yang dilakukan per satuan waktu

Diasumsikan jika laju kerusakan diubah berbanding terbalik dengan jumlah pemeriksaan, maka $\lambda n = \frac{k}{n}$ sehingga $\lambda\ (n) = \frac{k}{n^2}$

Dimana k adalah nilai konstan dari jumlah kerusakan persatuan waktu

Jika persamaan D(n) diatas didiferensialkan akan menjadi :

$D(n) = \frac{xTf}{n^2} + 1 x Ti$

$N = \sqrt{\frac{kTi}{Ti}}$

2.12. Identifikasi Distribusi dan Perhitungan MTTF dan MTTR dengan Minitab

Pada tahap ini untuk membantu dalam pengolahan data dipergunakan software *Minitab*. Dengan mempergunakan software ini, dapat diketahui distribusi dari suatu data downtime serta parameter yang dipakai dalam distribusi tersebut. Dari hasil pengolahan data dengan Minitab dapat juga didapatkan hasil MTTF maupun MTTR.

Langkah-langkah untuk melakukan untuk identifikasi distribusi :

1. Masukan data interval kerusakan pada kolom table yang telah disediakan.
2. Pilihlah menu **Start** kemudian pilihlah menu **Realibility/Survival.**
3. Kemudian pilihlah **Distribution ID Plot-Right Cens.**

4. Pada window yang baru, dapat dipilih variabel yang akan diidentifikasi distribusinya, dan jenis distribusi yang diidentifikasi yaitu Weibull, Eksponensial, Lognormal dan Normal.
5. Pada toolbar **Option**, dapat dipilih metode estimasi yang akan digunakan, yaitu Maximum Likelihood dan Least Square. Metode yang digunakan dalam identifikasi distribusi ini adalah Least Square.
6. Setelah memilih semua pilihan yang ada, pilihlah toolbar **OK**.

   Pada halaman output dapat dilihat hasil pengolahan data yang berupa nilai Anderson-Darling dan Correlation Coefficient untuk setiap distribusi. Kedua nilai ini digunakan untuk menentukan distribusi yang paling cocok untuk data. Anderson-Darling Statistic ini menghitung jarak titik terhadap garis lurus yang telah dibentuk dalam plot probabilitas. Distribusi yang memiliki nilai Anderson-Darling yang terkecil menunjukkan distribusi itu paling cocok untuk penyebaran data. Kebalikannya distribusi yang memiliki nilai Correlation Coefficient yang terbesar menunjukkan distribusi itu paling cocok untuk penyebaran data.

Setelah distribusi yang cocok dengan data sudah ditemukan maka dengan menggunakan Minitab juga dapat dihitung parameter untuk distribusi tersebut. Berikut ini adalah langkah-langkah pengerjaannya :

1. Masukkan data downtime pada kolom tabel yang telah disediakan.
2. Pilihlah menu **Start** kemudian pilihlah menu **Realibility/Survival.**
3. Kemudian pilihlah **Parametric Dist Analysis-Right Cens.**
4. Pada window yang baru, dapat dipilih variabel yang akan diolah dan jenis distribusinya untuk dihitung parameternya.
5. Pada toolbar **Estimate**, dapat dipilih metode estimasi yang akan digunakan, yaitu Maximum Likelihood dan Least Square. Metode yang digunakan dalam identifikasi distribusi ini adalah Maximum Likelihood.

6. Setelah memilih semua pilihan yang ada, pilihlah toolbar **OK**.

Pada halaman output dapat dilihat parameter dari distribusi yang dipilih.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PURA BARUTAMA Unit Offset yang merupakan salah satu grup perusahaan industri percetakkan kertas terbesar di Indonesia. Obyek penelitian ini adalah komponen pada mesin yang digunakan dalam proses produksi khususnya masalah perawatan pencegahan pada komponen kritis di mesin kritis pada lini produksi kemasan kertas Pepsodent ukuran ekonomi.

3.2 Data yang Dibutuhkan

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Data umum perusahaan
2. Data mesin-mesin pada lini produksi kemasan kertas Pepsodent ukuran ekonomi
3. Data kegiatan perawatan mesin
4. Data *downtime* periode November 2004 - Oktober 2006 dari mesin-mesin di lini tersebut.
5. Data waktu kerusakan mesin kritis dan komponen yang rusak periode November 2004 - Oktober 2006

3.3 Sumber Data

Adapun pengumpulan data pada penelitian ini ada dua jenis data, yaitu :

1. Data primer

   Data atau informasi yang diperoleh secara langsung dari obyek yang akan diteliti atau dari sumbernya, yaitu perusahaan yang bersangkutan dengan cara:

a. Metode observasi

Metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung di perusahaan guna memberikan gambaran yang utuh tentang situasi dan kondisi pabrik.

b. Metode wawancara

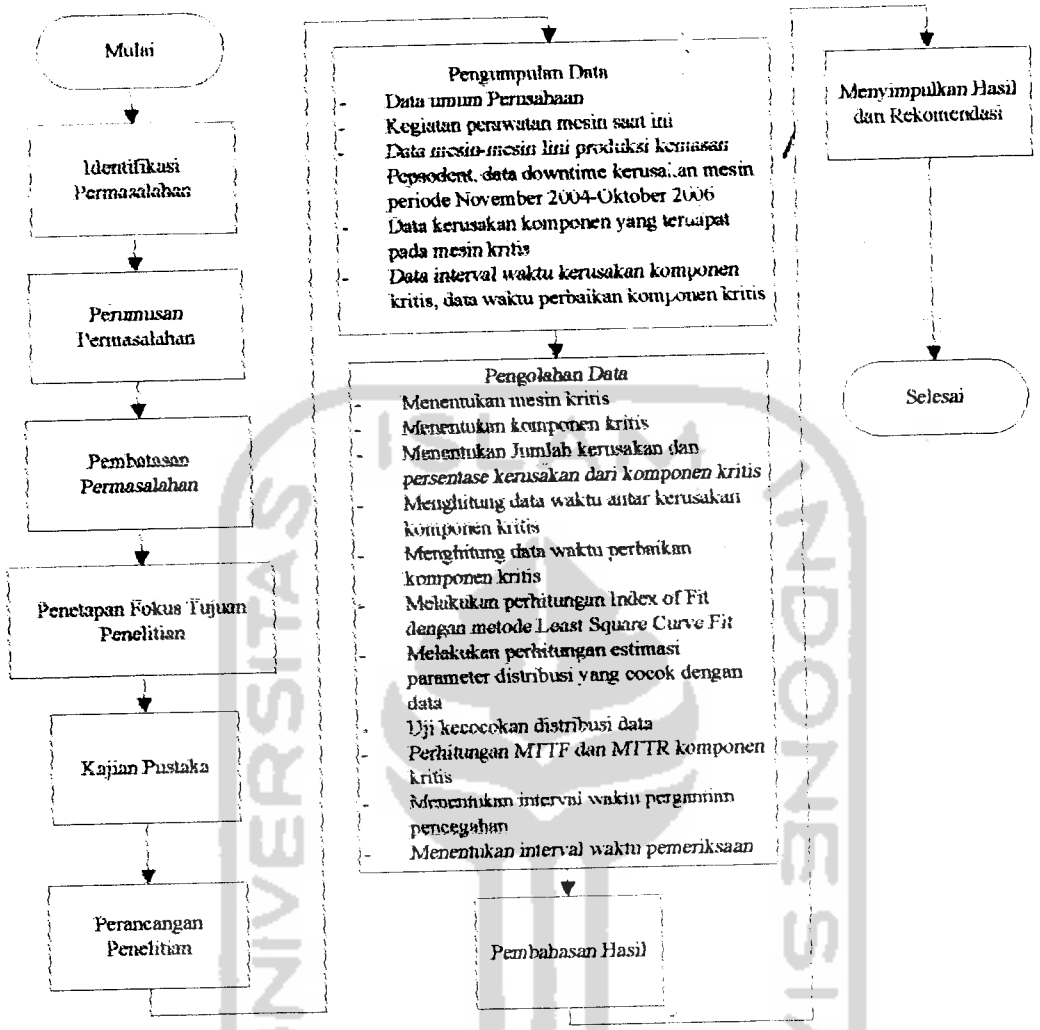
Metode pengumpulan data dengan cara mengadakan wawancara langsung dengan narasumber yang ada di perusahaan guna menjelaskan dan mendukung data-data yang diperoleh dari pengamatan antara lain dengan: Manajer Teknik dan Pengembangan, Pelaksana Teknik, dan Operator. Untuk mengetahui cara kerja dan cara penanganan bila terjadi kerusakan pada obyek penelitian yang dimaksud.

2. Data sekunder

Data yang diperoleh dari dokumen perusahaan, buku-buku perpustakaan dan buku kuliah guna mendukung pembahasan yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah.

3.4 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian adalah suatu langkah-langkah penelitian yang dimulai dari survey pendahuluan sampai pembuatan laporan. Dalam pembuatan laporan ini, penyusun mengemukakan langkah-langkah yang lebih kecil, terinci, sifatnya merupakan kegiatan langkah pemikiran. Adapun langkah-langkahnya dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah adalah tahapan dalam penelitian, yang dijadikan sebagai sarana penganalisaan sumber permasalahan pada objek penelitian. Didalamnya akan memuat alasan keharusan dilaksanakannya penelitian berdasarkan fakta-fakta yang didapatkan. Dalam hal akan mencantumkan permasalahan pokok yang menjadi dasar dilaksanakanya penelitian, serta permasalahan yang harus diselesaikan secara terperinci. Itu dilakukan dalam menyikapi fakta-fakta yang telah didapatkan.

2. Perumusan Permasalahan

Penyusunan informasi mengenai permasalahan yang akan dijawab menjadi suatu rumusan. Permasalahan yang masih tidak jelas harus diperjelas dalam bentuk perumusan yang fungsional. Verbalisasi gagasan dirumuskan agar dapat dipahami orang lain. Rumusan masalah merupakan butir butir yang lebih jelas dan sistematis atas permasalahan yang diungkapkan dalam latar belakang masalah.

3. Pembatasan Permasalahan

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian menjadi terfokus dengan mempertimbangkan keterbatasan dana, waktu, tenaga, kemampuan peneliti serta kualitas dari hasil penelitian. Anggapan dasar dan asumsi yang dipakai perlu dikemukakan untuk penyederhanaan masalah.

4. Penetapan Fokus Tujuan Penelitian

Penetapan tujuan penelitian akan mengemukakan hal-hal yang ingin di capai dari penelitian yang dilakukan secara terperinci, sehingga dapat mengarahkan daripada proses penelitian. Peneliti akan lebih terfokus dalam melakukan penelitian. Dan tentunya tujuan tersebut berhubungan dengan permasalahan penting yang harus di selesaikan berdasarkan fakta yang terdapat pada identifikasi masalah.

5. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan sebagai bekal dalam pelaksanaan penelitian itu sendiri. Disini akan dipelajari berbagai sumber teori yang berkaitan dengan pencarian solusi masalah penelitian. .

6. Perancangan Penelitian

Mengatur sistematika penelitian yang akan dilakukan dengan menyusun metode dan teknik yang diperoleh dari kajian pustaka untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya.

7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam perusahaan/instansi, dimana dalam hal ini data yang akan di ambil berkaitan dengan masalah penelitian. Data dapat diperoleh dengan jalan pengamatan, percobaan atau pengukuran gejala yang diteliti.

8. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diklasifikasi dan diorganisasi secara sistematis. Kemudian data diolah secara logis mengikuti rancangan penelitian penelitian. Pengolahan data difokuskan untuk memberikan kejelasan atau argumentasi mengenai hipotesis yang diajukan dalam penelitian berdasarkan data dan fakta yang diperoleh.

9. Mendiskusikan Hasil

Hasil pengolahan data perlu didiskusikan baik dengan orang atau diri sendiri berdasarkan kajian kajian hasil penelitian terdahulu atau pendapat yang ada di buku yang berhubungan dengan obyek yang diteliti. Hasil yang diperoleh dalam diskusi akan menjadi kesimpulan penelitian serta saran yang harus dilanjutkan.

10. Menyimpulkan Hasil dan Rekomendasi

Kesimpulan sebagai penjelasan mengenai hasil dari penelitian yang di lakukan serta rekomendasi yang di berikan kepada perusahaan menyikapi hal-hal yang di dapatkan dalam proses penelitian yang di harapkan akan adanya perbaikan di masa yang akan datang.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Umum Perusahaan

4.1.1 Sejarah Perusahaan dan Perkembangannya

PT. PURA BARUTAMA pertama kali didirikan di kota Kudus, Jawa Tengah pada tahun 1908. Perusahaan ini bergerak dalam bidang pelayanan jasa sebagai perusahaan percetakan yang melayani pembuatan pembungkus suatu produk berbahan baku kertas. Seiring dengan kemajuan jaman, PT. PURA BARUTAMA semakin meningkatkan teknologi produksinya. Mesin-mesin *printing offset* mulai digunakan pada tahun 1930 untuk mendukung pengembangan usaha percetakan. Perusahaan meningkatkan kembali teknologinya dengan mendatangkan mesin-mesin produksi Jerman pada tahun 1963. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan memperbesar kapasitas produksinya.

Pembukaan cabang perusahaan di Jakarta dilakukan pada tahun 1968 bertujuan untuk mengembangkan usaha di daerah Jawa Barat dan sekitarnya. Pengembangan usaha terus dilakukan dengan pembukaan cabang di Surabaya pada tahun 1971, dan ditambah dengan pendirian PT. PURA ROTO yang memproduksi *Rate Graveture Printing* pada kertas dan *Flexible Packaging*. Pada tahun 1974 didirikan Unit Kertas sebagai penunjang PT. PURA BOX dalam pengadaan *medium linear* dan *kraft linear*. Pada akhirnya, tahun 1983 semua divisi digabungkan dengan PT. PURA BARUTAMA.

PT. PURA BARUTAMA merupakan perusahaan yang pertama kali memproduksi kertas karbon (*carbonless paper*) dan *set containing paper* pada tahun 1984, kemudian, PT PURA BARUTAMA Divisi *Coating* telah dapat memproduksi *siliconized release paper* dan *carktipin paper* pada tahun 1986. PT. PURA menerima penghargaan pada tahun 1987 berupa penghargaan VIII *Trophy For*

4.1.3 Tenaga Kerja dan Pengaturan Jam Kerja

Tenaga kerja pada PT. PURA BARUTAMA sebagai perusahaan yang padat karya dengan didukung oleh teknologi canggih tergantung pada :

1. Tenaga Manusia (*Men Power*).
2. Tenaga Mesin (*Machinery Power*).

Kota Kudus memiliki kemampuan penyediaan tenaga kerja yang cukup baik untuk tenaga kerja terlatih, tenaga kerja tidak terlatih, maupun tenaga kerja tingkat manajer. Sejak awal perkembangannya, Kudus didukung oleh industri manufaktur sehingga fasilitas energi listrik, sarana telekomunikasi, perhubungan dan bahan bakar minyak telah berkembang dalam taraf yang layak.

Sistem kerja di PT. PURA BARUTAMA untuk bagian produksi memakai sistem *shift* di mana jam kerjanya dilakukan secara bergiliran dan masing – masing *shift* memiliki delapan jam kerja. Perusahaan menetapkan jam kerja yang paling cocok untuk melaksanakan kegiatan perusahaan. Jam kerja tersebut harus sesuai dengan Undang-Undang Perburuhan Indonesia dan disetujui oleh Departemen Tenaga Kerja. Perusahaan memiliki hak untuk merubah jam kerja atau hari kerja yang biasa pada setiap waktu, dengan ketentuan bahwa perusahaan harus memperoleh persetujuan atas jam kerja baru itu dari Departemen Tenaga Kerja. Pengaturan jam kerja dibedakan berdasarkan jenis tugas dari tenaga kerja. Jenis tugas tenaga kerja dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

a. Tugas non produksi

Tenaga kerja bertugas untuk mengurusi masalah administrasi, manajemen, keuangan, marketing, penjualan dan hal yang tidak berkaitan langsung dengan proses produksi, misalnya staf bagian administrasi, kepala bagian, manajer,direktur, dan manajer pabrik. Tenaga kerja yang berjenis tugas ini mendapatkan jadwal *non shift*.

Tabel 4.1 Jadwal *Non Shift*

Hari	Jam Kerja	Istirahat
Senin-Kamis	07.30-15.30	11.30-12.30
Jumat	07.30-15.30	11.30-13.30
Sabtu	07.30-13.30	Tanpa Istirahat

b. Tugas produksi

Tenaga kerja bertugas untuk mengurusi masalah pengendalian produksi, pengawasan proses produksi dan pengoperasian mesin produksi, misalnya operator, *supervisor*. Tenaga kerja yang berjenis tugas ini mendapatkan jadwal *shift*. Jadwal ini berlaku untuk tugas tenaga produksi dan setiap *shift* berganti satu minggu sekali.

Tabel 4.2 Jadwal *Shift*

Shift	Jam Kerja
I	06.30-14.30
II	14.30-22.30
III	22.30-06.30

4.1.4 Produk yang Dihasilkan

Produk yang dihasilkan PT. PURA BARUTAMA Unit *Offset* secara umum menghasilkan berbagai jenis kemasan / *packaging* untuk kosmetik, farmasi, rokok, jamu, makanan, minuman dan juga segala jenis percetakan untuk promosi antara lain poster, kalender (Data Perkembangan Hasil Produksi PT. Pura Barutama tahun 2006). Pembahasan dalam penulisan Tugas Akhir ini akan dikhususkan pada lini produksi kemasan kertas Pepsodent ukuran ekonomis pada periode November 2004 hingga Oktober 2006.

4.1.5 Proses Produksi Produk Kemasan Pepsodent

Lantai produksi kemasan kertas Pepsodent hanya terdiri dari satu lini produksi yang melalui pemrosesan di beberapa mesin. Proses produksi kemasan kertas Pepsodent ukuran ekonomis secara khusus terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap proses potong putihan

   Tahap proses potong putihan yaitu tahap memotong kertas putihan sesuai dengan ukuran produk yang dipesan konsumen. Jenis mesin potong yang digunakan yaitu mesin potong Polar 80 no 1 dengan kekuatan potong 9375 lembar dengan jenis kertas Ivory Board L/G 350 gram. Mesin ini merupakan mesin buatan tahun 1962 dan kemudian di tahun 1986 dilakukan modifikasi mesin dengan tujuan dapat meningkatkan produktivitas dari perusahaan.

2. Tahap proses pencetakan

   Tahapan yang dilakukan pada proses ini adalah tahap mencetak. Setiap pesanan dikerjakan pada mesin cetak yang disesuaikan dengan kebutuhan akan warna dasar yang digunakan dan ukuran kertasnya. Jenis mesin cetak yang digunakan adalah mesin cetak Koebau no 1 dengan spesifikasi 4 tinta, ukuran kertas 52 cm x 72 cm dan kapasitas produksi standar 3200 lembar per jam. Merupakan mesin tahun 1973, kemudian di tahun 1990 dilakukan modifikasi yaitu penambahan bagian Powder dan UV.

3. Tahap proses *Hot Stamping Foil*

   Tahapan yang dilakukan pada proses ini adalah tahap hot stamping foil. Tahap ini dilakukan untuk memberikan aksesori pada produk dengan menggunakan tekanan dan temperatur. Temperatur digunakan sebagai media untuk melekatkan foil (dari Pura Holografi) pada produk. Jenis mesin yang digunakan adalah Mesin Foil Yanwa 1. Merupakan hasil modifikasi dari mesin buatan pada tahun 1990.

4. Tahap Laminasi

   Tahapan yang dilakukan pada proses ini adalah tahap laminasi. Proses laminasi adalah proses melapisi kertas dengan pelapis tertentu yang berfungsi untuk melindungi kertas dari goresan, jamur, kelembaban atau sejenisnya dan juga sebagai penambah nilai seni suatu produk. Bahan pelapis tersebut biasanya

menggunakan bahan plastik laminasi atau bisa juga dengan menggunakan pelapis lilin. Tiap jenis mesin laminasi digunakan sesuai dengan bahan laminasi produk yang dipesan. Jenis mesin laminasi yang digunakan adalah Mesin OPP-1. merupakan hasil modifikasi dari mesin cetak 1 warna buatan tahun 1963 yang dimodifikasi tahun 1994

5. Tahap proses *Varnishing*

Tahapan proses *varnish* yaitu proses memberikan lapisan pada kertas sehingga kertas menjadi mengkilap dan tahan terhadap air serta jamur. Proses *varnish* dilakukan pada mesin *Varnish* disesuaikan terhadap kebutuhan jenis bahan *varnish* yang digunakan. Mesin *Varnish* yang digunakan adalah mesin *Varnish* Taiwan no 2 yang mampu melapisi kertas dengan bahan *varnish* berupa cairan metasol, *waterproof*, *waterbase*, cairan UV, varnish kaca, *heat cell*. Merupakan mesin varnish buatan tahun 1963 yang dimodifikasi tahun 1993

6. Tahap proses *Pondz*

Tahapan proses *Pondz* yaitu proses pembentukan gambar timbul serta proses pengirisan cetakan kertas sesuai dengan bentuk lipatannya. Mesin *Pondz* yang digunakan adalah mesin *Pondz* HCA no 1. merupakan mesin buatan tahun 1963 yang dimodifikasi tahun 1993

7. Tahap proses pelipatan

Pada tahap ini, dilakukan proses pelipatan kertas. Proses lipat dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual dan dengan mesin lipat. Proses lipat merupakan proses yang paling akhir sebelum produk dikirimkan ke konsumen. Mesin lipat yang digunakan adalah mesin lipat Haidelberg 1. merupakan mesin buatan tahun 1963 yang dimodifikasi tahun 1993

b. Perawatan pencegahan periodik dan perawatan korektif (*periodic preventive maintenance and corrective maintenance*)

1. *Overhaul* motor listrik (CM).
2. Penggantian roda gigi (PM).
3. Penggantian roll air dan roll tinta, silinder *gripper/impression*, dan silinder gambar (silinder plat) (PM).
4. Penggantian minyak pelumas pada roda gigi (PM).
5. Perbaikan terhadap jaringan kelistrikan pada mesin(CM).

4.1.6.3 Perawatan Mesin Foil

a. *Routine maintenance*

1. Memeriksa roll penggulung dan roll distribusi masih berfungsi dengan baik / tidak, periksa dari kekocakan.
2. Memeriksa roda gigi penutar foil masih berfungsi dengan baik / tidak.
3. Memeriksa meja suhu panasnya masih 125^0 C / tidak.
4. Memeriksa knif masih mampu menyedot kertas dengan baik atau tidak.
5. Memeriksa pelumasan pada ulir pengangkat kertas.
6. Memeriksa pelumasan roda gigi.

b. *Breakdown* dan *corrective maintenance*

1. Mengganti roda gigi bila roda gigi sudah aus.
2. Mengganti roll.
3. Mengganti vanbelt bila putus.
4. Memberi pelumasan pada bagian-bagian yang bergerak seperti ular pengangkat kertas, rantai, lanker, dll.
5. Memperbaiki motor.

4.1.6.4 Perawatan Mesin Laminasi

a. *Routine maintenance*

1. Memeriksa tombol-tombol mesin, masih berfungsi dengan baik / tidak.

2. Memeriksa rantai-rantai penghubung dari kemungkinan putus.
3. Memeriksa pelumasan rantai.
4. Memeriksa roll dari kemungkinan kocak, dsb.
5. Memeriksa persinggungan roda gigi.

b. *Periodic maintenance*

1. Mengganti pelumas.
2. Mengganti rantai jika sudah tidak layak pakai / putus.
3. Mengganti roll-roll yang rusak.
4. Megganti tombol-tombol yang rusak.
5. Mengganti motor listrik jika terjadi kerusakan yang parah.

4.1.6.5 Perawatan Mesin Varnish

a. Pemeriksaan periodik (*periodic inspection*)

1. Pemeriksaan *vanbelt* dari kemungkinan putus.
2. Pemeriksaan fungsi roll-roll.
3. Pemeriksaan tegangan, arus dan daya dari motor listrik.
4. Pemeriksaan baut-baut pengikat dan *pully* dai keolengan.

b. Perawatan pencegahan periodik (*periodic preventive maintenance*)

1. Perbaikan kerusakan motor listrik.
2. Penggantian *vanbelt* yang tidak layak pakai.
3. Penggantian roll-roll yang rusak.
4. Penggantian baut yang dol dan pemberian minyak pelumas.

4.1.6.6 Perawatan Mesin Pondz

a. Pemeriksaan periodik (*periodic inspection*)

1. Pemeriksaan putaran roll distribusi.
2. Pemeriksaan motor listrik.
3. Pemeriksaan *vanbelt* dari kemungkinan putus.
4. Pemeriksaan ketepatan posisi pisau.

5. Pemeriksaan pelumasan pada mesin.
6. Pemeriksaan rantai penggerak.

b. Perawatan pencegahan periodik dan perawatan korektif (*periodic preventive maintenance and corective maintenance*)

1. Perbaikan motor rusak (PM).
2. Penggantian *vanbelt* yang sudah tidak layak (PM).
3. Penggantian roll-roll dan *bearing* yang macet (PM).
4. *Overhaul* mesin (CM).

4.1.6.7 Perawatan Mesin Lipat

a. Pemeriksaan periodik (*periodic inspection*)

1. Pemeriksaan *vanbelt* dari kemungkinan putus.
2. Pemeriksaan pelumasan roll-roll yang menggerakkan *vanbelt*
3. Pemeriksaan *bearing* dari kemungkinan macet dan kocak.
4. Pemeriksaan tempat lem dari kebocoran.
5. Pemeriksaan kemampuan pendistribusian lem oleh piringan lem.
6. Pelumasan *bearing*.

b. Perawatan pencegahan periodik dan perawatan korektif (*periodic preventive maintenance and corective maintenance*)

1. Penggantian motor listrik (CM)
2. Penggantian *belt* (PM).
3. Penggantian *bearing* dan roll yang macet (PM).
4. Penggantian piringan lem (PM).
5. Penggantian minyak pelumas (PM).
6. *Overhaul* mesin (CM).

4.2 Data *Down Time* Kerusakan Mesin di Lini Produksi Kemasan Pepsodent

Data – data *downtime* kerusakan mesin diambil dari data historis dokumentasi bagian teknik dan pengembangan selama 24 bulan dari bulan November 2004

sampai dengan Oktober 2006. Data total *downtime* mesin pada lini produksi kemasan Pepsodent dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Data *Downtime* Mesin-Mesin Lini Produksi Kemasan Pepsodent

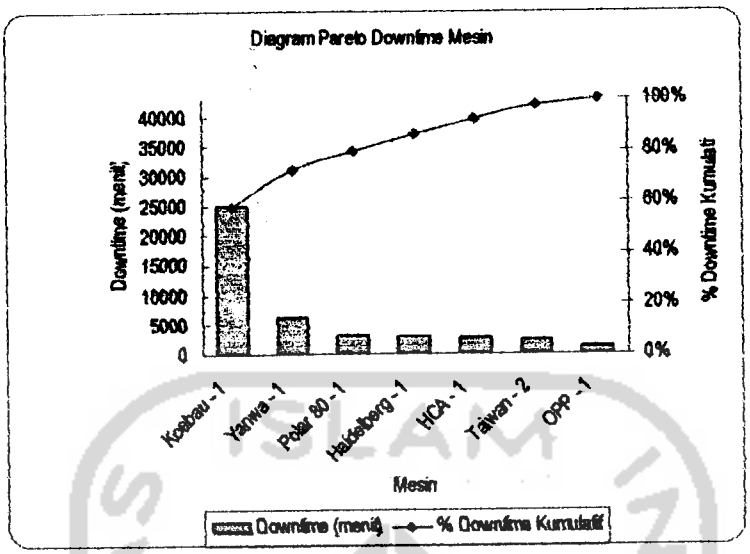
No	Mesin	Frekuensi Kerusakan	Downtime (menit)
1	Polar 80 - 1	22	3208
2	Koebau - 1	173	25010
3	Yanwa - 1	45	6340
4	OPP - 1	8	1020
5	Taiwan - 2	18	2465
6	HCA - 1	20	2560
7	Haidelberg - 1	24	2860
	Total	310	43463

4.3 Penentuan Mesin Kritis di Lini Produksi Kemasan Pepsodent

Penentuan mesin kritis di lini produksi kemasan pepsodent diambil berdasarkan total *downtime* kerusakan mesin yang paling besar sehingga persentase *downtime* kerusakan mesin kritis memiliki persentase yang terbesar.

Tabel 4.5 Perbandingan *Downtime* dan Persentase *Downtime* Kerusakan Mesin di Lini Produksi Kemasan Pepsodent Periode November 2004-Oktober 2006

No	Mesin	*Downtime* (menit)	% *Downtime*	% *Downtime* Kumulatif
1	Koebau - 1	25010	57,54%	57,54%
2	Yanwa - 1	6340	14,59%	72,13%
3	Polar 80 - 1	3208	7,38%	79,51%
4	Haidelberg - 1	2860	6,58%	86,09%
5	HCA - 1	2560	5,89%	91,98%
6	Taiwan - 2	2465	5,67%	97,65%
7	OPP - 1	1020	2,35%	100,00%
	Total	43463	100,00%	



Gambar 4.2 Diagram Pareto *Downtime* Mesin

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa total *downtime* kerusakan mesin yang terjadi di lini produksi kemasan Pepsodent selama periode November 2004 hingga Oktober 2006 adalah sebesar 43463 menit. Penentuan mesin kritis dilakukan berdasarkan diagram pareto seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.2. Mesin cetak Koebau-1 terpilih menjadi mesin kritis karena memiliki *downtime* terbesar dibandingkan mesin yang lainnya. *Downtime* mesin Koebau-1 selama periode November 2004 hingga Oktober 2006 adalah sebesar 25010 menit dan frekuensi kerusakannya sebanyak 173 kali.

4.4 Identifikasi Komponen Kritis pada Mesin Kritis

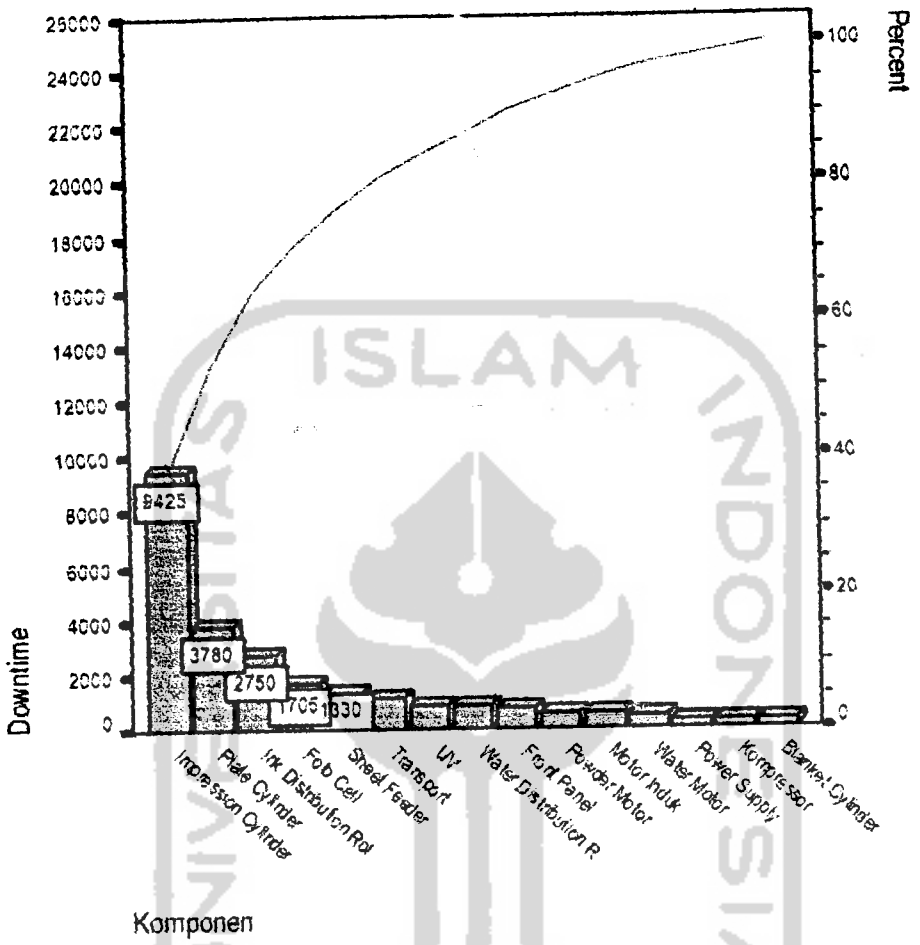
Selama periode bulan November 2004 sampai dengan Oktober 2006, seluruh data *downtime* kerusakan mesin kritis yang terjadi pada periode tersebut dicatat dan dikelompokkan menurut jenis komponennya.

Dari hasil diagram pareto sebelumnya, didapat bahwa mesin cetak Koebau 1 terpilih menjadi mesin kritis karena memiliki total *downtime* terbesar. Untuk menentukan komponen kritis dari mesin cetak Koebau 1 diperlukan pendataan *downtime* kerusakan mesin menurut jenis komponennya. Data-data *downtime* komponen dari mesin Koebau 1 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Data *Downtime* Kerusakan Komponen Mesin Koebau 1 Periode November 2004-Oktober 2006

No	Komponen	Frekuensi Kerusakan	Downtime (menit)	Downtime Kumulatif	% Downtime	% Downtime Kumulatif
1	Impression Cylinder	48	9425	9425	37,68%	37,68%
2	Plate Cylinder	16	3780	13205	15,11%	52,80%
3	Ink Distribution Roller	18	2750	15955	11,00%	63,79%
4	Foto Cell	20	1705	17660	6,82%	70,61%
5	Sheet Feeder	9	1330	18990	5,32%	75,93%
6	Transport	14	1130	20120	4,52%	80,45%
7	UV	7	850	20970	3,40%	83,85%
8	Water Distribution Roller	4	820	21790	3,28%	87,13%
9	Front Panel	6	780	22570	3,12%	90,24%
10	Powder Motor	9	585	23155	2,34%	92,58%
11	Motor Induk	6	540	23695	2,16%	94,74%
12	Water Motor	7	485	24180	1,94%	96,68%
13	Power Supply	3	300	24480	1,20%	97,88%
14	Kompressor	4	270	24750	1,08%	98,96%
15	Blanket Cylinder	2	260	25010	1,04%	100,00%

Kemudian dari data di atas, selanjutnya dibuat diagram pareto untuk mengetahui komponen kritis dapat dilihat dalam pada diagram pareto seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Pareto Komponen Kritis Mesin Koebau 1

Komponen kritis adalah komponen yang memiliki persentase *downtime* kerusakan terbesar dibanding komponen-komponen lain. Dengan melihat hasil dari diagram pareto di atas maka komponen kritis dari mesin koebau adalah :

1. *Impression Cylinder* dengan total *downtime* kerusakan 9425 menit
2. *Plate Cylinder* dengan total *downtime* kerusakan 3780 menit.

4.5 Pengolahan Data Waktu Kerusakan Komponen Kritis Mesin Koebau 1

4.5.1 Komponen Kritis Mesin Koebau 1

Perhitungan selanjutnya adalah menghitung interval waktu antar kerusakan. Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung selang waktu antar kerusakan dari

suatu kerusakaan yang telah diperbaiki sampai terjadinya kerusakan yang berikutnya (ti). Sedangkan untuk data *downtime* adalah data waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen pada saat mengalami kerusakan, dimulai dari terhentinya operasi karena terdeteksi adanya kerusakan sampai kerusakan tersebut selesai diperbaiki (dti).

Data perhitungan yang digunakan dilakukan selama periode bulan November 2004-Oktober 2006 dan satuan waktu untuk data interval waktu antar kerusakan dan *downtime* kerusakan dikonversikan dalam satuan menit.

Data *downtime* dan data interval waktu antar kerusakan dari masing-masing komponen kritis pada mesin Koebau 1 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.7 Data Waktu Kerusakan Komponen *Impression Cylinder*

No	mulai downtime	selesai downtime	dti	ti	ti urut
1	04/11/2004 10:45	04/11/2004 14:00	195	-	-
2	18/11/2004 09:30	18/11/2004 11:00	90	19890	150
3	22/11/2004 10:30	22/11/2004 16:00	330	5730	160
4	06/12/2004 15:30	06/12/2004 16:30	60	20130	190
5	06/12/2004 20:00	06/12/2004 23:00	180	210	210
6	16/02/2005 08:00	16/02/2005 14:00	360	102780	255
7	22/02/2005 12:30	22/02/2005 15:30	180	8550	270
8	09/06/2005 02:30	09/06/2005 03:00	30	153300	480
9	21/07/2005 07:30	21/07/2005 10:00	150	60750	1050
10	24/10/2005 04:30	24/10/2005 04:45	15	136470	1230
11	24/10/2005 09:00	24/10/2005 14:00	300	255	1230
12	25/10/2005 07:30	25/10/2005 10:00	150	1050	1740
13	31/10/2005 07:00	31/10/2005 11:00	240	8460	1920
14	25/11/2005 01:30	25/11/2005 02:30	60	35430	1950
15	26/11/2005 07:30	26/11/2005 10:00	150	1740	2130
16	28/11/2005 10:30	28/11/2005 14:20	230	2910	2370
17	11/12/2005 13:30	11/12/2005 15:00	90	18670	2910
18	06/01/2006 18:30	06/01/2006 21:30	180	37650	3075
19	09/01/2006 08:00	09/01/2006 10:00	120	3510	3510
20	09/01/2006 13:10	09/01/2006 15:30	140	190	3990
21	11/01/2006 07:00	11/01/2006 10:00	180	2370	4110
22	12/01/2006 21:30	12/01/2006 22:30	60	2130	5730
23	14/01/2006 07:00	14/01/2006 09:00	120	1950	6060
24	14/01/2006 17:00	14/01/2006 18:00	60	480	6750
25	17/01/2006 12:30	18/01/2006 02:00	810	3990	7240
26	23/01/2006 10:00	23/01/2006 16:00	360	7680	7680
27	26/01/2006 12:30	26/01/2006 16:00	210	4110	8460

28	09/03/2006 10:15	09/03/2006 17:00	405	60135	8550
29	11/03/2006 20:15	11/03/2006 22:00	105	3075	10650
30	19/03/2006 07:30	19/03/2006 10:00	150	10650	14940
31	23/03/2006 15:00	23/03/2006 16:00	60	6060	15690
32	23/03/2006 18:30	23/03/2006 20:00	90	150	17550
33	05/04/2006 08:15	05/04/2006 15:00	405	18015	18015
34	19/04/2006 08:35	19/04/2006 16:30	475	19775	18670
35	09/05/2006 23:00	10/05/2006 00:00	60	29190	19775
36	30/06/2006 01:15	30/06/2006 02:00	45	73515	19890
37	30/06/2006 06:30	30/06/2006 11:00	270	270	20130
38	01/07/2006 07:30	01/07/2006 10:00	150	1230	29190
39	06/07/2006 10:40	06/07/2006 15:00	260	7240	35430
40	17/07/2006 00:00	17/07/2006 01:00	60	14940	37650
41	18/07/2006 09:00	18/07/2006 11:00	120	1920	40770
42	30/07/2006 15:30	31/07/2006 08:00	990	17550	51000
43	28/08/2006 15:30	28/08/2006 16:00	30	40770	60135
44	29/08/2006 12:30	29/08/2006 17:00	270	1230	60750
45	09/09/2006 14:30	09/09/2006 15:30	60	15690	73515
46	14/09/2006 08:00	14/09/2006 10:00	120	6750	102780
47	14/09/2006 12:40	14/09/2006 16:00	200	160	136470
48	20/10/2006 02:00	20/10/2006 02:50	50	51000	153300

Tabel 4.8 Data Waktu Kerusakan Komponen *Plate Cylinder*

No	mulai rusak	selesai rusak	dti	ti	ti urut
1	15/06/2005 07:15	15/06/2005 15:00	465	0	-
2	04/07/2005 07:40	04/07/2005 10:30	170	26920	420
3	19/01/2006 09:30	19/01/2006 11:00	90	286500	690
4	21/01/2006 07:00	21/01/2006 10:00	180	2640	1320
5	03/02/2006 18:30	03/02/2006 19:30	60	19230	2350
6	04/02/2006 07:00	04/02/2006 11:00	240	690	2640
7	06/02/2006 07:30	06/02/2006 16:00	510	2670	2670
8	11/04/2006 09:30	11/04/2006 11:00	90	91770	19230
9	26/06/2006 08:00	26/06/2006 16:00	480	109260	26920
10	17/07/2006 20:00	17/07/2006 20:30	30	30480	29345
11	11/08/2006 21:30	11/08/2006 23:00	90	36060	29430
12	01/09/2006 08:05	01/09/2006 13:00	295	29345	30480
13	21/09/2006 23:30	22/09/2006 00:00	30	29430	36060
14	22/09/2006 22:00	23/09/2006 00:00	120	1320	91770
15	23/09/2006 07:00	23/09/2006 16:00	540	420	109260
16	25/09/2006 07:10	25/09/2006 13:40	390	2350	286500

Berikut adalah contoh perhitungan untuk interval waktu antar kerusakan (ti) pada komponen *Plate Cylinder* di mesin Koebau 1 :

Hari kerja = 7 hari seminggu dengan sistem *shift* selama 24 jam (mengikuti jadwal *shift* pada tabel 4.2). Tanggal 15/06/2005 pukul 15:00 hingga pukul 24:00

terdapat 540 menit. Tanggal 04/07/2005 pukul 00:00 hingga pukul 07:40 terdapat 460 menit. Pada tanggal 16/06/2005 pukul 00:00 hingga tanggal 03/07/2005 pukul 24:00 terdapat 18 hari x 24 jam x 60 menit =25920 menit. Sehingga interval waktu antar kerusakan (ti) pada tanggal 15/06/2005 15:00 hingga 04/07/2005 07:40 adalah 540 + 460 + 25920 = 26920 menit.

Untuk perhitungan *downtime* (dti) yaitu pada tanggal 15/06/2005 kerusakan terjadi pada komponen *Plate Cylinder* mesin Koebau pukul 07:15 dan kembali beroperasi pada pukul 15:00 hari yang sama sehingga *downtime* (dti) adalah 7 jam 45 menit atau sama dengan (7 x 60 menit)+ 45 menit = 465 menit.

4.6 Komponen *Impression Cylinder* pada Mesin Koebau 1

4.6.1 Perhitungan *Index of Fit* Interval Waktu Kerusakan dengan Metode *Least Square Curve Fitting*

Untuk mengetahui distribusi yang sesuai bagi interval waktu antar kerusakan (*time to failure*) terlebih dahulu dilakukan identifikasi jenis distribusi dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* (LSCF). Dari perhitungan ini diperoleh *Index of Fit* untuk tiap distribusi tersebut. *Index of Fit* digunakan untuk pertimbangan penentuan uji distribusi selanjutnya. Distribusi yang dicocokkan pada tahap perhitungan ini meliputi distribusi weibull, eksponensial, normal, lognormal.

Tabel 4.9 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Weibull

No	ti	Xi=ln ti	Xi^2	F(ti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	150	5,0106	25,1065	0,0148	-4,2079	17,7061	-21,0841
2	160	5,0752	25,7574	0,0359	-3,3098	10,9547	-16,7977
3	190	5,2470	27,5313	0,0570	-2,8362	8,0440	-14,8816
4	210	5,3471	28,5916	0,0781	-2,5099	6,2997	-13,4209
5	255	5,5413	30,7056	0,0992	-2,2593	5,1044	-12,5194
6	270	5,5984	31,3423	0,1203	-2,0548	4,2221	-11,5035
7	480	6,1738	38,1156	0,1414	-1,8813	3,5392	-11,6147
8	1050	6,9565	48,3935	0,1624	-1,7301	2,9932	-12,0353
9	1230	7,1148	50,6199	0,1835	-1,5956	2,5460	-11,3525
10	1230	7,1148	50,6199	0,2046	-1,4742	2,1733	-10,4886

11	1740	7,4616	55,6761	0,2257	-1,3632	1,8583	-10,1716
12	1920	7,5601	57,1548	0,2468	-1,2606	1,5892	-9,5306
13	1950	7,5756	57,3895	0,2679	-1,1651	1,3575	-8,8265
14	2130	7,6639	58,7350	0,2890	-1,0755	1,1567	-8,2426
15	2370	7,7706	60,3829	0,3101	-0,9909	0,9819	-7,6998
16	2910	7,9759	63,6151	0,3312	-0,9105	0,8291	-7,2624
17	3075	8,0311	64,4979	0,3523	-0,8339	0,6954	-6,6970
18	3510	8,1634	66,6406	0,3734	-0,7604	0,5782	-6,2075
19	3990	8,2915	68,7497	0,3945	-0,6897	0,4757	-5,7187
20	4110	8,3212	69,2420	0,4156	-0,6214	0,3861	-5,1708
21	5730	8,6535	74,8826	0,4367	-0,5552	0,3082	-4,8044
22	6060	8,7095	75,8548	0,4578	-0,4908	0,2409	-4,2747
23	6750	8,8173	77,7447	0,4789	-0,4280	0,1832	-3,7737
24	7240	8,8874	78,9855	0,5000	-0,3665	0,1343	-3,2573
25	7680	8,9464	80,0376	0,5211	-0,3062	0,0937	-2,7392
26	8460	9,0431	81,7777	0,5422	-0,2468	0,0609	-2,2317
27	8550	9,0537	81,9692	0,5633	-0,1882	0,0354	-1,7035
28	10650	9,2733	85,9944	0,5844	-0,1301	0,0169	-1,2065
29	14940	9,6118	92,3867	0,6055	-0,0725	0,0053	-0,6965
30	15690	9,6608	93,3306	0,6266	-0,0151	0,0002	-0,1454
31	17550	9,7728	95,5078	0,6477	0,0423	0,0018	0,4134
32	18015	9,7990	96,0196	0,6688	0,0998	0,0100	0,9780
33	18670	9,8347	96,7208	0,6899	0,1577	0,0249	1,5506
34	19775	9,8922	97,8551	0,7110	0,2161	0,0467	2,1377
35	19890	9,8980	97,9699	0,7321	0,2754	0,0758	2,7256
36	20130	9,9100	98,2074	0,7532	0,3358	0,1127	3,3276
37	29190	10,2816	105,7109	0,7743	0,3977	0,1582	4,0889
38	35430	10,4753	109,7322	0,7954	0,4615	0,2130	4,8347
39	37650	10,5361	111,0092	0,8165	0,5279	0,2786	5,5616
40	40770	10,6157	112,6931	0,8376	0,5974	0,3569	6,3419
41	51000	10,8396	117,4965	0,8586	0,6712	0,4505	7,2751
42	60135	11,0043	121,0957	0,8797	0,7505	0,5633	8,2593
43	60750	11,0145	121,3197	0,9008	0,8377	0,7018	9,2269
44	73515	11,2052	125,5575	0,9219	0,9362	0,8765	10,4904
45	102780	11,5403	133,1796	0,9430	1,0527	1,1082	12,1485
46	136470	11,8239	139,8037	0,9641	1,2024	1,4457	14,2167
47	153300	11,9402	142,5672	0,9852	1,4387	2,0699	17,1785
Total	1019700	409,0344	3724,2771	23,5000	-26,3286	83,0643	-125,3031

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Weibull dengan i=3 (t_3) :

$X_3 = \ln t_3 = \ln 190 = 5{,}2470$; $X_3^2 = 5{,}2470^2 = 27{,}5313$

$$F(t_3) = \frac{i-0{,}3}{n+0{,}4} = \frac{3-0{,}3}{47+0{,}4} = 0{,}0570$$

$$Y_3 = \ln\ln\left(\frac{1}{1-F(t_3)}\right) = \ln\ln\left(\frac{1}{1-F(t_3)}\right) = \ln\ln\left(\frac{1}{1-0{,}0570}\right) = -2{,}8362$$

$Y_3^2 = (-2{,}8362)^2 = 8{,}0440$; $X_3Y_3 = 5{,}2470 \times -2{,}8362 = -14{,}8816$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{47(-125{,}3031) - (409{,}0344)(-26{,}3286)}{\sqrt{\left[(47(3724{,}2771) - (409{,}0344)^2\right]x\left[47(83{,}0643) - (-26{,}3286)^2\right]}} = 0{,}9795$$

Tabel 4.10 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Eksponensial

No	ti	Xi= ti	Xi^2	F(ti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	150	150	22500	0,0148	0,0149	0,0002	2,2317
2	160	160	25600	0,0359	0,0365	0,0013	5,8438
3	190	190	36100	0,0570	0,0586	0,0034	11,1433
4	210	210	44100	0,0781	0,0813	0,0066	17,0676
5	255	255	65025	0,0992	0,1044	0,0109	26,6279
6	270	270	72900	0,1203	0,1281	0,0164	34,5927
7	480	480	230400	0,1414	0,1524	0,0232	73,1492
8	1050	1050	1102500	0,1624	0,1773	0,0314	186,1346
9	1230	1230	1512900	0,1835	0,2028	0,0411	249,4226
10	1230	1230	1512900	0,2046	0,2290	0,0524	281,6234
11	1740	1740	3027600	0,2257	0,2558	0,0655	445,1711
12	1920	1920	3686400	0,2468	0,2835	0,0804	544,2654
13	1950	1950	3802500	0,2679	0,3119	0,0973	608,1710
14	2130	2130	4536900	0,2890	0,3411	0,1164	726,5950
15	2370	2370	5616900	0,3101	0,3712	0,1378	879,8557
16	2910	2910	8468100	0,3312	0,4023	0,1618	1170,7091
17	3075	3075	9455625	0,3523	0,4344	0,1887	1335,6557
18	3510	3510	12320100	0,3734	0,4675	0,2185	1640,8379
19	3990	3990	15920100	0,3945	0,5017	0,2517	2001,8832
20	4110	4110	16892100	0,4156	0,5372	0,2886	2207,8501
21	5730	5730	32832900	0,4367	0,5740	0,3294	3288,7831
22	6060	6060	36723600	0,4578	0,6121	0,3747	3709,5153
23	6750	6750	45562500	0,4789	0,6518	0,4249	4399,7781
24	7240	7240	52417600	0,5000	0,6931	0,4805	5018,3856
25	7680	7680	58982400	0,5211	0,7363	0,5421	5654,4561
26	8460	8460	71571600	0,5422	0,7813	0,6104	6609,8823
27	8550	8550	73102500	0,5633	0,8285	0,6864	7083,5769
28	10650	10650	113422500	0,5844	0,8780	0,7709	9350,7383

29	14940	14940	223203600	0,6055	0,9301	0,8651	13895,6747
30	15690	15690	246176100	0,6266	0,9851	0,9703	15455,5536
31	17550	17550	308002500	0,6477	1,0432	1,0883	18308,3971
32	18015	18015	324540225	0,6688	1,1050	1,2209	19905,8817
33	18670	18670	348568900	0,6899	1,1708	1,3707	21858,3643
34	19775	19775	391050625	0,7110	1,2412	1,5406	24545,2520
35	19890	19890	395612100	0,7321	1,3170	1,7345	26195,5325
36	20130	20130	405216900	0,7532	1,3990	1,9573	28162,5421
37	29190	29190	852056100	0,7743	1,4884	2,2153	43445,7680
38	35430	35430	1255284900	0,7954	1,5865	2,5170	56209,5654
39	37650	37650	1417522500	0,8165	1,6953	2,8740	63828,0150
40	40770	40770	1662192900	0,8376	1,8174	3,3029	74095,4755
41	51000	51000	2601000000	0,8586	1,9565	3,8279	99782,2498
42	60135	60135	3616218225	0,8797	2,1182	4,4866	127375,3143
43	60750	60750	3690562500	0,9008	2,3111	5,3410	140396,8780
44	73515	73515	5404455225	0,9219	2,5503	6,5040	187484,5259
45	102780	102780	10563728400	0,9430	2,8654	8,2103	294502,7754
46	136470	136470	18624060900	0,9641	3,3280	11,0755	454171,3381
47	153300	153300	23500890000	0,9852	4,2153	17,7687	646205,0566
Total	1019700	1019700	76403309450	23,5	45,9707	84,8842	2413388,1067

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Eksponensial dengan i=3 (t_3) :

$X_3 = t_3 = 190$; $X_3^2 = 190^2 = 36100$

$$F(t_3) = \frac{i-0,3}{n+0,4} = \frac{3-0,3}{47+0,4} = 0,0570$$

$$Y_3 = \ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right) = \ln\left(\frac{1}{1-F(t_3)}\right) = \ln\left(\frac{1}{1-0,0570}\right) = 0,0586$$

$Y_3^2 = (0,0586)^2 = 0,0034$; $X_3Y_3 = 5,2470 \times 0,0586 = 11,1433$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{47(2413388,1067) - (1019700)(45,9707)}{\sqrt{\left[(47(76403309450) - (1019700)^2\right] x \left[47(84,8842) - (45,9707)^2\right]}} = 0,9622$$

Tabel 4.11 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	Xi^2	F(ti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	150	150	22500	0,0148	-2,1763	4,7361	-326,4387
2	160	160	25600	0,0359	-1,8008	3,2430	-288,1324

3	190	190	36100	0,0570	-1,5808	2,4989	-300,3518
4	210	210	44100	0,0781	-1,4182	2,0114	-297,8323
5	255	255	65025	0,0992	-1,2864	1,6548	-328,0257
6	270	270	72900	0,1203	-1,1737	1,3776	-316,9051
7	480	480	230400	0,1414	-1,0743	1,1541	-515,6510
8	1050	1050	1102500	0,1624	-0,9844	0,9691	-1033,6720
9	1230	1230	1512900	0,1835	-0,9019	0,8135	-1109,3864
10	1230	1230	1512900	0,2046	-0,8252	0,6809	-1014,9423
11	1740	1740	3027600	0,2257	-0,7530	0,5669	-1310,1418
12	1920	1920	3686400	0,2468	-0,6845	0,4685	-1314,2049
13	1950	1950	3802500	0,2679	-0,6191	0,3833	-1207,2017
14	2130	2130	4536900	0,2890	-0,5562	0,3094	-1184,7527
15	2370	2370	5616900	0,3101	-0,4955	0,2455	-1174,3150
16	2910	2910	8468100	0,3312	-0,4365	0,1906	-1270,3225
17	3075	3075	9455625	0,3523	-0,3791	0,1437	-1165,6181
18	3510	3510	12320100	0,3734	-0,3228	0,1042	-1133,0808
19	3990	3990	15920100	0,3945	-0,2676	0,0716	-1067,6090
20	4110	4110	16892100	0,4156	-0,2131	0,0454	-875,9748
21	5730	5730	32832900	0,4367	-0,1593	0,0254	-912,8965
22	6060	6060	36723600	0,4578	-0,1060	0,0112	-642,1341
23	6750	6750	45562500	0,4789	-0,0529	0,0028	-357,1219
24	7240	7240	52417600	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000
25	7680	7680	58982400	0,5211	0,0529	0,0028	406,3254
26	8460	8460	71571600	0,5422	0,1060	0,0112	896,4447
27	8550	8550	73102500	0,5633	0,1593	0,0254	1362,1754
28	10650	10650	113422500	0,5844	0,2131	0,0454	2269,8618
29	14940	14940	223203600	0,6055	0,2676	0,0716	3997,5134
30	15690	15690	246176100	0,6266	0,3228	0,1042	5064,9682
31	17550	17550	308002500	0,6477	0,3791	0,1437	6652,5518
32	18015	18015	324540225	0,6688	0,4365	0,1906	7864,2130
33	18670	18670	348568900	0,6899	0,4955	0,2455	9250,8276
34	19775	19775	391050625	0,7110	0,5562	0,3094	10999,2889
35	19890	19890	395612100	0,7321	0,6191	0,3833	12313,4577
36	20130	20130	405216900	0,7532	0,6845	0,4685	13778,6169
37	29190	29190	852056100	0,7743	0,7530	0,5669	21978,7573
38	35430	35430	1255284900	0,7954	0,8252	0,6809	29235,2904
39	37650	37650	1417522500	0,8165	0,9019	0,8135	33958,0458
40	40770	40770	1662192900	0,8376	0,9844	0,9691	40136,0090
41	51000	51000	2601000000	0,8586	1,0743	1,1541	54787,9214
42	60135	60135	3616218225	0,8797	1,1737	1,3776	70581,7997
43	60750	60750	3690562500	0,9008	1,2864	1,6548	78147,3010
44	73515	73515	5404455225	0,9219	1,4182	2,0114	104262,5837
45	102780	102780	10563728400	0,9430	1,5808	2,4989	162474,5031
46	136470	136470	18624060900	0,9641	1,8008	3,2430	245758,9356
47	153300	153300	23500890000	0,9852	2,1763	4,7361	333620,3595
Total	1019700	1019700	76403309450	23,5	0	43,4158	1230651,0397

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Normal dengan i=3 (t_3) :

$X_3 = t_3 = 190$; $X_3^2 = 190^2 = 36100$

$$F(t_3) = \frac{i-0,3}{n+0,4} = \frac{3-0,3}{47+0,4} = 0,0570$$

$Y_3 = Zi = \phi^{-1}[F(t_i)] = \phi^{-1}[0,0570] = -1.5808$ dimana nilai Z_3 didapat dari tabel normal standar.

$Y_3^2 = (-1,5808)^2 = 2,4989$; $X_3Y_3 = 190 \times -1.5808 = -300,3518$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{47(1230651,0397) - (1019700)(0)}{\sqrt{\left[(47(76403309450) - (1019700)^2\right]x\left[47(43.4158) - (0)^2\right]}} = 0,8020$$

Tabel 4.12 Perhitungan *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Lognormal

No	ti	Xi=ln ti	Xi^2	F(ti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	150	5,0106	25,1065	0,0148	-2,1763	4,7361	-10,9044
2	160	5,0752	25,7574	0,0359	-1,8008	3,2430	-9,1395
3	190	5,2470	27,5313	0,0570	-1,5808	2,4989	-8,2945
4	210	5,3471	28,5916	0,0781	-1,4182	2,0114	-7,5835
5	255	5,5413	30,7056	0,0992	-1,2864	1,6548	-7,1281
6	270	5,5984	31,3423	0,1203	-1,1737	1,3776	-6,5710
7	480	6,1738	38,1156	0,1414	-1,0743	1,1541	-6,6323
8	1050	6,9565	48,3935	0,1624	-0,9844	0,9691	-6,8484
9	1230	7,1148	50,6199	0,1835	-0,9019	0,8135	-6,4171
10	1230	7,1148	50,6199	0,2046	-0,8252	0,6809	-5,8708
11	1740	7,4616	55,6761	0,2257	-0,7530	0,5669	-5,6183
12	1920	7,5601	57,1548	0,2468	-0,6845	0,4685	-5,1747
13	1950	7,5756	57,3895	0,2679	-0,6191	0,3833	-4,6899
14	2130	7,6639	58,7350	0,2890	-0,5562	0,3094	-4,2628
15	2370	7,7706	60,3829	0,3101	-0,4955	0,2455	-3,8503
16	2910	7,9759	63,6151	0,3312	-0,4365	0,1906	-3,4818
17	3075	8,0311	64,4979	0,3523	-0,3791	0,1437	-3,0443
18	3510	8,1634	66,6406	0,3734	-0,3228	0,1042	-2,6353
19	3990	8,2915	68,7497	0,3945	-0,2676	0,0716	-2,2186
20	4110	8,3212	69,2420	0,4156	-0,2131	0,0454	-1,7735
21	5730	8,6535	74,8826	0,4367	-0,1593	0,0254	-1,3787
22	6060	8,7095	75,8548	0,4578	-0,1060	0,0112	-0,9229

Tabel 4.13 Perbandingan Nilai *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Impression Cylinder*

Distribusi	*Index Of Fit*
Log Normal	0,9863
Weibull	0,9795
Eksponensial	0,9622
Normal	0,8020

Dari perhitungan *index of fit*, pemilihan jenis distribusi dipilih berdasarkan nilai *index of fit* terbesar, karena nilai *index of fit* menunjukkan koefisien korelasi (r). Dimana yang menjadi nilai *index of fit* terbesar adalah nilai r yang mendekati 1. Pada data interval waktu antar kerusakan untuk komponen *impression cylinder* diperoleh nilai *index of fit* terbesar pada distribusi lognormal sebesar 0.9863

4.6.2 Uji *Goodness of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan berdasarkan *Index Of Fit*

Uji *Goodness of Fit* yang akan digunakan untuk menguji data interval waktu antar kerusakan komponen *Impression Cylinder* adalah Kolmogorov-Smirnov test dengan α=0,05. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Interval waktu kerusakan komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal

H_1 : Interval waktu kerusakan komponen *Impression Cylinder* tidak berdistribusi lognormal

Wilayah kritik adalah menerima H_0 jika $D_{hitung} < D_{crit(n,0,05)}$

Tabel 4.14 Uji Kolmogorov Smirnov untuk Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Impression Cylinder*

No	Xi=ln ti	$[Xi - \bar{Xi}]^2$	Zx_i	Fx_i	D_1	D_2
1	5,0106	13,6325	-1,9735	0,0242	0,0242	-0,0029
2	5,0752	13,1601	-1,9390	0,0262	0,0050	0,0163
3	5,2470	11,9428	-1,8472	0,0324	-0,0102	0,0315
4	5,3471	11,2611	-1,7937	0,0364	-0,0274	0,0487
5	5,5413	9,9957	-1,6899	0,0455	-0,0396	0,0609
6	5,5984	9,6375	-1,6593	0,0485	-0,0579	0,0791
7	6,1738	6,3962	-1,3518	0,0882	-0,0394	0,0607

8	6,9565	3,0496	-0,9334	0,1753	0,0264	-0,0051
9	7,1148	2,5220	-0,8488	0,1980	0,0278	-0,0065
10	7,1148	2,5220	-0,8488	0,1980	0,0065	0,0148
11	7,4616	1,5406	-0,6634	0,2535	0,0408	-0,0195
12	7,5601	1,3059	-0,6108	0,2707	0,0366	-0,0153
13	7,5756	1,2707	-0,6025	0,2734	0,0181	0,0032
14	7,6639	1,0795	-0,5553	0,2893	0,0127	0,0085
15	7,7706	0,8690	-0,4983	0,3091	0,0113	0,0100
16	7,9759	0,5285	-0,3886	0,3488	0,0297	-0,0084
17	8,0311	0,4513	-0,3591	0,3598	0,0193	0,0019
18	8,1634	0,2910	-0,2884	0,3865	0,0248	-0,0036
19	8,2915	0,1692	-0,2198	0,4130	0,0300	-0,0087
20	8,3212	0,1457	-0,2040	0,4192	0,0149	0,0064
21	8,6535	0,0024	-0,0264	0,4895	0,0639	-0,0427
22	8,7095	0,0000	0,0035	0,5014	0,0546	-0,0333
23	8,8173	0,0131	0,0612	0,5244	0,0563	-0,0350
24	8,8874	0,0340	0,0986	0,5393	0,0499	-0,0286
25	8,9464	0,0593	0,1302	0,5518	0,0411	-0,0199
26	9,0431	0,1158	0,1819	0,5722	0,0402	-0,0190
27	9,0537	0,1231	0,1875	0,5744	0,0212	0,0001
28	9,2733	0,3254	0,3049	0,6198	0,0453	-0,0240
29	9,6118	0,8262	0,4858	0,6865	0,0907	-0,0694
30	9,6608	0,9176	0,5120	0,6957	0,0787	-0,0574
31	9,7728	1,1448	0,5719	0,7163	0,0780	-0,0567
32	9,7990	1,2014	0,5859	0,7210	0,0614	-0,0402
33	9,8347	1,2810	0,6050	0,7274	0,0465	-0,0253
34	9,8922	1,4145	0,6357	0,7375	0,0354	-0,0141
35	9,8980	1,4283	0,6388	0,7385	0,0151	0,0062
36	9,9100	1,4571	0,6452	0,7406	-0,0041	0,0254
37	10,2816	2,4924	0,8438	0,8006	0,0347	-0,0134
38	10,4753	3,1416	0,9474	0,8283	0,0410	-0,0198
39	10,5361	3,3607	0,9799	0,8364	0,0279	-0,0066
40	10,6157	3,6590	1,0224	0,8467	0,0169	0,0044
41	10,8396	4,5656	1,1421	0,8733	0,0222	-0,0010
42	11,0043	5,2969	1,2302	0,8907	0,0183	0,0029
43	11,0145	5,3438	1,2356	0,8917	-0,0019	0,0232
44	11,2052	6,2619	1,3375	0,9095	-0,0054	0,0267
45	11,5403	8,0513	1,5167	0,9353	-0,0008	0,0221
46	11,8239	9,7407	1,6682	0,9524	-0,0051	0,0264
47	11,9402	10,4801	1,7304	0,9582	-0,0205	0,0418
Jumlah	409,0344	164,5090		Dn Max	0,0907	0,0791

Dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimators* (MLE) untuk mendapatkan estimasi parameter populasi terbaik dari distribusi terpilih, maka di dapat nilai statistik MLE sebagai penduga parameter populasi :

$$\bar{X} = \hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{47} Xi}{47} = \frac{409{,}0344}{47} = 8{,}7029 \quad ; \quad t_{med} = e^{\hat{\mu}} = e^{8{,}7029} = 6020{,}096$$

$$s = \hat{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\ln ti - \hat{\mu})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{47} (Xi - \hat{\mu})^2}{47}} = \sqrt{\frac{164{,}5090}{47}} = 1{,}87088$$

Contoh perhitungan untuk i=46 :

$$D_1 \text{ untuk } X_{i=46} = \left\{ \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) - \frac{i-1}{n} \right\} = \left\{ \Phi\left(\frac{11{,}8239 - 8{,}7029}{1{,}87088} \right) - \frac{46-1}{47} \right\}$$

$$= \left\{ \Phi(1{,}6682) - \frac{45}{47} \right\} = 0{,}9524 - 0{,}9575 = -0{,}0051$$

$$D_2 \text{ untuk } X_{i=46} = \left\{ \frac{i}{n} - \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) \right\} = \left\{ \frac{46}{47} - \Phi\left(\frac{11{,}8239 - 8{,}7029}{1{,}87088} \right) \right\}$$

$$= \left\{ \frac{46}{47} - \Phi(1{,}6682) \right\} = 0{,}9788 - 0{,}9524 = 0{,}0264$$

$$D_1 = \max_{1 \le i \le n} \left\{ \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) - \frac{i-1}{n} \right\} = 0{,}0907 \quad D_2 = \max_{1 \le i \le n} \left\{ \frac{i}{n} - \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) \right\} = 0{,}0791$$

$D_{hitung} = \max\{D_1, D_2\} = 0{,}0907$ $\quad D_{crit} = \frac{0{,}886}{\sqrt{n}} = \frac{0{,}886}{\sqrt{47}} = 0{,}1292$

Karena $D_{hitung} < D_{crit}$, maka H_0 diterima yang berarti interval waktu antar kerusakan komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal.

4.6.3 Perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF)

Nilai MLE parameter interval waktu antar kerusakan komponen digunakan dalam perhitungan MTTF dengan menggunakan rumus perhitungan MTTF untuk distribusi Lognormal.

$$MTTF = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2} \right) = 6020{,}096 \text{ x } \exp\left(\frac{1{,}87088^2}{2} \right) = 34646{,}58 \text{ menit}$$

4.6.4 Perhitungan *Index of Fit* Waktu Perbaikan dengan Metode *Least Square Curve Fitting*

Data *downtime* komponen *Impression Cylinder* selama periode November 2004 hingga Oktober 2006 digunakan untuk perhitungan data waktu perbaikan (dti). Pada tahap ini dilakukan identifikasi kecocokan distribusi waktu perbaikan dengan metode *Least Square Curve Fitting*. *Index of Fit* yang diperoleh akan digunakan untuk pertimbangan penentuan uji distribusi selanjutnya.

Tabel 4.15 Data Waktu Perbaikan Komponen *Impression Cylinder*

No	mulai *downtime*	selesai *downtime*	dti	dti urut
1	04/11/2004 10:45	04/11/2004 14:00	195	15
2	18/11/2004 09:30	18/11/2004 11:00	90	30
3	22/11/2004 10:30	22/11/2004 16:00	330	30
4	06/12/2004 15:30	06/12/2004 16:30	60	45
5	06/12/2004 20:00	06/12/2004 23:00	180	50
6	16/02/2005 08:00	16/02/2005 14:00	360	60
7	22/02/2005 12:30	22/02/2005 15:30	180	60
8	09/06/2005 02:30	09/06/2005 03:00	30	60
9	21/07/2005 07:30	21/07/2005 10:00	150	60
10	24/10/2005 04:30	24/10/2005 04:45	15	60
11	24/10/2005 09:00	24/10/2005 14:00	300	60
12	25/10/2005 07:30	25/10/2005 10:00	150	60
13	31/10/2005 07:00	31/10/2005 11:00	240	60
14	25/11/2005 01:30	25/11/2005 02:30	60	90
15	26/11/2005 07:30	26/11/2005 10:00	150	90
16	28/11/2005 10:30	28/11/2005 14:20	230	90
17	11/12/2005 13:30	11/12/2005 15:00	90	105
18	06/01/2006 18:30	06/01/2006 21:30	180	120
19	09/01/2006 08:00	09/01/2006 10:00	120	120
20	09/01/2006 13:10	09/01/2006 15:30	140	120
21	11/01/2006 07:00	11/01/2006 10:00	180	120
22	12/01/2006 21:30	12/01/2006 22:30	60	140
23	14/01/2006 07:00	14/01/2006 09:00	120	150
24	14/01/2006 17:00	14/01/2006 18:00	60	150
25	17/01/2006 12:30	18/01/2006 02:00	810	150
26	23/01/2006 10:00	23/01/2006 16:00	360	150
27	26/01/2006 12:30	26/01/2006 16:00	210	150
28	09/03/2006 10:15	09/03/2006 17:00	405	180
29	11/03/2006 20:15	11/03/2006 22:00	105	180
30	19/03/2006 07:30	19/03/2006 10:00	150	180
31	23/03/2006 15:00	23/03/2006 16:00	60	180
32	23/03/2006 18:30	23/03/2006 20:00	90	195

33	05/04/2006 08:15	05/04/2006 15:00	405	200
34	19/04/2006 08:35	19/04/2006 16:30	475	210
35	09/05/2006 23:00	10/05/2006 00:00	60	230
36	30/06/2006 01:15	30/06/2006 02:00	45	240
37	30/06/2006 06:30	30/06/2006 11:00	270	260
38	01/07/2006 07:30	01/07/2006 10:00	150	270
39	06/07/2006 10:40	06/07/2006 15:00	260	270
40	17/07/2006 00:00	17/07/2006 01:00	60	300
41	18/07/2006 09:00	18/07/2006 11:00	120	330
42	30/07/2006 15:30	31/07/2006 08:00	990	360
43	28/08/2006 15:30	28/08/2006 16:00	30	360
44	29/08/2006 12:30	29/08/2006 17:00	270	405
45	09/09/2006 14:30	09/09/2006 15:30	60	405
46	14/09/2006 08:00	14/09/2006 10:00	120	475
47	14/09/2006 12:40	14/09/2006 16:00	200	810
48	20/10/2006 02:00	20/10/2006 02:50	50	990

Tabel 4.16 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Weibull

No	dti	Xi=ln dti	Xi^2	F(dti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	15	2,7081	7,3335	0,0145	-4,2289	17,8836	-11,4521
2	30	3,4012	11,5681	0,0351	-3,3310	11,0959	-11,3295
3	30	3,4012	11,5681	0,0558	-2,8577	8,1664	-9,7195
4	45	3,8067	14,4907	0,0764	-2,5317	6,4093	-9,6372
5	50	3,9120	15,3039	0,0971	-2,2813	5,2043	-8,9245
6	60	4,0943	16,7637	0,1178	-2,0770	4,3141	-8,5041
7	60	4,0943	16,7637	0,1384	-1,9038	3,6245	-7,7949
8	60	4,0943	16,7637	0,1591	-1,7529	3,0726	-7,1770
9	60	4,0943	16,7637	0,1798	-1,6187	2,6203	-6,6277
10	60	4,0943	16,7637	0,2004	-1,4976	2,2429	-6,1318
11	60	4,0943	16,7637	0,2211	-1,3869	1,9236	-5,6786
12	60	4,0943	16,7637	0,2417	-1,2847	1,6506	-5,2602
13	60	4,0943	16,7637	0,2624	-1,1896	1,4151	-4,8705
14	90	4,4998	20,2483	0,2831	-1,1003	1,2107	-4,9513
15	90	4,4998	20,2483	0,3037	-1,0161	1,0325	-4,5723
16	90	4,4998	20,2483	0,3244	-0,9362	0,8764	-4,2126
17	105	4,6540	21,6593	0,3450	-0,8600	0,7395	-4,0022
18	120	4,7875	22,9201	0,3657	-0,7869	0,6193	-3,7675
19	120	4,7875	22,9201	0,3864	-0,7167	0,5137	-3,4313
20	120	4,7875	22,9201	0,4070	-0,6489	0,4211	-3,1068
21	120	4,7875	22,9201	0,4277	-0,5833	0,3402	-2,7924
22	140	4,9416	24,4198	0,4483	-0,5195	0,2698	-2,5670
23	150	5,0106	25,1065	0,4690	-0,4573	0,2091	-2,2912
24	150	5,0106	25,1065	0,4897	-0,3965	0,1572	-1,9865
25	150	5,0106	25,1065	0,5103	-0,3368	0,1135	-1,6878
26	150	5,0106	25,1065	0,5310	-0,2782	0,0774	-1,3940

27	150	5,0106	25,1065	0,5517	-0,2204	0,0486	-1,1044
28	180	5,1930	26,9668	0,5723	-0,1633	0,0267	-0,8478
29	180	5,1930	26,9668	0,5930	-0,1066	0,0114	-0,5536
30	180	5,1930	26,9668	0,6136	-0,0503	0,0025	-0,2610
31	180	5,1930	26,9668	0,6343	0,0059	0,0000	0,0307
32	195	5,2730	27,8045	0,6550	0,0621	0,0039	0,3276
33	200	5,2983	28,0722	0,6756	0,1185	0,0140	0,6280
34	210	5,3471	28,5916	0,6963	0,1753	0,0307	0,9376
35	230	5,4381	29,5727	0,7169	0,2328	0,0542	1,2659
36	240	5,4806	30,0374	0,7376	0,2911	0,0847	1,5954
37	260	5,5607	30,9212	0,7583	0,3506	0,1229	1,9495
38	270	5,5984	31,3423	0,7789	0,4116	0,1694	2,3044
39	270	5,5984	31,3423	0,7996	0,4746	0,2252	2,6570
40	300	5,7038	32,5331	0,8202	0,5401	0,2917	3,0806
41	330	5,7991	33,6295	0,8409	0,6088	0,3707	3,5307
42	360	5,8861	34,6462	0,8616	0,6818	0,4648	4,0130
43	360	5,8861	34,6462	0,8822	0,7604	0,5781	4,4755
44	405	6,0039	36,0467	0,9029	0,8467	0,7169	5,0835
45	405	6,0039	36,0467	0,9236	0,9444	0,8918	5,6698
46	475	6,1633	37,9864	0,9442	1,0600	1,1235	6,5329
47	810	6,6970	44,8503	0,9649	1,2086	1,4608	8,0942
48	990	6,8977	47,5783	0,9855	1,4437	2,0842	9,9579
Total	9425	236,6895	1201,9252	24	-26,9022	84,9804	-84,5030

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Weibull dengan i=3 (dt_3) :

$X_3 = \ln dt_3 = \ln 30 = 3{,}4012$; $X_3^2 = 3{,}4012^2 = 11{,}5681$

$$F(dt_3) = \frac{i-0{,}3}{n+0{,}4} = \frac{3-0{,}3}{48+0{,}4} = 0{,}0558$$

$$Y_3 = \ln\ln\left(\frac{1}{1-F(dt_i)}\right) = \ln\ln\left(\frac{1}{1-F(dt_3)}\right) = \ln\ln\left(\frac{1}{1-0{,}0558}\right) = -2{,}8577$$

$Y_3^2 = (-2{,}8577)^2 = 8{,}1664$; $X_3 Y_3 = 3{,}4012 \times -2{,}8577 = -9{,}7195$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{48(-84{,}5030) - (236{,}6895)(-26{,}9022)}{\sqrt{\left[(48(1201{,}9252) - (236{,}6895)^2\right] x \left[48(84{,}9804) - (-26{,}9022)^2\right]}} = 0{,}9763$$

Tabel 4.17 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Eksponensial

No	dti	Xi= dti	Xi^2	F(dti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	15	15	225	0,0145	0,0146	0,0002	0,2185
2	30	30	900	0,0351	0,0358	0,0013	1,0727
3	30	30	900	0,0558	0,0574	0,0033	1,7220
4	45	45	2025	0,0764	0,0795	0,0063	3,5787
5	50	50	2500	0,0971	0,1022	0,0104	5,1076
6	60	60	3600	0,1178	0,1253	0,0157	7,5181
7	60	60	3600	0,1384	0,1490	0,0222	8,9399
8	60	60	3600	0,1591	0,1733	0,0300	10,3963
9	60	60	3600	0,1798	0,1981	0,0393	11,8889
10	60	60	3600	0,2004	0,2237	0,0500	13,4196
11	60	60	3600	0,2211	0,2498	0,0624	14,9904
12	60	60	3600	0,2417	0,2767	0,0766	16,6034
13	60	60	3600	0,2624	0,3043	0,0926	18,2609
14	90	90	8100	0,2831	0,3328	0,1107	29,9484
15	90	90	8100	0,3037	0,3620	0,1310	32,5802
16	90	90	8100	0,3244	0,3921	0,1538	35,2912
17	105	105	11025	0,3450	0,4232	0,1791	44,4342
18	120	120	14400	0,3657	0,4552	0,2072	54,6285
19	120	120	14400	0,3864	0,4884	0,2385	58,6023
20	120	120	14400	0,4070	0,5226	0,2731	62,7123
21	120	120	14400	0,4277	0,5581	0,3114	66,9681
22	140	140	19600	0,4483	0,5948	0,3538	83,2771
23	150	150	22500	0,4690	0,6330	0,4007	94,9513
24	150	150	22500	0,4897	0,6727	0,4525	100,9045
25	150	150	22500	0,5103	0,7140	0,5098	107,1037
26	150	150	22500	0,5310	0,7571	0,5733	113,5702
27	150	150	22500	0,5517	0,8022	0,6435	120,3281
28	180	180	32400	0,5723	0,8494	0,7214	152,8859
29	180	180	32400	0,5930	0,8989	0,8080	161,7986
30	180	180	32400	0,6136	0,9510	0,9044	171,1757
31	180	180	32400	0,6343	1,0059	1,0119	181,0683
32	195	195	38025	0,6550	1,0641	1,1323	207,4978
33	200	200	40000	0,6756	1,1258	1,2675	225,1678
34	210	210	44100	0,6963	1,1917	1,4200	250,2470
35	230	230	52900	0,7169	1,2621	1,5929	290,2839
36	240	240	57600	0,7376	1,3379	1,7900	321,0955
37	260	260	67600	0,7583	1,4199	2,0161	369,1769
38	270	270	72900	0,7789	1,5093	2,2779	407,4991
39	270	270	72900	0,7996	1,6074	2,5837	433,9910
40	300	300	90000	0,8202	1,7162	2,9453	514,8530
41	330	330	108900	0,8409	1,8383	3,3793	606,6322
42	360	360	129600	0,8616	1,9774	3,9101	711,8612

43	360	360	129600	0,8822	2,1390	4,5755	770,0521
44	405	405	164025	0,9029	2,3319	5,4379	944,4346
45	405	405	164025	0,9236	2,5712	6,6109	1041,3226
46	475	475	225625	0,9442	2,8862	8,3304	1370,9678
47	810	810	656100	0,9649	3,3489	11,2149	2712,5860
48	990	990	980100	0,9855	4,2362	17,9452	4193,8130
Total	9425	9425	3483975	24	46,9665	86,8244	17157,4274

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Eksponensial dengan i=3 (dt_3) :

$X_3 = dt_3 = 30$; $X_3^2 = 30^2 = 900$

$$F(dt_3) = \frac{i-0,3}{n+0,4} = \frac{3-0,3}{48+0,4} = 0,0558$$

$$Y_3 = \ln\left(\frac{1}{1-F(dt_i)}\right) = \ln\left(\frac{1}{1-F(dt_3)}\right) = \ln\left(\frac{1}{1-0,0558}\right) = 0,0574$$

$Y_3^2 = (0,0574)^2 = 0,0033$; $X_3Y_3 = 30 \times 0,0574 = 1,7220$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{48(17157,4274) - (9425)(46,9665)}{\sqrt{\left[(48(3483975) - (9425)^2\right]x\left[48(86,8244) - (46,9665)^2\right]}} = 0,9712$$

Tabel 4.18 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Normal

No	dti	Xi= dti	Xi^2	F(dti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	15	15	225	0,0145	-2,1845	4,7720	-32,7675
2	30	30	900	0,0351	-1,8103	3,2772	-54,3092
3	30	30	900	0,0558	-1,5912	2,5318	-47,7352
4	45	45	2025	0,0764	-1,4294	2,0432	-64,3225
5	50	50	2500	0,0971	-1,2982	1,6854	-64,9106
6	60	60	3600	0,1178	-1,1862	1,4071	-71,1730
7	60	60	3600	0,1384	-1,0874	1,1824	-65,2441
8	60	60	3600	0,1591	-0,9982	0,9964	-59,8921
9	60	60	3600	0,1798	-0,9163	0,8396	-54,9786
10	60	60	3600	0,2004	-0,8401	0,7058	-50,4088
11	60	60	3600	0,2211	-0,7686	0,5907	-46,1142
12	60	60	3600	0,2417	-0,7007	0,4910	-42,0438
13	60	60	3600	0,2624	-0,6360	0,4045	-38,1584
14	90	90	8100	0,2831	-0,5738	0,3292	-51,6403
15	90	90	8100	0,3037	-0,5137	0,2639	-46,2361

16	90	90	8100	0,3244	-0,4555	0,2075	-40,9937
17	105	105	11025	0,3450	-0,3987	0,1590	-41,8680
18	120	120	14400	0,3657	-0,3433	0,1178	-41,1909
19	120	120	14400	0,3864	-0,2888	0,0834	-34,6571
20	120	120	14400	0,4070	-0,2352	0,0553	-28,2246
21	120	120	14400	0,4277	-0,1823	0,0332	-21,8722
22	140	140	19600	0,4483	-0,1298	0,0169	-18,1774
23	150	150	22500	0,4690	-0,0778	0,0060	-11,6644
24	150	150	22500	0,4897	-0,0259	0,0007	-3,8847
25	150	150	22500	0,5103	0,0259	0,0007	3,8847
26	150	150	22500	0,5310	0,0778	0,0060	11,6644
27	150	150	22500	0,5517	0,1298	0,0169	19,4758
28	180	180	32400	0,5723	0,1823	0,0332	32,8084
29	180	180	32400	0,5930	0,2352	0,0553	42,3369
30	180	180	32400	0,6136	0,2888	0,0834	51,9857
31	180	180	32400	0,6343	0,3433	0,1178	61,7863
32	195	195	38025	0,6550	0,3987	0,1590	77,7549
33	200	200	40000	0,6756	0,4555	0,2075	91,0970
34	210	210	44100	0,6963	0,5137	0,2639	107,8841
35	230	230	52900	0,7169	0,5738	0,3292	131,9697
36	240	240	57600	0,7376	0,6360	0,4045	152,6337
37	260	260	67600	0,7583	0,7007	0,4910	182,1899
38	270	270	72900	0,7789	0,7686	0,5907	207,5138
39	270	270	72900	0,7996	0,8401	0,7058	226,8394
40	300	300	90000	0,8202	0,9163	0,8396	274,8931
41	330	330	108900	0,8409	0,9982	0,9964	329,4064
42	360	360	129600	0,8616	1,0874	1,1824	391,4645
43	360	360	129600	0,8822	1,1862	1,4071	427,0377
44	405	405	164025	0,9029	1,2982	1,6854	525,7756
45	405	405	164025	0,9236	1,4294	2,0432	578,9025
46	475	475	225625	0,9442	1,5912	2,5318	755,8080
47	810	810	656100	0,9649	1,8103	3,2772	1466,3494
48	990	990	980100	0,9855	2,1845	4,7720	2162,6524
Total	9425	9425	3483975	24	0	44,4003	7281,6470

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Normal dengan i=3 (dt_3) :

$X_3 = dt_3 = 30$; $X_3^2 = 30^2 = 900$

$$F(dt_3) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{3 - 0,3}{48 + 0,4} = 0,0558$$

$Y_3 = Zi = \phi^{-1}[F(dt_3)] = \phi^{-1}[0,0558] = -1,5912$ dimana nilai Z_3 didapat dari tabel normal standar.

$Y_3^2 = (-1,5912)^2 = 2,5318$; $X_3Y_3 = 30 \times -1.5912 = -47,7352$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{48(7281{,}6470) - (9425)(0)}{\sqrt{\left[(48(3483975) - (9425)^2\right]x\left[48(44{,}4003) - (0)^2\right]}} = 0{,}8551$$

Tabel 4.19 Perhitungan *Index Of Fit* Waktu Perbaikan Komponen *Impression Cylinder* dengan Distribusi Lognormal

No	dti	Xi=ln dti	Xi^2	F(dti)	Yi	Yi^2	XiYi
1	15	2,7081	7,3335	0,0145	-2,1845	4,7720	-5,9157
2	30	3,4012	11,5681	0,0351	-1,8103	3,2772	-6,1572
3	30	3,4012	11,5681	0,0558	-1,5912	2,5318	-5,4119
4	45	3,8067	14,4907	0,0764	-1,4294	2,0432	-5,4412
5	50	3,9120	15,3039	0,0971	-1,2982	1,6854	-5,0786
6	60	4,0943	16,7637	0,1178	-1,1862	1,4071	-4,8568
7	60	4,0943	16,7637	0,1384	-1,0874	1,1824	-4,4522
8	60	4,0943	16,7637	0,1591	-0,9982	0,9964	-4,0870
9	60	4,0943	16,7637	0,1798	-0,9163	0,8396	-3,7517
10	60	4,0943	16,7637	0,2004	-0,8401	0,7058	-3,4398
11	60	4,0943	16,7637	0,2211	-0,7686	0,5907	-3,1468
12	60	4,0943	16,7637	0,2417	-0,7007	0,4910	-2,8690
13	60	4,0943	16,7637	0,2624	-0,6360	0,4045	-2,6039
14	90	4,4998	20,2483	0,2831	-0,5738	0,3292	-2,5819
15	90	4,4998	20,2483	0,3037	-0,5137	0,2639	-2,3117
16	90	4,4998	20,2483	0,3244	-0,4555	0,2075	-2,0496
17	105	4,6540	21,6593	0,3450	-0,3987	0,1590	-1,8557
18	120	4,7875	22,9201	0,3657	-0,3433	0,1178	-1,6433
19	120	4,7875	22,9201	0,3864	-0,2888	0,0834	-1,3827
20	120	4,7875	22,9201	0,4070	-0,2352	0,0553	-1,1260
21	120	4,7875	22,9201	0,4277	-0,1823	0,0332	-0,8726
22	140	4,9416	24,4198	0,4483	-0,1298	0,0169	-0,6416
23	150	5,0106	25,1065	0,4690	-0,0778	0,0060	-0,3896
24	150	5,0106	25,1065	0,4897	-0,0259	0,0007	-0,1298
25	150	5,0106	25,1065	0,5103	0,0259	0,0007	0,1298
26	150	5,0106	25,1065	0,5310	0,0778	0,0060	0,3896
27	150	5,0106	25,1065	0,5517	0,1298	0,0169	0,6506
28	180	5,1930	26,9668	0,5723	0,1823	0,0332	0,9465
29	180	5,1930	26,9668	0,5930	0,2352	0,0553	1,2214
30	180	5,1930	26,9668	0,6136	0,2888	0,0834	1,4998
31	180	5,1930	26,9668	0,6343	0,3433	0,1178	1,7825
32	195	5,2730	27,8045	0,6550	0,3987	0,1590	2,1026

33	200	5,2983	28,0722	0,6756	0,4555	0,2075	2,4133
34	210	5,3471	28,5916	0,6963	0,5137	0,2639	2,7470
35	230	5,4381	29,5727	0,7169	0,5738	0,3292	3,1203
36	240	5,4806	30,0374	0,7376	0,6360	0,4045	3,4855
37	260	5,5607	30,9212	0,7583	0,7007	0,4910	3,8965
38	270	5,5984	31,3423	0,7789	0,7686	0,5907	4,3028
39	270	5,5984	31,3423	0,7996	0,8401	0,7058	4,7035
40	300	5,7038	32,5331	0,8202	0,9163	0,8396	5,2264
41	330	5,7991	33,6295	0,8409	0,9982	0,9964	5,7887
42	360	5,8861	34,6462	0,8616	1,0874	1,1824	6,4006
43	360	5,8861	34,6462	0,8822	1,1862	1,4071	6,9822
44	405	6,0039	36,0467	0,9029	1,2982	1,6854	7,7943
45	405	6,0039	36,0467	0,9236	1,4294	2,0432	8,5819
46	475	6,1633	37,9864	0,9442	1,5912	2,5318	9,8069
47	810	6,6970	44,8503	0,9649	1,8103	3,2772	12,1237
48	990	6,8977	47,5783	0,9855	2,1845	4,7720	15,0680
Total	9425	236,6895	1201,9252	24	0	44,4003	38,9678

Contoh perhitungan LSCF Distribusi Lognormal dengan i=3 (dt_3) :

$X_3 = \ln dt_3 = \ln 30 = 3{,}4012$; $X_3^2 = 3{,}4012^2 = 11{,}5681$

$$F(dt_3) = \frac{i-0{,}3}{n+0{,}4} = \frac{3-0{,}3}{48+0{,}4} = 0{,}0558$$

$Y_3 = Zi = \phi^{-1}[F(dt_3)] = \phi^{-1}[0{,}0558] = -1{,}5912$ dimana nilai Z_3 didapat dari tabel normal standar.

$Y_3^2 = (-1{,}5912)^2 = 2{,}5318$; $X_3Y_3 = 3{,}4012 \times -1{,}5912 = -5{,}4119$

Perhitungan *Index Of Fit*

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xiyi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} yi^2 - (\sum_{i=1}^{n} yi)^2\right]}}$$

$$= \frac{48(38{,}9678) - (236{,}6895)(0)}{\sqrt{\left[(48(1201{,}9252) - (236{,}6895)^2\right]x\left[48(44{,}4003) - (0)^2\right]}} = 0{,}9913$$

Tabel 4.20 Perbandingan Nilai *Index Of Fit* Waktu Perbaikan Komponen

Impression Cylinder

Distribusi	*Index Of Fit*
Log Normal	0,9913
Weibull	0,9763
Eksponensial	0,9712
Normal	0,8551

Dari perhitungan *Index of Fit*, pemilihan jenis distribusi dipilih berdasarkan nilai *Index of Fit* terbesar, karena nilai *Index of Fit* menunjukkan koefisien korelasi (r). Dimana yang menjadi nilai *Index of Fit* terbesar adalah nilai r yang mendekati 1. Pada data waktu perbaikan untuk komponen *impression cylinder* diperoleh nilai *Index of Fit* terbesar pada distribusi lognormal sebesar 0.9913

4.6.5 Uji *Goodness of Fit* Waktu Perbaikan berdasarkan *Index Of Fit*

Uji *Goodness of Fit* yang akan digunakan untuk menguji data waktu perbaikan komponen *Impression Cylinder* adalah Kolmogorov-Smirnov test dengan α=0,05. Hipotesis yang dibuktikan adalah sebagai berikut:

H_0 : waktu perbaikan komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal

H_1 : waktu perbaikan komponen *Impression Cylinder* tidak berdistribusi lognormal

Wilayah kritik adalah menerima H_0 jika $D_{hitung} < D_{cri:(n,0.05)}$

Tabel 4.21 Uji Kolmogorov Smirnov untuk Waktu Perbaikan Komponen *Impression Cylinder*

No	Xi=ln(dti)	$[Xi - \bar{X}]^2$	Zxi	Fxi	D_1	D_2
1	2,7081	4,9416	-2,6107	0,0045	0,0045	0,0163
2	3,4012	2,3404	-1,7966	0,0362	0,0154	0,0055
3	3,4012	2,3404	-1,7966	0,0362	-0,0055	0,0263
4	3,8067	1,2642	-1,3205	0,0933	0,0308	-0,0100
5	3,9120	1,0384	-1,1967	0,1157	0,0324	-0,0115
6	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	0,0587	-0,0379
7	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	0,0379	-0,0171
8	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	0,0171	0,0038
9	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	-0,0038	0,0246
10	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	-0,0246	0,0454
11	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	-0,0454	0,0663
12	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	-0,0663	0,0871
13	4,0943	0,7000	-0,9826	0,1629	-0,0871	0,1079
14	4,4998	0,1860	-0,5064	0,3063	0,0354	-0,0146
15	4,4998	0,1860	-0,5064	0,3063	0,0146	0,0062
16	4,4998	0,1860	-0,5064	0,3063	-0,0062	0,0271

17	4,6540	0,0768	-0,3254	0,3724	0,0391	-0,0183
18	4,7875	0,0206	-0,1686	0,4331	0,0789	-0,0581
19	4,7875	0,0206	-0,1686	0,4331	0,0581	-0,0372
20	4,7875	0,0206	-0,1686	0,4331	0,0372	-0,0164
21	4,7875	0,0206	-0,1686	0,4331	0,0164	0,0044
22	4,9416	0,0001	0,0125	0,5050	0,0675	-0,0466
23	5,0106	0,0063	0,0935	0,5372	0,0789	-0,0581
24	5,0106	0,0063	0,0935	0,5372	0,0581	-0,0372
25	5,0106	0,0063	0,0935	0,5372	0,0372	-0,0164
26	5,0106	0,0063	0,0935	0,5372	0,0164	0,0044
27	5,0106	0,0063	0,0935	0,5372	-0,0044	0,0253
28	5,1930	0,0686	0,3076	0,6208	0,0583	-0,0375
29	5,1930	0,0686	0,3076	0,6208	0,0375	-0,0166
30	5,1930	0,0686	0,3076	0,6208	0,0166	0,0042
31	5,1930	0,0686	0,3076	0,6208	-0,0042	0,0250
32	5,2730	0,1169	0,4016	0,6560	0,0102	0,0107
33	5,2983	0,1349	0,4313	0,6669	0,0002	0,0206
34	5,3471	0,1731	0,4886	0,6875	0,0000	0,0209
35	5,4381	0,2571	0,5955	0,7242	0,0159	0,0049
36	5,4806	0,3021	0,6455	0,7407	0,0115	0,0093
37	5,5607	0,3965	0,7395	0,7702	0,0202	0,0006
38	5,5984	0,4454	0,7838	0,7834	0,0126	0,0082
39	5,5984	0,4454	0,7838	0,7834	-0,0082	0,0291
40	5,7038	0,5971	0,9075	0,8179	0,0054	0,0154
41	5,7991	0,7535	1,0195	0,8460	0,0127	0,0082
42	5,8861	0,9122	1,1216	0,8690	0,0148	0,0060
43	5,8861	0,9122	1,1216	0,8690	-0,0060	0,0268
44	6,0039	1,1510	1,2600	0,8962	0,0003	0,0205
45	6,0039	1,1510	1,2600	0,8962	-0,0205	0,0413
46	6,1633	1,5185	1,4472	0,9261	-0,0114	0,0323
47	6,6970	3,1188	2,0740	0,9810	0,0226	-0,0018
48	6,8977	3,8678	2,3097	0,9895	0,0104	0,0105
Jumlah	236,6895	34,8022		D Max	0,0789	0,1079

Dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimators* (MLE) untuk mendapatkan estimasi parameter populasi terbaik dari distribusi terpilih, maka di dapat nilai statistik MLE sebagai penduga parameter populasi :

$$\bar{X} = \hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{47} Xi}{48} = \frac{236,6895}{48} = 4,9310;\ t_{med} = e^{\hat{\mu}} = e^{4,9310} = 138,5222$$

$$s = \hat{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\ln ti - \hat{\mu})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{48} (Xi - \hat{\mu})^2}{48}} = \frac{34,8022}{48} = 0,851496$$

Contoh perhitungan untuk i=46 :

$$D_1 \text{ untuk } X_{i=46} = \left\{ \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) - \frac{i-1}{n} \right\} = \left\{ \Phi\left(\frac{6,1633 - 4,9310}{0,851496} \right) - \frac{46-1}{48} \right\}$$

$$= \left\{ \Phi(1,4472) - \frac{45}{48} \right\} = 0,9261 - 0,9375 = -0,0114$$

$$D_2 \text{ untuk } X_{i=46} = \left\{ \frac{i}{n} - \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) \right\} = \left\{ \frac{46}{48} - \Phi\left(\frac{6,1633 - 4,9310}{0,851496} \right) \right\}$$

$$= \left\{ \frac{46}{48} - \Phi(1,4472) \right\} = 0,95834 - 0,9261 = 0,0323$$

$$D_1 = \max_{1 \le i \le n} \left\{ \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) - \frac{i-1}{n} \right\} = 0,0789 \quad D_2 = \max_{1 \le i \le n} \left\{ \frac{i}{n} - \Phi\left(\frac{Xi - \bar{X}}{s} \right) \right\} = 0,1079$$

$D_{hitung} = \max\{D_1, D_2\} = 0,1079$ $\qquad D_{crit} = \frac{0,886}{\sqrt{n}} = \frac{0,886}{\sqrt{48}} = 0,1279$

Karena $D_{hitung} < D_{crit}$, maka H_0 diterima yang berarti waktu perbaikan komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal.

4.6.6 Perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Nilai MLE parameter interval waktu antar kerusakan komponen digunakan dalam perhitungan MTTR dengan menggunakan rumus perhitungan MTTR untuk distribusi Lognormal.

$$MTTR = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2} \right) = 138,5222 \text{ x } \exp\left(\frac{0,851496^2}{2} \right) = 199,0494 \text{ menit}$$

4.7 Komponen *Plate Cylinder* pada Mesin Koebau 1

4.7.1 Perhitungan *Index of Fit* Interval Waktu Kerusakan dengan Metode *Least Square Curve Fitting*

Untuk mengetahui distribusi yang sesuai bagi interval waktu antar kerusakan (*time to failure*) terlebih dahulu dilakukan identifikasi jenis distribusi dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* (LSCF). Dari perhitungan ini diperoleh *index of fit* untuk tiap distribusi tersebut. *Index of Fit* digunakan untuk pertimbangan penentuan uji distribusi selanjutnya. Distribusi yang dicocokkan pada tahap perhitungan ini meliputi distribusi weibull, eksponensial, normal, lognormal.

Langkah perhitungan nilai *Index of Fit* untuk semua distribusi sama dengan langkah perhitungan *Index of Fit* pada bagian 4.6.1 sebelumnya. Tabel perhitungan untuk masing masing distribusi dapat dilihat pada lampiran. Tabel 4.22 menyajikan tabulasi hasil perhitungan *Index of Fit* untuk distribusi interval waktu antar kerusakan komponen *Plate Cylinder*.

Tabel 4.22 Perbandingan Nilai *Index Of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Plate Cylinder*

Distribusi	Index Of Fit
Log Normal	0,9713
Weibull	0,9646
Eksponensial	0,9197
Normal	0,7685

Dari perhitungan *Index of Fit*, pemilihan jenis distribusi dipilih berdasarkan nilai *Index of Fit* terbesar, karena nilai *Index of Fit* menunjukkan koefisien korelasi (r). Dimana yang menjadi nilai *Index of Fit* terbesar adalah nilai r yang mendekati 1. Pada data interval waktu antar kerusakan untuk komponen *plate cylinder* diperoleh nilai *Index of Fit* terbesar pada distribusi lognormal sebesar 0.9713

4.7.2 Uji *Goodness of Fit* Interval Waktu Antar Kerusakan berdasarkan *Index Of Fit*

Uji *Goodness of Fit* yang akan digunakan untuk menguji data interval waktu antar kerusakan komponen *Plate Cylinder* adalah Kolmogorov-Smirnov test dengan α=0,05. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Interval waktu kerusakan komponen *Plate Cylinder* berdistribusi lognormal

H_1 : Interval waktu kerusakan komponen *Plate Cylinder* tidak berdistribusi lognormal

Wilayah kritik adalah menerima H_0 jika $D_{hitung} < D_{crit(n,0,05)}$

Tabel 4.23 Uji Kolmogorov Smirnov untuk Interval Waktu Antar Kerusakan Komponen *Plate Cylinder*

No	Xi=ln ti	$[Xi - \bar{X}]^2$	Zx_i	Fx_i	D_1	D_2
1	6,0403	10,9969	-1,7302	0,0418	0,0418	0,0249
2	6,5367	7,9508	-1,4712	0,0706	0,0040	0,0627
3	7,1854	4,7133	-1,1327	0,1287	-0,0047	0,0713
4	7,7622	2,5416	-0,8318	0,2028	0,0028	0,0639
5	7,8785	2,1841	-0,7711	0,2203	-0,0463	0,1130
6	7,8898	2,1508	-0,7652	0,2221	-0,1113	0,1779
7	9,8642	0,2579	0,2650	0,6045	0,2045	-0,1378
8	10,2006	0,7127	0,4405	0,6702	0,2035	-0,1369
9	10,2869	0,8658	0,4855	0,6863	0,1530	-0,0863
10	10,2898	0,8712	0,4870	0,6869	0,0869	-0,0202
11	10,3248	0,9378	0,5053	0,6933	0,0267	0,0400
12	10,4929	1,2917	0,5930	0,7234	-0,0099	0,0766
13	11,4270	4,2875	1,0804	0,8600	0,0600	0,0067
14	11,6015	5,0404	1,1714	0,8793	0,0126	0,0541
15	12,5655	10,2982	1,6744	0,9530	0,0196	0,0470
Jumlah	140,3462	55,1007		Dn Max	0,2045	0,1779

Dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimators* (MLE) untuk mendapatkan estimasi parameter populasi terbaik dari distribusi terpilih, maka di dapat nilai statistik MLE sebagai penduga parameter populasi :

$$\bar{X} = \hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{15} Xi}{15} = \frac{140,3462}{15} = 9,3564 \; ; \; t_{med} = e^{\hat{\mu}} = e^{9,3564} = 11572,7726$$

$$s = \hat{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\ln ti - \hat{\mu})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15}(Xi - \hat{\mu})^2}{15}} = \sqrt{\frac{55,1007}{15}} = 1,9166$$

$D_{hitung}=\max\{D_1,D_2\}=0,2045$ $D_{crit(15,0.05)}=0,220$

Karena $D_{hitung} < D_{crit}$, maka H_0 diterima yang berarti interval waktu antar kerusakan komponen *Plate Cylinder* berdistribusi lognormal.

4.7.3 Perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF)

Nilai MLE parameter interval waktu antar kerusakan komponen digunakan dalam perhitungan MTTF dengan menggunakan rumus perhitungan MTTF untuk distribusi Lognormal.

$$MTTF = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2}\right) = 11572,7726 \times \exp\left(\frac{1,9166^2}{2}\right) = 72627,6862 \text{ menit}$$

4.7.4 Perhitungan *Index of Fit* Waktu Perbaikan dengan Metode *Least Square Curve Fitting*

Data downtime komponen *Plate Cylinder* selama periode November 2004 hingga Oktober 2006 digunakan untuk perhitungan data waktu perbaikan (dti). Pada tahap ini dilakukan identifikasi kecocokan distribusi waktu perbaikan dengan metode *Least Square Curve Fitting*. *Index of Fit* yang diperoleh akan digunakan untuk pertimbangan penentuan uji distribusi selanjutnya.

Langkah perhitungan nilai *Index of Fit* untuk semua distribusi sama dengan langkah perhitungan *Index of Fit* pada bagian 4.6.4 sebelumnya. Tabel perhitungan untuk masing masing distribusi dapat dilihat pada lampiran. Tabel 4.24 menyajikan tabulasi hasil perhitungan *Index of Fit* untuk distribusi waktu perbaikan komponen *Plate Cylinder*.

Tabel 4.24 Perbandingan Nilai *Index Of Fit* Waktu Perbaikan *Plate Cylinder*

Distribusi	*Index Of Fit*
Weibull	0,9747
Log Normal	0,9706
Normal	0,9478
Eksponensial	0,9438

$$Z_i = \ln\left[-\ln\left(1-\frac{i-0,5}{n+0,25}\right)\right] \quad M_i \; Z_{i+1}-Z_i$$

$$M_{hitung} = \frac{k_1 \sum_{i=k_1+1}^{n-1}\left[(\ln dt_{i+1} - \ln dt_i)/M_i\right]}{k_2 \sum_{i=1}^{k_1}\left[(\ln dt_{i+1} - \ln dt_i)/M_i\right]} = \frac{8 \times 6,1769}{7,5 \times 5,8469} = 1,127$$

$F_{crit(0.05,2k2,2k1)} = Fcrit_{(0.05,15,16)} = 2,352$

Karena $M_{hitung} < F_{crit}$, maka H_0 diterima yang berarti waktu perbaikan komponen *Plate Cylinder* berdistribusi Weibull.

4.7.6 Perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Estimasi Parameter distribusi Weibull menggunakan MLE dengan alat bantu Minitab 13.20 mendapatkan nilai sebagai berikut :

$\hat{\beta} = 1,2929 \quad \hat{\theta} = 255,73$

$$MTTR = \hat{\theta}\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right) = 255,73\,\Gamma\left(1+\frac{1}{1,2929}\right) = 255,731 \;\; \Gamma(1,77)$$

$= 255,731 \times 0,92376 = 236,2331$ menit

4.8 Interval Waktu Pergantian Pencegahan berdasarkan Kriteria Minimasi *Down Time* Komponen Impression Cylinder

Setelah mengetahui distribusi yang sesuai untuk data *time to failure* dan *time to repair* komponen *Impression Cylinder* dan nilai MTTF dan MTTR berdasarkan distribusi terpilih, selanjutnya dilakukan perhitungan interval waktu penggantian pencegahan berdasarkan kriteria minimasi *downtime*. Perhitungan interval waktu penggantian pencegahan ini menggunakan model *Age Replacement* yaitu penentuan penggantian pencegahan berdasarkan umur komponen optimal.

Dari perhitungan data sebelumnya diketahui bahwa :

Data interval antar kerusakan atau *time to failure* komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal, dengan nilai :

MTTF = 34646.58 menit

t_{med} = 6020.096

s = 1.87088

Data waktu perbaikan komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal, dengan nilai :

MTTR = 199.0494 menit = Tf = Tp

Tabel 4.26 Interval Penggantian Komponen *Impression Cylinder* Dengan Model *Age Replacement*

tp	R(tp)	F(tp)	tp+Tp	(MTTF/F(tp))+Tf	D(tp)
85763	0,0778167	0,92218327	85962,049	37769,21827	0,00479412687975417
85764	0,0778158	0,922184178	85963,049	37769,18131	0,00479412687957101
85765	0,0778149	0,922185085	85964,049	37769,14434	0,00479412687941310
85766	0,077814	0,922185992	85965,049	37769,10738	0,00479412687928044
85767	0,0778131	0,922186899	85966,049	37769,07042	0,00479412687917303
85768	0,0778122	0,922187807	85967,049	37769,03346	0,00479412687909088
85769	0,0778113	0,922188714	85968,049	37768,9965	0,00479412687903397
85770	0,0778104	0,922189621	85969,049	37768,95954	0,00479412687900231
85771	**0,0778095**	**0,922190528**	**85970,049**	**37768,92258**	**0,00479412687899590**
85772	0,0778086	0,922191435	85971,049	37768,88562	0,00479412687901474
85773	0,0778077	0,922192343	85972,049	37768,84867	0,00479412687905883
85774	0,0778068	0,92219325	85973,049	37768,81171	0,00479412687912816
85775	0,0778058	0,922194157	85974,049	37768,77475	0,00479412687922273
85776	0,0778049	0,922195064	85975,049	37768,7378	0,00479412687934255
85777	0,077804	0,922195971	85976,049	37768,70085	0,00479412687948761
85778	0,0778031	0,922196878	85977,049	37768,66389	0,00479412687965791
85779	0,0778022	0,922197785	85978,049	37768,62694	0,00479412687985345
85780	0,0778013	0,922198692	85979,049	37768,58999	0,00479412688007424
85781	0,0778004	0,922199599	85980,049	37768,55304	0,00479412688032026
85781	0,0778004	0,922199599	85980,049	37768,55304	0,00479412688032026
				Min D(tp)	0,00479412687899590

Diketahui :

Tf = waktu rata-rata perbaikan kerusakan komponen

Tp = waktu pergantian preventive

tp = panjang interval waktu antar tindakan preventive (variabel keputusan)

R(tp) = probabilitas terjadinya siklus pencegahan

F(tp) = probabilitas terjadinya siklus kerusakan

D(tp) = Total *Downtime* per unit waktu

Contoh perhitungan :

$$R(tp) = 1 - \phi\left(\frac{1}{s}\ln\frac{tp}{t_{med}}\right)$$

$$R(85771) = 1 - \phi\left(\frac{1}{1{,}87088}\ln\frac{85771}{6020{,}096}\right) = 1 - \phi(1{,}41996) = 1 - 0{,}92219058$$

$$R(85771) = 0{,}0778095$$

$$M(tp) = M(85771) = \frac{MTTF}{F(tp)} = \frac{MTTF}{F(85771)} = \frac{34646{,}58}{0{,}92219053} = 37569{,}87318$$

$$D(tp) = \frac{Tp \times R(tp) + Tf \times F(tp)}{(tp + Tp) \times R(tp) + (M(tp) + Tf) \times F(tp)}$$

$$D(tp) = \frac{199{,}0494 \times 0{,}0778095 + 199{,}0494 \times 0{,}92219053}{(85771 + 199{,}0494) \times 0{,}0778095 + (37569{,}87318 + 199{,}0494) \times 0{,}92219053}$$

$$D(tp) = 0{,}00479412687975417$$

Dari tabel perhitungan dihasilkan

Min D(tp) = 0,00479412687899590

Maka *Age Replacement* = 85771 menit

Availability = 1-D(tp) = 1 - 0,00479412687899590 = 0,99505831

4.9 Interval Waktu Pergantian Pencegahan berdasarkan Kriteria Minimasi *Down Time* Komponen *Plate Cylinder*

Setelah mengetauhi distribusi yang sesuai untuk data *time to failure* dan *time to repair* komponen *Plate Cylinder* dan nilai MTTF dan MTTR berdasarkan distribusi terpilih, selanjutnya dilakukan perhitungan interval waktu penggantian pencegahan berdasarkan kriteria minimasi *downtime*. Perhitungan interval waktu penggantian pencegahan ini menggunakan model *Age Replacement* yaitu penentuan penggantian pencegahan berdasarkan umur komponen optimal.

Dari perhitungan data sebelumnya diketauhi bahwa :

Data interval antar kerusakkan atau *time to failure* berdistribusi lognormal, dengan nilai :

MTTF = 72627.69

t_{med} = 11572.77

s = 1.916607

Data waktu perbaikkan berdistribusi lognormal, dengan nilai :

MTTR = 236,331= Tf= Tp

Tabel 4.27 Interval Penggantian *Plate Cylinder* Dengan Model *Age Replacement*

tp	R(tp)	F(tp)	tp+Tp	MTTF/F(tp)+Tf	D(tp)
195145	0,0702402	0,9297598	195381,33	78350,79176	2,72990832165996E-03
195146	0,0702398	0,9297602	195382,33	78350,76152	2,72990832165389E-03
195147	0,0702395	0,9297605	195383,33	78350,73128	2,72990832165043E-03
195148	**0,0702391**	**0,9297609**	**195384,33**	**78350,70104**	**2,72990832164960E-03**
195149	0,0702388	0,9297612	195385,33	78350,6708	2,72990832165138E-03
195150	0,0702384	0,9297616	195386,33	78350,64056	2,72990832165579E-03
195151	0,070238	0,929762	195387,33	78350,61032	2,72990832166282E-03
195152	0,0702377	0,9297623	195388,33	78350,58009	2,72990832167247E-03
195153	0,0702373	0,9297627	195389,33	78350,54985	2,72990832168474E-03
195154	0,070237	0,929763	195390,33	78350,51961	2,72990832169964E-03
195155	0,0702366	0,9297634	195391,33	78350,48937	2,72990832171715E-03
195156	0,0702362	0,9297638	195392,33	78350,45914	2,72990832173728E-03
195157	0,0702359	0,9297641	195393,33	78350,4289	2,72990832176004E-03
195158	0,0702355	0,9297645	195394,33	78350,39866	2,72990832178541E-03
195159	0,0702352	0,9297648	195395,33	78350,36843	2,72990832181341E-03
195160	0,0702348	0,9297652	195396,33	78350,33819	2,72990832184402E-03
195161	0,0702344	0,9297656	195397,33	78350,30795	2,72990832187726E-03
195162	0,0702341	0,9297659	195398,33	78350,27772	2,72990832191312E-03
195163	0,0702337	0,9297663	195399,33	78350,24748	2,72990832195159E-03
195164	0,0702334	0,9297666	195400,33	78350,21725	2,72990832199269E-03
				Min D(tp)	2,72990832164960E-03

Diketahui :

Tf = waktu rata-rata perbaikan kerusakan komponen

Tp = waktu pergantian preventive

tp = panjang interval waktu antar tindakan preventive (variabel keputusan)

R(tp) = probabilitas terjadinya siklus pencegahan

F(tp) = probabilitas terjadinya siklus kerusakkan

D(tp) = Total *Downtime* per unit waktu

Dengan langkah perhitungan seperti pada bagian 4.8, maka dari perhitungan dihasilkan :

Min D(tp) = 2,72990832164960E-03

Maka *Age Replacement* = 195148 menit

Availability = 1 - 2,72990832164960E-03= 0,997270091

4.10 Interval Waktu Pemeriksaan berdasarkan Kriteria Minimasi *Down Time Impression Cylinder*

Waktu kerja produktif selama periode dari bulan November 2004- Oktober 2006 adalah : 24 bulan. Total jam kerja produktif November 2004- Oktober 2006 adalah = 1036800 menit

Rata-rata jam kerja produktif 1 bulan = $\frac{1036800}{24}$ =43200 menit

Rata-rata jumlah kerusakan (k) tiap bulan :

a. Jumlah kerusakan periode November 2004- Oktober 2006 = 48 kerusakan

b. Rata-rata jumlah kerusakan setiap bulan = $\frac{48}{24}$ =2

Rasio jam kerja sebulan terhadap rata rata waktu perbaikan (μ) adalah :

a. MTTR = 199.5222 menit

b. Rata-rata jam kerja per bulan = 43200 menit

c. $\mu = \frac{\text{jam kerja per bulan}}{\text{MTTR}} = \frac{43200}{199,0494} = 217,031551$

Rasio jam kerja sebulan terhadap waktu pemeriksaan (1/i) :

a. Waktu rata-rata untuk melakukan pemeriksaan komponen berdasarkan wawancara dengan pihak perusahaan = 30 menit

b. Rata-rata waktu pemeriksaan = $\frac{30}{43200}$ =0,000694444

c. $i = \frac{1}{0,000694444}$ =1440 menit

Frekuensi pemeriksaan optimal tiap bulan :

$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{2 \times 1440}{217.031551}}$ =3,64795629 ≈ 4 kali per bulan

Interval waktu antar pemeriksaan $= \frac{1}{n}$ x jam kerja produktif perbulan

$= \frac{1}{4} \times 43200$ =10800 menit = 180 jam

maka pemeriksaan dilakukan setiap 4 kali per bulan setiap 180 jam setelah penggantian pencegahan atau setelah pemeriksaan terakhir.

4.11 Interval Waktu Pemeriksaan berdasarkan Kriteria Minimasi *Down Time Plate Cylinder*

Waktu kerja produktif selama periode dari bulan November 2004- Oktober 2006 adalah : 24 bulan. Total jam kerja produktif November 2004- Oktober 2006 adalah = 1036800 menit

Rata-rata jam kerja produktif 1 bulan = $\frac{1036800}{24}$ =43200 menit

Rata-rata jumlah kerusakan (k) tiap bulan :

a. Jumlah kerusakan periode November 2004- Oktober 2006 = 16 kerusakan

b. Rata-rata jumlah kerusakan setiap bulan = $\frac{16}{24}$ = 0,66667

Rasio jam kerja sebulan terhadap rata rata waktu perbaikan (μ) adalah :

a. MTTR = 236,331menit

b. Rata-rata jam kerja per bulan = 43200 menit

c. $\mu = \frac{\text{jam kerja per bulan}}{\text{MTTR}} = \frac{43200}{236,331} = 182.7944705$

Rasio jam kerja sebulan terhadap waktu pemeriksaan (1/i) :

a. Waktu rata-rata untuk melakukan pemeriksaan komponen berdasarkan wawancara dengan pihak perusahaan = 30 menit

b. Rata-rata waktu pemeriksaan = $\frac{30}{43200}$ =0,000694444

c. $i = \frac{1}{0,000694444}$ =1440 menit

Frekuensi pemeriksaan optimal tiap bulan :

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,6667 \times 1440}{182.7944705}} = 2,291737897 \approx 3 \text{ kali per bulan}$$

Interval waktu antar pemeriksaan $= \frac{1}{n}$ x jam kerja produktif perbulan

$$= \frac{1}{3} \times 43200 = 14400 \text{ menit} = 240 \text{ jam}$$

maka pemeriksaan dilakukan setiap 3 kali per bulan setiap 240 jam setelah penggantian pencegahan atau setelah pemeriksaan terakhir.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisa Penentuan Mesin Kritis

Masalah yang terjadi dalam PT PURA BARUTAMA unit Offset adalah sering terjadinya kerusakan mesin (*breakdown*) pada saat proses sedang berlangsung. Sehingga hal ini mengakibatkan terhentinya proses dan mengganggu jalannya kelancaran proses produksi. Kerusakan mesin tidak hanya menjadi masalah di bagian *maintenance* atau bagian teknik saja yang bertanggung jawab dalam perawatan peralatan produksi, namun juga menjadi masalah yang krusial di bagian produksi yang bertanggung jawab terhadap jalannya proses produksi sehingga diperlukan cara untuk menerapkan sistem perawatan terencana pada mesin yang didasarkan atas perhitungan yang pasti atau disebut *preventive maintenance*.

Dalam bab ini maka dilakukan analisa terhadap hasil perhitungan *preventive maintenance* yang telah melalui tahap-tahap perhitungan pada bab sebelumnya. PT PURA BARUTAMA unit *offset* memilliki 7 jenis mesin yang masing-masing mempunyai fungsi dan kegunaan yang berbeda. Dari hasil pengumpulan terhadap data kerusakan yang terjadi pada masing-masing mesin dan dilakukan pengolahan atas data-data tersebut maka, dapat diketahui bahwa mesin koebau memiliki jumlah total *downtime* terbesar dibanding jenis mesin yang lain.

Tabel 5.1 Total *Downtime* Kerusakan Mesin

No	Mesin	Frekuensi Kerusakan	Downtime (menit)	% Downtime
1	Polar 80 - 1	22	3208	7,38%
2	Koebau - 1	173	25010	57,54%
3	Yanwa - 1	45	6340	14,59%
4	OPP - 1	8	1020	2,35%
5	Taiwan - 2	18	2465	5,67%
6	HCA - 1	20	2560	5,89%
7	Haidelberg - 1	24	2860	6,58%
	Total	310	43463	100,00%

Setelah dilakukan pengumpulan data dan dibuat diagram pareto terhadap jumlah kerusakan serta besarnya *downtime* dari mesin-mesin lini produksi kemasan pepsodent, dari tabel 5.1 dapat dilihat yang menjadi mesin kritis dalam lini produksi kemasan pepsodent adalah mesin koebau 1 dengan *downtime* sebesar 25010 menit dan persentase *downtime* 57.54 % dan hal ini menunjukkan bahwa mesin koebau berpengaruh sebesar 57,54 % terhadap kelancaran poduksi dari seluruh kerusakan mesin pada proses produksi pembuatan kemasan pepsodent selama periode penelitian.

5.2. Analisa Penentuan Komponen Kritis

Setelah diketahui mesin yang paling kritis adalah mesin koebau 1 maka penentuan komponen kritis didasarkan terhadap banyaknya jumlah kerusakan dan besarnya waktu *downtime* mesin Koebau yang diakibatkan oleh komponen tersebut.

Seluruh data total *downtime* setiap komponen dari mesin koebau 1 sebagai mesin kritis diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil dan dihitung persentase *downtime*-nya, lalu dibuat diagram pareto. Komponen kritis yang terpilih adalah yang mempunyai total *downtime* terbesar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 5.2 Total Downtime Komponen Kritis

No	Komponen	Frekuensi Kerusakan	Downtime (menit)	Downtime kumulatif (menit)	% Downtime	% Downtime Kumulatif
1	Impression Cylinder	48	9425	9425	37,68%	37,68%
2	Plate Cylinder	16	3780	13205	15,12%	52,80%
3	Ink Distribution Roller	18	2750	15955	11,00%	63,79%
4	Foto Cell	20	1705	17660	6,82%	70,61%
5	Sheet Feeder	9	1330	18990	5,32%	75,93%
6	Transport	14	1130	20120	4,52%	80,45%
7	UV	7	850	20970	3,40%	83,85%
8	Water Distribution Roller	4	820	21790	3,28%	87,13%
9	Front Panel	6	780	22570	3,12%	90,24%
10	Powder Motor	9	585	23155	2,34%	92,58%
11	Motor Induk	6	540	23695	2,16%	94,74%
12	Water Motor	7	485	24180	1,94%	96,68%
13	Power Supply	3	300	24480	1,20%	97,88%

14	Kompressor	4	270	24750	1,08%	98,96%
15	Blanket Cylinder	2	260	25010	1,04%	100,00%

Dari tabel 5.2, yang merupakan data total *downtime* terbesar dari komponen pada mesin koebau, maka yang menjadi komponen kritis pada mesin koebau adalah *Impression Cylinder* sebesar 9425 menit atau 37.68 % dan komponen *Plate Cylinder* sebesar 3780 menit atau 15,12 % dan dapat dilihat pada persentase *downtime* kumulatif dari kedua komponen tersebut mencapai 52,80 %. Data ini menunjukkan bahwa sebesar 52,80 % kerusakan yang terjadi pada proses pembuatan kemasan pepsodent disebabkan oleh kedua komponen diatas sehingga jika kita dapat mencegah kerusakan dengan adanya *preventive* maintenance, maka sebesar 52,80 % kerusakan dapat dihindari.

5.3. Analisa Terhadap Data Interval Waktu Antar Kerusakan Dan Perbaikan, Perhitungan *Index Of Fit*, Parameter Distribusi, MTTF, MTTR

5.3.1 Interval Waktu Antar Kerusakan Dan Perbaikan

Untuk komponen *Impression Cylinder* perhitungan interval waktu antar kerusakan dilakukan dengan cara menghitung selang waktu antara kerusakan dari suatu kerusakan dimulai pada saat kerusakan selesai diperbaiki sampai terjadi kerusakan berikutnya (ti). Untuk komponen *Impression Cylinder* dapat dilihat pada bab IV tabel 4. 7 dan untuk komponen *Plate Cylinder* dapat dilihat pada bab IV tabel 4.8. Jika dilihat dari perhitungan interval waktu antara kerusakan (*time to failure*) untuk semua kerusakan yang tejadi pada komponen mesin koebau memperlihatkan *time to failure* setiap komponen memiliki jarak waktu yang tidak menentu untuk setiap terjadinya kerusakan. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor antara lain beban mesin yang sangat tinggi karena dituntut menghasilkan produksi dalam jumlah yang besar dan karena belum diterapkannya sistem perawatan mesin secara teratur dan terjadwal atau juga karena umur mesin yang tua sehingga sering

terjadi *breakdown*. Sebaiknya *time to failure* yang terjadi memiliki jarak waktu yang lama (panjang), dimana menunjukkan *breakdown* yang jarang terjadi dalam hal pengoperasian mesin tersebut.

Sedangkan untuk perhitungan waktu perbaikan (*time to repair*) sama dengan *downtime* kerusakan mesin diperoleh dengan menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan komponen yang rusak, dimulai dari terhentinya operasi karena terdeteksi adanya kerusakan sampai kerusakan tersebut selesai diperbaiki. Satuan waktu yang digunakan adalah menit. Dan hasil perhitungan dapat dilihat pada bab IV

Jika dilihat dari perhitungan *time to repair*, waktu kerusakan satu komponen dari kerusakan yang satu ke kerusaan berikutnya kadang tidak sama. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor keterampilan (*skill*) yang dimiliki teknisi berbeda-beda dalam menyelesaikan kerusakan dan faktor ketersediaan komponen tersebut.

5.4 Analisa Komponen *Impression Cylinder* Mesin Koebau 1

Setelah mencari *time to failure* dan *time to repair* kemudian mencari distribusi yang sesuai. Pemilihan distribusi dilakukan dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* yaitu menghitung nilai *index of fit* terbesar dari masing-masing distribusi tersebut. Hasil perhitungan *time to failure* dan *time to repair* pada komponen ini adalah sebagai berikut :

1. Data *time to failure*

   Distribusi terpilih adalah distribusi lognormal dengan nilai *index of fit* 0, 9863

2. Data *time to repair*

   Distribusi terpilih adalah distribusi lognormal dengan nilai *index of fit* 0, 9913

Hasil nilai *index of fit* terbesar untuk data *time to failure* terdapat pada distribusi lognormal sebesar 0,9863, ini berarti sebaran data *time to failure*

komponen *impression silinder* sesuai sebesar 98.63 % terhadap sebaran distribusi lognormal. Sedangkan nilai *index of fit* terbesar untuk data *time to repair* adalah sebesar 0,9913. Hal ini berarti sebaran data *time to repair* komponen silinder impression memiliki kesesuaian sebesar 99.13 % terhadap sebaran distribusi lognormal. Hal ini disebabkan *nilai index of fit* (r) adalah koefisien korelasi yang menunjukkan kekuatan hubungan secara linier antara variabel x dan variabel y. nilai koefisien (r) berada diantara 0 dan 1 ($0 < r < 1$) jika semakin besar nilai *index of fit* di dalam suatu distribusi sebaran data (mendekati 1) maka data tersebut makin sesuai dengan distribusi tersebut begitu pula sebaliknya jika r mendekati 0 maka menunjukkan hubungan linier yang lemah atau mungkin tidak ada hubungan linier antara variabel x dan y.

Dari penentuan distribusi diperoleh estimasi nilai parameter-parameter dari masing-masing distribusi terpilih. Agar estimasi nilai parameter-parameter lebih akurat untuk mendapatkan nilai MTTF dan MTTR dilakukan dengan cara *Maximum Likelihood Estimator* (MLE). Hasil perhitungan parameter dengan MLE dari distribusi terpilih untuk komponen *Impression Cylinder* adalah sebagai berikut :

a. Estimasi parameter untuk data *time to failure* sesuai dengan distribusi lognormal
   1. Parameter lokasi (t_{med}) : 6020,096
   2. Parameter bentuk (s) : 1,87088
b. Parameter untuk data *time to repair* sesuai dengan distribusi lognormal
   1. Parameter lokasi (t_{med}) : 138,5222
   2. Parameter bentuk (s) : 0,851496

Kemudian dilanjutkan uji kecocokan distribusi terpilih dengan menggunakan *Goodness of Fit* untuk memastikan apakah distribusi yang telah didapat untuk mewakili penyebaran data berdasarkan *Least Square Curve Fitting* telah benar. Uji-uji yang dilakukan adalah uji-uji khusus sesuai distribusi yang diduga. Pengujian

dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) 0,05 yang berarti kemungkinan untuk menolak hasil yang benar dalam pengujian adalah sebesar 0,05.

Dengan mengetahui estimasi nilai parameter dari MLE sesuai dengan distribusi terpilih maka dapat dihitung MTTR dan nilai MTTR berdasarkan distribusi terpilih tersebut, nilai MTTF dan MTTR adalah :

a. Dari data *time to failure* berdistribusi lognormal

   MTTF : 34646,58 menit

b. Dari data *time to repair* berdistribusi berdistribusi lognormal

   MTTR : 199,0494 Menit

Maka dari nilai MTTF dan MTTR dapat disimpulkan bahwa rata-rata terjadinya kembali kerusakan kembali setelah 34646,58 menit pada komponen *Impression Cylinder*. Maksudnya komponen *Impression Cylinder* diduga mengalami kerusakan kembali setelah 34646,58 menit. Sedangkan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang diperlukan pada komponen tersebut jika terjadi kerusakan adalah 199,0494 Menit

Time to failure komponen *Impression Cylinder* berdistribusi lognormal dengan nilai parameter bentuk (s) = 1,87088. Perhitungan interval waktu penggantian pencegahan ini menggunakan model *Age Replacement* yaitu penentuan penggantian berdasarkan umur komponen optimal. Jika dalam pelaksanaan terjadi kerusakan sebelum waktu yang telah ditentukan maka penggantian komponen berikutnya dilakukan setelah komponen yang baru telah mencapai umur optimal yang telah ditetapkan berdasarkan interval waktu penggantian.

Hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan diperoleh hasil 85771 menit yang berarti penggantian komponen *Impression Cylinder* dilakukan kira-kira 85771 menit dihitung dari waktu komponen tersebut pertama kali beroperasi. Untuk interval waktu pemeriksaan diperoleh hasil 180 jam maksudnya interval waktu pemeriksaan dilakukan setiap 180 jam sekali dari mesin koebau 1

tersebut beroperasi atau dilakukan sebanyak 4 kali frekuensi pemeriksaan dalam sebulan.

5.5 Analisa Komponen *Plate Cylinder* Mesin Koebau 1

Setelah mencari *time to failure* dan *time to repair* kemudian mencari distribusi yang sesuai. Pemilihan distribusi dilakukan dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* yaitu menghitung nilai *index of fit* terbesar dari masing-masing distribusi tersebut. Hasil perhitungan *time to failure* dan *time to repair* pada komponen ini adalah sebagai berikut :

1. Data *time to failure*

   Distribusi terpilih adalah distribusi lognormal dengan nilai *index of fit* 0,9713

2. Data *time to repair*

   Distribusi terpilih adalah distribusi weibull dengan nilai *index of fit* sebesar 0,9747.

Hasil nilai *index of fit* terbesar untuk data *time to failure* terdapat pada distribusi lognormal sebesar 0,9713, ini berarti sebaran data *time to failure* komponen *Plate Cylinder* sesuai sebesar 97,13 % terhadap sebaran distribusi lognormal. Sedangkan nilai *index of fit* terbesar untuk data *time to repair* adalah sebesar 0.9747. Hal ini berarti sebaran data *time to repair* komponen *Plate Cylinder* memiliki kesesuaian sebesar 97.47 % terhadap sebaran distribusi Weibull. Hal ini disebabkan *nilai index of fit* (r) adalah koefisien korelasi yang menunjukkan kekuatan hubungan secara linier antara variabel x dan variabel y. nilai koefisien (r) berada diantara 0 dan 1 ($0 < r < 1$) jika semakin besar nilai *index of fit* di dalam suatu distribusi sebaran data (mendekati 1) maka data tersebut makin sesuai dengan distribusi tersebut begitu pula sebaliknya jika r mendekati 0 maka menunjukkan hubungan linier yang lemah atau mungkin tidak ada hubungan linier antara variabel x dan y.

Dari penentuan distribusi diperoleh estimasi nilai parameter-parameter dari masing-masing distribusi terpilih. Agar estimasi nilai parameter-parameter lebih akurat untuk mendapatkan nilai MTTF dan MTTR dilakukan dengan cara *Maximum Likelihood Estimator* (MLE). Hasil perhitungan parameter dengan MLE dari distribusi terpilih untuk komponen *Plate Cylinder* adalah sebagai berikut :

a. Estimasi parameter untuk data *time to failure* sesuai dengan distribusi lognormal
   1. Parameter lokasi (t_{med}) : 11572,7726
   2. Parameter bentuk (s) : 1,9166

b. Parameter untuk data *time to repair* sesuai dengan distribusi weibull
   1. Parameter lokasi ($\hat{\beta}$) : 1.2929
   2. Parameter bentuk ($\hat{\theta}$) : 255,73

Kemudian dilanjutkan uji kecocokan distribusi terpilih dengan menggunakan *Goodness of Fit* untuk memastikan apakah distribusi yang telah didapat untuk mewakili penyebaran data berdasarkan *Least Square Curve Fitting* telah benar. Uji-uji yang dilakukan adalah uji-uji khusus sesuai distribusi yang diduga. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) 0,05 yang berarti kemungkinan untuk menolak hasil yang benar dalam pengujian adalah sebesar 0,05.

Dengan mengetahui estimasi nilai parameter dari MLE sesuai dengan distribusi terpilih maka dapat dihitung MTTR dan nilai MTTR berdasarkan distribusi terpilih tersebut, nilai MTTF dan MTTR adalah :

a. Dari data *time to failure* berdistribusi lognormal
   MTTF : 72627,6862 menit

b. Dari data *time to repair* berdistribusi Weibull
   MTTR : 236,331 menit

Maka dari nilai MTTF dan MTTR dapat disimpulkan bahwa rata-rata terjadinya kembali kerusakan kembali setelah 72627,6862 menit pada komponen

Plate Cylinder. Maksudnya komponen *Plate Cylinder* diduga mengalami kerusakan kembali setelah 72627,6862 menit. Sedangkan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang diperlukan pada komponen tersebut jika terjadi kerusakan adalah 236,331 Menit

Time to failure komponen *Plate Cylinder* berdistribusi lognormal dengan nilai parameter bentuk (s) = 1,9166. Perhitungan interval waktu penggantian pencegahan ini menggunakan model *Age Replacement* yaitu penentuan penggantian berdasarkan umur komponen optimal. Jika dalam pelaksanaan terjadi kerusakan sebelum waktu yang telah ditentukan maka penggantian komponen berikutnya dilakukan setelah komponen yang baru telah mencapai umur optimal yang telah ditetapkan berdasarkan interval waktu penggantian.

Hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan diperoleh hasil 195148 menit yang berarti penggantian komponen *Impression Cylinder* dilakukan kira-kira 195148 menit dihitung dari waktu komponen tersebut pertama kali beroperasi. Untuk interval waktu pemeriksaan diperoleh hasil 240 jam maksudnya interval waktu pemeriksaan dilakukan setiap 240 jam sekali dari mesin koebau 1 tersebut beroperasi atau dilakukan sebanyak 3 kali frekuensi pemeriksaan dalam sebulan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan analisa yang dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Mesin kritis dalam lini produksi kemasan pepsodent adalah mesin Koebau 1 dengan total *downtime* sebesar 25.010 menit
2. Komponen kritis pada mesin Koebau adalah komponen impr*ession cylinder* dengan total *downtime* sebesar 9.425 menit serta komponen *plate cylinde*r dengan total downtime sebesar 3.780 menit
3. Interval waktu penggantian pencegahan pada komponen kritis berdasarkan kriteria minimasi *downtime*
    a. Untuk komponen *impression cylinder* adalah setiap 85.771 menit atau setiap 59 hari sekali dilakukan pergantian sejak komponen pertama kali beroperasi
    b. Untuk komponen *plate cylinder* adalah setiap 195.148 menit atau setiap 135 hari 12 jam sekali dilakukan pemeriksaan sejak komponen pertama kali beroperasi.
4. Interval waktu pemeriksaan pada komponen kritis berdasarkan kriteria minimasi *downtime*
    a. Untuk komponen *impression cylinder* adalah setiap 180 jam sekali dengan frekuensi pemeriksaan 4 kali dalam sebulan

b. Untuk komponen *plate cylinder* adalah setiap 240 jam sekali dengan frekuensi pemeriksaan 3 kali dalam sebulan

6.2 Saran

Adapun saran-saran yang bermanfaat bagi perusahaan :

1. Diharapkan jadwal perawatan terhadap komponen yang baru ini dapat diterapkan pada PT. Pura barutama unit offset pada lini produksi kemasan pepsodent

   a. Untuk komponen *Impression Cylinder* adalah setiap 85.771 menit atau setiap 59 hari sekali dilakukan pergantian sejak komponen pertama kali beroperasi. Dan pemeriksaan setiap 85.771 menit atau setiap 59 hari sekali dilakukan pemeriksaan sejak komponen pertama kali beroperasi.

   b. Untuk komponen *Plate Cylinder* adalah setiap 195.148 menit atau setiap 135 hari 12jam sekali dilakukan pergantian sejak komponen pertama kali beroperasi. Dan pemeriksaan setiap 85.771 menit atau setiap 59 hari sekali dilakukan pemeriksaan sejak komponen pertama kali beroperasi.

2. Perusahaan perlu memberikan perhatian yang khusus kepada kegiatan perawatan dan perlunya membuat perencanaan penjadwalan perawatan terhadap mesin-mesin produksi yang ada agar mesin-mesin produksi tidak mengalami kerusakan secara tiba-tiba

DAFTAR PUSTAKA

Corder, A. S., (1996). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. alih bahasa Kusnul Hadi, Erlangga, Jakarta.

Didik Wahjudi, Amelia, (2000). Analisa penjadwalan dan biaya perawatan mesin press untuk pembentukan kampas rem. *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Kristen Petra, Vol. II, no. 1, hlm. 50-61.

Ebeling, Charles., (1997). *An Introduction to Reliability and Maintenability Engineering*. The Mc Graw-Hill.Companies, Inc, Singapore.

Jani Rahardjo, Ronald E. Stok, dan Rosa Yustina, (2000). Penerapan *Multi-Criteria Decision Making* dalam pengambilan keputusan sistem perawatan. *Jurnal Teknik Industri*, Universitas Kristen Petra, Vol. II, no. 1, hlm. 1-12.

Jardine, A.K.S, (1973), *Maintenance, Replacement, and Realiability*, Pitman Publishing, Toronto.

Sachbudi Abbas Ras, 2005, Rekayasa Keandalan Produk. *IPOMS Newsletter* , Edisi Perdana Agustus 2005, Vol. 1, No. 1.

Sofyan Assauri, (1980). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.

T. Hani Handoko, (1984). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi I. BPFE, Yogyakarta.

Vincent Gasperzs, (1992). *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Tarsito, Bandung.

Walpole, Roland E., (1982). *Pengantar Statistik*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

LAMPIRAN 1

LAPORAN KERUSAKAN MESIN

LAPORAN PERBAIKAN MESIN POLAR 80

	Waktu Kerusakan		Kerusakan	Penyelesaian	Dt (menit)
	Mulai	Selesai			
1	18/11/2004 07:40	18/11/2004 09:00	tidak ada aliran listrik	Perbaikan NFB	80
2	24/11/2004 08:20	24/11/2004 16:00	Hasilnya potongan tidak baik	Perbaikan Knife unit	460
3	24/01/2005 13:45	24/01/2005 15:00	hasil potongan tidak bisa siku	Perbaikan Knife unit	75
4	26/03/2005 11:45	26/03/2005 12:45	panel jeglek	perbaikan power supply	60
5	18/04/2005 07:35	18/04/2005 10:00	pisau tidak mau turun	perbaikan kulbrastel	145
6	09/05/2005 15:15	09/05/2005 16:30	pisau tidak bisa turun	perbaikan kulbrastel	75
7	11/05/2005 20:00	11/05/2005 21:30	Potongan rusak	penggantian Knife unit	90
8	17/05/2005 13:10	17/05/2005 14:00	pisau tidak mau turun	Penggantian kulbrastel	50
9	18/05/2005 16:00	18/05/2005 16:30	pisau tidak mau turun	Penggantian kulbrastel	30
10	19/05/2005 18:30	19/05/2005 19:30	pres tidak normal	Perbaikan pres unit	60

11	19/05/2005 21:30	19/05/2005 22:00	pres terbalik	Perbaikan pres unit	30
12	20/05/2005 07:45	20/05/2005 10:00	Pisau tidak mau turun	perbaikan pres unit	135
13	21/05/2005 08:55	21/05/2005 16:00	pres putus	Penggantian pres unit	425
14	04/06/2005 07:00	04/06/2005 10:00	pres tidak normal	Perbaikan pres unit	180
15	01/07/2005 09:00	01/07/2005 10:03	pres tidak normal	Perbaikan pres unit	63
16	04/07/2005 07:40	04/07/2005 09:10	pres tidak normal	Perbaikan pres unit	90
17	01/12/2005 07:30	01/12/2005 16:00	pisaunya tidak bisa distel	penggantian Knife unit	510
18	19/04/2006 09:10	19/04/2006 10:00	Potongan rusak	penggantian Knife unit	50
19	20/07/2006 07:30	20/07/2006 10:00	pres bocor	Perbaikan pres unit	150
20	25/07/2006 08:00	25/07/2006 10:30	pres bocor	Perbaikan pres unit	150
21	04/10/2006 07:30	04/10/2006 09:00	pisau tidak dapat turun	Penggantian kulbrastel	90
22	27/10/2006 07:30	27/10/2006 11:00	pres bocor	Penggantian pres unit	210

LAPORAN PERBAIKAN KERUSAKAN MESIN KOEBAU -1

	Waktu Kerusakan		Penyebab	Penyelesaian	Dt menit
	Mulai	Selesai			
1	04/11/2004 10:45	04/11/2004 14:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	195
2	10/11/2004 15:00	10/11/2004 17:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	120
3	11/11/2004 14:30	11/11/2004 15:30	Kecepatan mesin eror	Perbaikan motor induk	60
4	12/11/2004 16:00	12/11/2004 17:30	Kecepatan mesin eror	Perbaikan motor induk	90
5	18/11/2004 09:30	18/11/2004 11:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	90
6	19/11/2004 07:00	19/11/2004 09:00	Mesin mati	Pergantian power supply	120
7	19/11/2004 18:30	19/11/2004 19:30	Mesin mati	Perbaikan power supply	60
8	22/11/2004 10:30	22/11/2004 16:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	330
9	23/11/2004 08:00	23/11/2004 10:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	120
10	23/11/2004 19:35	23/11/2004 21:00	Kertas unregistered	Perbaikan fotocell	85
11	30/11/2004 09:00	30/11/2004 11:00	Kerta tidak masuk	Perbaikan sheet feeder	120
12	30/11/2004 13:00	30/11/2004 15:00	Kertas unregistered	Pergantian foto cell	120
13	06/12/2004 15:30	06/12/2004 16:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylincer	60
14	06/12/2004 20:00	06/12/2004 23:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	180
15	22/12/2004 16:30	22/12/2004 17:15	Powder macet	Perbaikan powder motor	45
16	18/01/2005 07:45	18/01/2005 08:45	Powder macet	Perbaikan powder motor	60
17	18/01/2005 13:40	18/01/2005 15:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan sheet feeder	80
18	19/01/2005 08:45	19/01/2005 10:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan sheet feedder	75
19	19/01/2005 10:00	19/01/2005 10:30	Kertas unregistered	Perbaikan foo cell	30
20	28/01/2005 09:00	28/01/2005 09:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan transport	30
21	16/02/2005 08:00	16/02/2005 14:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	360
22	22/02/2005 12:30	22/02/2005 15:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	180
23	25/02/2005 09:00	25/02/2005 10:30	Kertas unregistered	Pergantian foto cell	90
24	28/02/2005 03:30	28/02/2005 04:45	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan transport	75
25	12/04/2005 07:00	12/04/2005 08:30	Kompressor macet	Pergantian kompressor	90
26	28/04/2005 13:00	28/04/2005 14:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	60

LAPORAN PERBAIKAN KERUSAKAN MESIN KOEBAU -1

	Waktu Kerusakan		Penyebab	Penyelesaian	Dt menit
	Mulai	Selesai			
1	04/11/2004 10:45	04/11/2004 14:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	195
2	10/11/2004 15:00	10/11/2004 17:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	120
3	11/11/2004 14:30	11/11/2004 15:30	Kecepatan mesin eror	Perbaikan motor induk	60
4	12/11/2004 16:00	12/11/2004 17:30	Kecepatan mesin eror	Perbaikan motor induk	90
5	18/11/2004 09:30	18/11/2004 11:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	90
6	19/11/2004 07:00	19/11/2004 09:00	Mesin mati	Pergantian power supply	120
7	19/11/2004 18:30	19/11/2004 19:30	Mesin mati	Perbaikan power supply	60
8	22/11/2004 10:30	22/11/2004 16:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	330
9	23/11/2004 08:00	23/11/2004 10:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	120
10	23/11/2004 19:35	23/11/2004 21:00	Kertas unregistered	Perbaikan fotocell	85
11	30/11/2004 09:00	30/11/2004 11:00	Kerta tidak masuk	Perbaikan sheet feeder	120
12	30/11/2004 13:00	30/11/2004 15:00	Kertas unregistered	Pergantian foto cell	120
13	06/12/2004 15:30	06/12/2004 16:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylincer	60
14	06/12/2004 20:00	06/12/2004 23:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	180
15	22/12/2004 16:30	22/12/2004 17:15	Powder macet	Perbaikan powder motor	45
16	18/01/2005 07:45	18/01/2005 08:45	Powder macet	Perbaikan powder motor	60
17	18/01/2005 13:40	18/01/2005 15:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan sheet feeder	80
18	19/01/2005 08:45	19/01/2005 10:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan sheet feedder	75
19	19/01/2005 10:00	19/01/2005 10:30	Kertas unregistered	Perbaikan foo cell	30
20	28/01/2005 09:00	28/01/2005 09:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan transport	30
21	16/02/2005 08:00	16/02/2005 14:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	360
22	22/02/2005 12:30	22/02/2005 15:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	180
23	25/02/2005 09:00	25/02/2005 10:30	Kertas unregistered	Pergantian foto cell	90
24	28/02/2005 03:30	28/02/2005 04:45	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan transport	75
25	12/04/2005 07:00	12/04/2005 08:30	Kompressor macet	Pergantian kompressor	90
26	28/04/2005 13:00	28/04/2005 14:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	60

27	13/05/2005 01:30	13/05/2005 02:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	30
28	13/05/2005 21:00	13/05/2005 22:00	Air tidak keluar	Perbaikan water motor	60
29	09/06/2005 02:30	09/06/2005 03:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	30
30	09/06/2005 19:00	09/06/2005 20:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	60
31	09/06/2005 23:00	10/06/2005 00:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	60
32	10/06/2005 06:30	10/06/2005 10:00	Tinta macet	Pergantian ink distribution roller	210
33	15/06/2005 07:15	15/06/2005 15:00	Gambar tidak presisi	Pergantian plate cylinder	465
34	04/07/2005 07:40	04/07/2005 10:30	Gambar tidak presisi	Perbaikan plate cylinder	170
35	21/07/2005 07:30	21/07/2005 10:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	150
36	10/10/2005 07:15	10/10/2005 08:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan transport	75
37	12/10/2005 07:20	12/10/2005 11:00	Air terlalu banyak	Pergantian water distribution roller	220
38	13/10/2005 07:00	13/10/2005 10:30	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	210
39	14/10/2005 08:10	14/10/2005 15:00	Mesin macet	Pergantian front panel	410
40	15/10/2005 07:30	15/10/2005 08:35	Kertas tidak masuk	Perbaikan sheet feeder	65
41	15/10/2005 19:30	15/10/2005 21:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	90
42	19/10/2005 07:00	19/10/2005 09:00	Mesin mati	Pergantian power supply	120
43	19/10/2005 10:45	19/10/2005 11:30	Powder macet	Perbaikan powder motor	45
44	20/10/2005 19:40	20/10/2005 20:45	Air tidak keluar	Pergntian water motor	65
45	21/10/2005 09:10	21/10/2005 10:30	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	80
46	23/10/2005 08:30	23/10/2005 10:30	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	120
47	23/10/2005 10:30	23/10/2005 15:00	Air tidak keluar	Perbaikan water distribution roller	270
48	24/10/2005 04:30	24/10/2005 04:45	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	15
49	24/10/2005 09:00	24/10/2005 14:00	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	300
50	25/10/2005 07:30	25/10/2005 10:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	150
51	25/10/2005 20:30	25/10/2005 21:30	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	60
52	26/10/2005 09:00	26/10/2005 11:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	120
53	27/10/2005 09:00	27/10/2005 10:00	Air tidak keluar	Perbaikan water motor	60
54	27/10/2005 23:15	28/10/2005 00:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	45
55	28/10/2005 07:00	28/10/2005 11:00	Tinta macet	Perbaikan ink distribution roller	240
56	31/10/2005 07:00	31/10/2005 11:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	240

57	07/11/2005 10:00	07/11/2005 11:30	Mesin macet	Perbaikan front panel	90
58	10/11/2005 08:45	10/11/2005 09:30	Powder macet	Perbaikan powder motor	45
59	12/11/2005 09:00	12/11/2005 10:30	Powder macet	Perbaikan powder motor	90
60	23/11/2005 13:00	23/11/2005 15:30	Powder macet	Pergantian powder motor	150
61	25/11/2005 01:30	25/11/2005 02:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	60
62	26/11/2005 07:30	26/11/2005 10:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	150
63	28/11/2005 10:30	28/11/2005 14:20	Gambar keder	Pergantian impression cylinder	230
64	28/11/2005 22:10	28/11/2005 23:15	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	65
65	03/12/2005 19:10	03/12/2005 20:15	Mesin macet	Perbaikan fron panel	65
66	03/12/2005 22:10	03/12/2005 23:00	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan transport	50
67	05/12/2005 08:00	05/12/2005 11:00	Warna tidak sesuai	Pergantian blanket cylinder	180
68	11/12/2005 13:30	11/12/2005 15:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	90
69	12/12/2005 07:00	12/12/2005 09:00	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	120
70	13/12/2005 06:30	13/12/2005 08:30	Kertas unregistered	Perbaikan foto cell	120
71	26/12/2005 07:00	26/12/2005 08:30	Kompressor macet	Perbaikan kompressor	90
72	06/01/2006 18:30	06/01/2006 21:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	180
73	09/01/2006 08:00	09/01/2006 10:00	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	120
74	09/01/2006 13:10	09/01/2006 15:30	Gambar keder	Perbaikan impression cylinder	140
75	11/01/2006 07:00	11/01/2006 10:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	180
76	12/01/2006 21:30	12/01/2006 22:30	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	60
77	13/01/2006 16:30	13/01/2006 17:45	Kecepatan mesin eror	Perbaikan Motor Induk	75
78	14/01/2006 07:00	14/01/2006 09:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	120
79	14/01/2006 17:00	14/01/2006 18:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	60
80	17/01/2006 12:30	18/01/2006 02:00	Gambar keder	Pergantian Impression Cylinder	810
81	19/01/2006 09:30	19/01/2006 11:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	90
82	21/01/2006 07:00	21/01/2006 10:00	Gambar tidak presisi	Pergantian Plate Cylinder	180
83	21/01/2006 10:00	21/01/2006 11:00	Air tidak keluar	Perbaikan Water Motor	60
84	23/01/2006 08:00	23/01/2006 10:00	Air tidak keluar	Perbaikan Water Motor	120
85	23/01/2006 10:00	23/01/2006 16:00	Gambar keder	Pergantian Impression Cylinder	360
86	26/01/2006 12:30	26/01/2006 16:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	210

87	27/01/2006 23:30	28/01/2006 00:00	Tinta macet	Perbaikan Ink Distribution Roller	30
88	30/01/2006 21:30	30/01/2006 22:30	Kompressor macet	Perbaikan Kompressor	60
89	01/02/2006 10:10	01/02/2006 10:45	Mesin macet	Perbaikan Front Panel	35
90	03/02/2006 18:30	03/02/2006 19:30	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	60
91	04/02/2006 07:00	04/02/2006 11:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	240
92	06/02/2006 07:30	06/02/2006 16:00	Gambar tidak presisi	Pergantian Plate Cylinder	510
93	10/02/2006 18:30	10/02/2006 19:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Ink Distribution Roller	30
94	11/02/2006 07:30	11/02/2006 15:00	Tinta macet	Pergantian Ink Distribution Roller	450
95	14/02/2006 15:00	14/02/2006 16:30	UV macet	Perbaikan UV	90
96	17/02/2006 10:15	17/02/2006 15:00	UV macet	Pergantian UV	285
97	19/02/2006 07:00	19/02/2006 08:00	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	60
98	20/02/2006 16:10	20/02/2006 17:30	Warna tidak sesuai	Perbaikan Blanket Cylinder	80
99	20/02/2006 22:00	20/02/2006 23:00	Powder macet	Perbaikan Powder Motor	60
100	22/02/2006 09:00	22/02/2006 10:30	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	90
101	22/02/2006 13:10	22/02/2006 15:30	UV macet	Perbaikan UV	140
102	24/02/2006 15:00	24/02/2006 16:30	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	90
103	09/03/2006 10:15	09/03/2006 17:00	Gambar keder	Pergantian Impression Cylinder	405
104	11/03/2006 20:15	11/03/2006 22:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	105
105	15/03/2006 15:00	15/03/2006 15:30	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	30
106	16/03/2006 09:30	16/03/2006 10:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	60
107	18/03/2006 08:30	18/03/2006 10:00	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	90
108	18/03/2006 20:15	18/03/2006 22:00	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	105
109	19/03/2006 07:30	19/03/2006 10:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	150
110	22/03/2006 16:00	22/03/2006 17:30	Kecepatan mesin eror	Perbaikan Motor Induk	90
111	22/03/2006 22:30	22/03/2006 23:30	Mesin macet	Perbaikan Front Panel	60
112	23/03/2006 07:00	23/03/2006 10:00	Kecepatan mesin eror	Pergantian Motor Induk	180
113	23/03/2006 15:00	23/03/2006 16:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	60
114	23/03/2006 18:30	23/03/2006 20:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	90
115	05/04/2006 08:15	05/04/2006 15:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	405
116	11/04/2006 09:30	11/04/2006 11:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	90

117	19/04/2006 08:35	19/04/2006 16:30	Gambar kedr	Pergantian Impression Cylinder	475
118	04/05/2006 14:30	04/05/2006 16:00	Air tidak keluar	Perbaikan Water Motor	90
119	08/05/2006 00:30	08/05/2006 01:30	Powder macet	Perbaikan Powder Motor	60
120	09/05/2006 11:30	09/05/2006 13:30	Mesin macet	Perbaikan Front Panel	120
121	09/05/2006 23:00	10/05/2006 00:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	60
122	10/05/2006 09:00	10/05/2006 09:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	30
123	10/05/2006 13:00	10/05/2006 15:00	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	120
124	10/05/2006 19:30	10/05/2006 20:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	60
125	11/05/2006 04:30	11/05/2006 06:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan Sheet Feeder	90
126	11/05/2006 07:00	11/05/2006 11:00	Kertas tidak mau naik/turun	Pergantian Transport	240
127	21/05/2006 07:05	21/05/2006 16:00	Tinta macet	Pergantian Ink Distribution Roller	535
128	24/05/2006 08:00	24/05/2006 10:00	Kertas tidak masuk	Pergantian Sheet Feeder	120
129	24/05/2006 19:30	24/05/2006 21:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan Sheet Feeder	90
130	06/06/2006 12:30	06/06/2006 13:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	60
131	10/06/2006 10:10	10/06/2006 12:30	Tinta macet	Perbaikan Ink Distribution Roller	140
132	17/06/2006 01:00	17/06/2006 01:30	Air tidak keluar	Perbaikan Water Motor	30
133	23/06/2006 13:40	23/06/2006 16:00	Kertas unregistered	Pergantian Foto Cell	140
134	26/06/2006 08:00	26/06/2006 16:00	Gambar tidak presis	Pergantian Plate Cylinder	480
135	30/06/2006 01:15	30/06/2006 02:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	45
136	30/06/2006 06:30	30/06/2006 11:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	270
137	01/07/2006 07:30	01/07/2006 10:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	150
138	06/07/2006 10:40	06/07/2006 15:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	260
139	08/07/2006 12:30	08/07/2006 15:00	Air terlalu banyak	Perbaikan Water Distribution Roller	150
140	15/07/2006 08:00	15/07/2006 11:00	Air terlalu banyak	Pergantian Water Distribution Roller	180
141	17/07/2006 00:00	17/07/2006 01:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	60
142	17/07/2006 20:00	17/07/2006 20:30	Gambar tidak presis	Perbaikan Plate Cylinder	30
143	17/07/2006 21:00	17/07/2006 21:30	Kompressor macet	Perbaikan Kompressor	30
144	18/07/2006 09:00	18/07/2006 11:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	120
145	25/07/2006 08:00	25/07/2006 10:30	Tinta macet	Perbaikan Ink Distribution Roller	150
146	30/07/2006 15:30	31/07/2006 08:00	Gambar keder	Pergantian Impression Cylinder	990

147	01/08/2006 07:15	01/08/2006 08:00	Kecepatan mesin eror	Perbaikan Motor Induk	45
148	08/08/2006 22:30	08/08/2006 23:00	Powder macet	Perbaikan Powder Motor	30
149	11/08/2006 21:30	11/08/2006 23:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	90
150	23/08/2006 09:20	23/08/2006 10:40	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	80
151	28/08/2006 09:00	28/08/2006 11:00	Tinta macet	Perbaikan Ink Distribution Roller	120
152	28/08/2006 15:30	28/08/2006 16:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	30
153	29/08/2006 12:30	29/08/2006 17:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	270
154	01/09/2006 07:00	01/09/2006 08:05	UV macet	Perbaikan UV	65
155	01/09/2006 08:05	01/09/2006 13:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	295
156	07/09/2006 06:30	07/09/2006 08:00	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	90
157	05/09/2006 06:30	05/09/2006 16:00	Kertas tidak masuk	Pergantian Sheet Feeder	570
158	05/09/2006 18:00	05/09/2006 20:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan Sheet Feeder	120
159	05/09/2006 23:30	06/09/2006 00:30	Kertas unregistered	Perbaikan Foto Cell	60
160	08/09/2006 07:00	08/09/2006 08:00	UV macet	Perbaikan UV	60
161	09/09/2006 14:30	09/09/2006 15:30	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	60
162	14/09/2006 08:00	14/09/2006 10:00	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	120
163	14/09/2006 12:40	14/09/2006 16:00	Gambar keder	Pergantian Impression Cylinder	200
164	21/09/2006 18:45	21/09/2006 21:00	UV macet	Pergantian UV	135
165	21/09/2006 23:30	22/09/2006 00:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	30
166	22/09/2006 22:00	23/09/2006 00:00	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	120
167	23/09/2006 07:00	23/09/2006 16:00	Gambar tidak presisi	Pergantian Plate Cylinder	540
168	25/09/2006 07:10	25/09/2006 13:40	Gambar tidak presisi	Perbaikan Plate Cylinder	390
169	25/09/2006 21:45	25/09/2006 23:00	UV macet	Perbaikan UV	75
170	27/09/2006 08:15	27/09/2006 10:00	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	105
171	30/09/2006 02:00	30/09/2006 03:00	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	60
172	20/10/2006 02:00	20/10/2006 02:50	Gambar keder	Perbaikan Impression Cylinder	50
173	30/10/2006 19:15	30/10/2006 20:30	Kertas tidak mau naik/turun	Perbaikan Transport	75

LAPORAN PERBAIKAN MESIN YANWA -I

	Waktu Kerusakan		kerusakan	penyelesaian	DT (menit)
	Mulai	Selesai			
1	11/04/2004 09:00	11/04/2004 15:00	Transport kertas macet	Pergantian transport	360
2	11/05/2004 09:45	11/05/2004 11:00	Transport kertas macet	Perbaikan transport	75
3	12/02/2004 21:00	12/02/2004 22:00	Motor mati	Penggantian motor power	60
4	12/03/2004 07:55	12/03/2004 15:40	Motor lemah	Perbaikan motor power	465
5	13/12/2004 12:35	13/12/2004 13:00	Mesin motornya macet	Penggantian motor power	25
6	13/12/2004 13:00	13/12/2004 14:35	Mesin knipnya geser	Penggantian knip transver	95
7	18/12/2004 09:30	18/12/2004 13:30	Angina macet	Perbaikan phenomatik	240
8	29/12/2004 07:20	29/12/2004 15:00	Pompa oli macet	Perbaikan oil unit	460
9	29/12/2004 22:00	29/12/2004 23:00	transport macet	Perbaikan transport	60
10	07/08/2005 07:30	07/08/2005 15:00	Motor lemah	Perbaikan motor power	450
11	07/12/2005 07:40	07/12/2005 17:00	Motor lemah	Pergantian motor power	560
12	15/07/2005 07:45	15/07/2005 11:00	Motor lemah	Perbaikan druck mesin	195
13	16/07/2005 08:10	16/07/2005 09:30	Motor lemah	perbaikan motor power	80
14	27/07/2005 12:25	27/07/2005 15:10	kompressor rusak	perbaikan kompressor	165
15	15/08/2005 08:00	15/08/2005 10:00	Motor lemah	perbaikan phenomatik	120
16	29/09/2005 08:30	29/09/2005 09:30	Kompressor terbakar	pergantian kompressor	60
17	10/07/2005 00:15	10/07/2005 01:00	Kontraktor macet	Perbaikan kontraktor	45
18	11/07/2005 07:35	11/07/2005 09:00	Motor mesin macet	Perbaikan motor power	85
19	17/11/2005 07:50	17/11/2005 09:00	Compressor tidak fungsi	perbaikan kompressor	70
20	23/11/2005 07:30	23/11/2005 10:00	Pompa oli macet	Perbaikan oil distribusion unit	150
21	24/11/2005 22:00	24/11/2005 23:00	Motor lemah	Perbaikan motor power	60
22	25/11/2005 09:30	25/11/2005 10:00	panelnya turun	Pergantian panel	30
23	12/05/2005 12:30	12/05/2005 14:00	kompressor tidak kuat	Perbaikan kompressor	90

24	12/06/2005 07:30	12/06/2005 14:25	Meja tidak rata	perbaikan meja	415
25	17/12/2005 20:00	17/12/2005 20:45	Meja kurang panas	perbaikan meja pemanas	45
26	21/12/2005 08:10	21/12/2005 10:00	pemanas tidak bisa di setting	Perbaikan terminal heater	110
27	14/01/2006 10:45	14/01/2006 12:30	Pemanas tidak stabil	Perbaikan thermo control	105
28	19/01/2006 22:40	19/01/2006 23:20	Panas terlalu besar	Perbaikan thermo control	40
29	30/01/2006 02:00	30/01/2006 03:00	Perbaiki druck	perbaikan motor power	60
30	31/01/2006 02:30	31/01/2006 04:30	Druck macet	perbaikan motor power	120
31	16/02/2006 18:20	16/02/2006 19:00	pemanas tidak bisa di setting	Perbaikan terminal heater	40
32	21/12/2006 14:25	21/12/2006 15:30	Kontaktor macet	Perbaikan kontraktor	65
33	24/02/2006 08:50	24/02/2006 09:20	thermo control eror	Pergantian thermo control	30
34	16/03/2006 13:00	16/03/2006 14:00	Mesin pemanasnya terlalu besar	perbaikan thermo control	60
35	04/04/2006 08:30	04/04/2006 09:30	Knip transver macet	Perbaikan knip transver	60
36	29/05/2006 07:30	29/05/2006 14:00	Knip transver macet	Perbaikan knip transver	390
37	23/06/2006 09:05	23/06/2006 09:30	Knip transver rusak	Perbaikan knip transver	25
38	26/06/2006 15:00	26/06/2006 16:30	Meja tidak rata	perbaikan meja	90
39	27/06/2006 09:30	27/06/2006 11:00	Meja tidak rata	perbaikan meja	90
40	25/07/2006 08:00	25/07/2006 09:00	kompressor mesin macet	Perbaikan kompressor	60
41	25/07/2006 22:30	25/07/2006 00:00	Transport kertas tidak dapat naik	Pergantian transport	90
42	08/04/2006 13:35	08/04/2006 15:00	kompressor macet	Perbaikan kompressor	85
43	10/02/2006 07:30	10/02/2006 11:00	Tabung pnomatic bocor	Perbaikan pnomatic	210
44	10/09/2006 00:30	10/09/2006 01:30	Transport belakang macet	Perbaikan transport	60
45	31/10/2006 07:30	31/10/2006 09:00	Compressor macet	Perbaikan kompressor	90

LAPORAN PERBAIKAN MESIN OPP -1

No Urut	Waktu Kerusakan		Kerusakan	Penyelesaian	DT (menit)
	Mulai	Selesai			
1	02/12/2005 08:00	02/12/2005 09:00	Motor lemah	perbaikan motor sliter	60
2	18/03/2005 09:40	18/03/2005 10:00	vanbelt macet	Perbaikan vanbelt	20
3	21/07/2005 10:30	21/07/2005 11:30	Mesin tidak jalan	Perbaikan panel	60
4	04/04/2006 08:00	04/04/2006 10:00	rantai kendor	Perbaikan griper cylinder	120
5	04/12/2006 08:50	04/12/2006 11:00	rantai macet	Pergantian griper cylinder	130
6	08/07/2006 09:30	08/07/2006 16:00	roll mesin eror	pergantian roll	390
7	22/08/2006 10:30	22/08/2006 13:00	suara mesin eror	Perbaikan motor power	150
8	24/08/2006 14:30	24/08/2006 16:00	Mesin macet	Perbaikan power supply	90

LAPORAN PERBAIKAN MESIN TAIWAN -2

No Urut	Waktu Kerusakan		Kerusakan	Penyelesaian	Dt menit
	Mulai	Selesai			
1	11/12/2004 07:40	11/12/2004 14:10	Mesin macet	Perbaikan fly wheel	390
2	22/12/2004 14:00	22/12/2004 16:00	Lager roll mesin rusak	pergantian lager croum	120
3	18/01/2005 07:30	18/01/2005 11:00	Mesin mati	Perbaikan power supply	210
4	14/03/2005 22:30	14/03/2005 23:00	UV macet	Perbaikan UV	30
5	05/04/2005 08:30	05/04/2005 10:00	UV mati	Pergantian UV	90
6	12/04/2005 14:35	12/04/2005 15:20	Panas tidak merata	Perbaikan thermo control	45
7	27/04/2005 19:00	27/04/2005 20:00	Lampu mesin mati	Perbaikan MSK	60
8	06/05/2005 08:15	06/05/2005 10:00	Lampu mesin mati	Pergantian MSK	105
9	16/05/2005 09:30	16/05/2005 10:30	Strom lampu UV mati	Perbaikan over load	60
10	20/05/2005 07:30	20/05/2005 10:00	Pasangkan heater/pemanas mati	Perbaikan heater	150
11	20/05/2005 17:30	20/05/2005 18:30	Mesin tidak ada aliran listrik	Perbaikan panel	60
12	21/06/2005 07:30	21/06/2005 09:00	UV eror	Pergantian UV	90
13	27/06/2005 08:45	27/06/2005 09:30	Mesin konslet	Perbaikan panel	45
14	11/07/2005 07:30	11/07/2005 09:00	UV macet	perbaikan UV	90
15	16/09/2005 07:30	16/09/2005 09:50	UV mati	Pergantian UV	140
16	27/09/2005 08:30	27/09/2005 09:00	UV macet	perbaikan UV	30
17	26/07/2005 07:30	26/07/2005 11:00	roll karet macet	perbaikan roll transver	210
18	09/07/2006 07:00	09/07/2006 16:00	roll karet aus	Pergantian roll transver	540

LAPORAN PERBAIKAN MESIN HCA -1

No Urut	Waktu Kerusakan		Kerusakan	Penyelesaian	DT (menit)
	Mulai	Selesai			
1	01/11/2004 08 45	01/11/2004 11:00	Griper putus	pergantian griper transver	135
2	23/11/2004 13 45	23/11/2004 15:00	Kertas tidak jalan	Perbaikan feeder sheet	75
3	29/11/2004 08 00	29/11/2004 10:00	Pemanas macet	Perbaikan MCB	120
4	14/12/2004 19 30	14/12/2004 20:30	Pemanas konslet	Pergantian MCB	60
5	24/12/2004 07 50	24/12/2004 08:10	Pemanas tidak normal	Perbaikan terminal heater	20
6	13/04/2005 07 00	13/04/2005 08:00	Pemanas tidak normal	Perbaikan terminal heater	60
7	28/05/2005 07 30	28/05/2005 10:00	Kertas tidak jalan	Perbaikan knip transver	150
8	22/08/2005 06 40	22/08/2005 10:30	Oli macet	Perbaikan oil Distribution	230
9	29/08/2005 07 15	29/08/2005 10:00	Oli bocor	Perbaikan oil Distribution	165
10	02/02/2006 08 00	02/02/2006 10:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan kontaktor	120
11	28/02/2006 15 30	28/02/2006 17:00	Knip tidak lancar	Stel knip transver	90
12	08/03/2006 07 30	08/03/2006 11:00	Pompa oli bocor	Perbaikan oil Distribution	210
13	23/03/2006 01 00	23/03/2006 02:00	Gear metal putus	Perbaikan Control gigi engkol	60
14	24/03/2006 07 30	24/03/2006 17:00	Suara mesin terlalu keras	Perbaikan motor power	570
15	27/03/2006 09 10	27/03/2006 10:25	mesin mati	Pergantian panel	75
16	29/03/2006 23 00	30/03/2006 00:00	knip putus	Pergantian knip transver	60
17	31/03/2006 07 30	31/03/2006 09:00	Kertas tidak jalan	Perbaikan knip transver	90
18	15/04/2006 13 45	15/04/2006 15:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan front register	75
19	05/05/2006 20 00	05/05/2006 21:00	Kertas tidak naik	Perbaikan kontaktor	60
20	10/03/2006 07 45	10/03/2006 10:00	Oli macet	Perbaikan oil Distribution	135

LAPORAN PERBAIKAN MESIN HEIDELBERG -1

No Urut	Waktu Kerusakan		Kerusakan	Penyelesaian	DT (menit)
	Mulai	Selesai			
1	01/11/2004 08:45	01/11/2004 11:00	Mesin mati	Perbaikan panel	135
2	23/11/2004 13:45	23/11/2004 15:00	Kompressor terbakar	Pergantian kompressor	75
3	29/11/2004 08:00	29/11/2004 10:00	Mesin mati	Perbaikan panel	120
4	14/12/2004 19:30	14/12/2004 20:30	Blower macet	Perbaikan blower	60
5	24/12/2004 07:50	24/12/2004 08:10	Suara mesin bergemuruh	Perbaikan motor power	20
6	13/04/2005 07:00	13/04/2005 08:00	Kompressor mati	Perbaikan kompressor	60
7	28/05/2005 07:30	28/05/2005 10:00	Kecepatan mesin eror	Perbaikan motor power	150
8	22/08/2005 06:40	22/08/2005 10:30	Lipatan tidak presisi	Perbaikan transver lipatan	230
9	29/08/2005 07:15	29/08/2005 10:00	Lipatan tidak presisi	Perbaikan transver lipatan	165
10	02/02/2006 08:00	02/02/2006 10:00	Lipatan tidak presisi	Perbaikan transver lipatan	120
11	28/02/2006 15:30	28/02/2006 17:00	Mesin mati	Perbaikan panel	90
12	08/03/2006 07:30	08/03/2006 11:00	Kertas unregister	Pergantian weko	210
13	23/03/2006 01:00	23/03/2006 02:00	Kertas tidak mau naik / turun	Perbaikan transpot	60
14	24/03/2006 07:30	24/03/2006 17:00	Kertas tidak masuk	Perbaikan front register	570
15	27/03/2006 09:10	27/03/2006 10:25	Kertas tidak mau naik / turun	Perbaikan transpot	75
16	29/03/2006 23:00	30/03/2006 00:00	Kertas tidak mau naik / turun	Perbaikan transpot	60
17	31/03/2006 07:30	31/03/2006 09:00	Kertas unregister	Perbaikan weko	90
18	15/04/2006 13:45	15/04/2006 15:00	Lipatan tidak presisi	Perbaikan transver lipatan	75
19	05/05/2006 20:00	05/05/2006 21:00	Kertas tidak mau naik / turun	Perbaikan transpot	60
20	10/03/2006 07:45	10/03/2006 10:00	Kertas unregister	Pergantian weko	135

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN *INDEX OF FIT* INTERVAL WAKTU ANTAR KERUSAKAN KOMPONEN *PLATE CYLINDER*

A. DISTRIBUSI EKSPONENSIAL

no	ti	Xi= ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	420	420	176400	0,04545455	0,04652002	0,00216411	19,538407
2	690	690	476100	0,11038961	0,11697168	0,01368237	80,710457
3	1320	1320	1742400	0,17532468	0,19276552	0,03715854	254,45048
4	2350	2350	5522500	0,24025974	0,27477867	0,07550332	645,72987
5	2640	2640	6969600	0,30519481	0,36412377	0,13258612	961,28675
6	2670	2670	7128900	0,37012987	0,46224162	0,21366732	1234,1851
7	19230	19230	369792900	0,43506494	0,57104448	0,3260918	10981,185
8	26920	26920	724686400	0,5	0,69314718	0,48045301	18659,522
9	29345	29345	861129025	0,56493506	0,83225998	0,69265668	24422,669
10	29430	29430	866124900	0,62987013	0,99390133	0,98783986	29250,516
11	30480	30480	929030400	0,69480519	1,186805	1,40850611	36173,816
12	36060	36060	1300323600	0,75974026	1,42603469	2,03357494	51422,811
13	91770	91770	8421732900	0,82467532	1,74111574	3,03148401	159782,19
14	109260	109260	11937747600	0,88961039	2,20373926	4,85646672	240780,55
15	286500	286500	82082250000	0,95454545	3,09104245	9,55454345	885583,66
Total	669085	669085	1,07515E+11	7,5	14,1964914	23,8463784	1460252,8

I O F = r = 0,91971058

B. DISTRIBUSI NORMAL

no	ti	Xi= ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	420	420	176400	0,0454545	-1,6906213	2,8582005	-710,06096
2	690	690	476100	0,1103896	-1,2244591	1,4993	-844,87677
3	1320	1320	1742400	0,1753247	-0,9333304	0,8711057	-1231,9962
4	2350	2350	5522500	0,2402597	-0,7054671	0,4976838	-1657,8476
5	2640	2640	6969600	0,3051948	-0,5095174	0,2596079	-1345,1258
6	2670	2670	7128900	0,3701299	-0,3315096	0,1098986	-885,13056
7	19230	19230	369792900	0,4350649	-0,1634935	0,0267301	-3143,9801
8	26920	26920	724686400	0,5	5,471E-10	2,994E-19	1,473E-05
9	29345	29345	861129025	0,5649351	0,1634935	0,0267301	4797,717
10	29430	29430	866124900	0,6298701	0,3315096	0,1098986	9756,3267
11	30480	30480	929030400	0,6948052	0,5095174	0,2596079	15530,089
12	36060	36060	1,3E+09	0,7597403	0,7054671	0,4976838	25439,142
13	91770	91770	8,422E+09	0,8246753	0,9333304	0,8711057	85651,733
14	109260	109260	1,194E+10	0,8896104	1,2244591	1,4993	133784,4
15	286500	286500	8,208E+10	0,9545455	1,6906213	2,8582005	484363,01
Total	669085	669085	1,075E+11	7,5	5,471E-10	12,245053	749503,4

IOF = r = 0,768541

C. DISTRIBUSI LOGNORMAL

no	ti	Xi=ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	420	6,0402547	36,484677	0,0454545	-1,6906213	2,8582005	-10,211783
2	690	6,5366916	42,728337	0,1103896	-1,2244591	1,4993	-8,0039114
3	1320	7,185387	51,629787	0,1753247	-0,9333304	0,8711057	-6,7063403
4	2350	7,7621706	60,251293	0,2402597	-0,7054671	0,4976838	-5,4759556
5	2640	7,8785342	62,071301	0,3051948	-0,5095174	0,2596079	-4,0142499
6	2670	7,8898338	62,249477	0,3701299	-0,3315096	0,1098986	-2,6155554
7	19230	9,8642268	97,302971	0,4350649	-0,1634935	0,0267301	-1,612737
8	26920	10,200625	104,05275	0,5	5,471E-10	2,994E-19	5,581E-09
9	29345	10,286877	105,81985	0,5649351	0,1634935	0,0267301	1,6818377
10	29430	10,28977	105,87936	0,6298701	0,3315096	0,1098986	3,4111572
11	30480	10,324826	106,60203	0,6948052	0,5095174	0,2596079	5,2606781
12	36060	10,492939	110,10178	0,7597403	0,7054671	0,4976838	7,4024231
13	91770	11,427041	130,57726	0,8246753	0,9333304	0,8711057	10,665205
14	109260	11,601486	134,59447	0,8896104	1,2244591	1,4993	14,205544
15	286500	12,565494	157,89163	0,9545455	1,6906213	2,8582005	21,243492
Total	669085	140,34616	1368,237	7,5	5,471E-10	12,245053	25,229804

IOF = r = 0,9713033

D. DISTRIBUSI WEIBULL

no	ti	Xi=ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	420	6,0402547	36,484677	0,0454545	-3,0678726	9,4118424	-18,530732
2	690	6,5366916	42,728337	0,1103896	-2,1458235	4,6045583	-14,026586
3	1320	7,185387	51,629787	0,1753247	-1,6462808	2,7102404	-11,829164
4	2350	7,7621706	60,251293	0,2402597	-1,2917894	1,6687197	-10,027089
5	2640	7,8785342	62,071301	0,3051948	-1,0102614	1,0206282	-7,9593794
6	2670	7,8898338	62,249477	0,3701299	-0,7716675	0,5954708	-6,0883285
7	19230	9,8642268	97,302971	0,4350649	-0,5602882	0,3139228	-5,5268096
8	26920	10,200625	104,05275	0,5	-0,3665129	0,1343317	-3,7386608
9	29345	10,286877	105,81985	0,5649351	-0,1836104	0,0337128	-1,8887778
10	29430	10,28977	105,87936	0,6298701	-0,0061173	3,742E-05	-0,062946
11	30480	10,324826	106,60203	0,6948052	0,1712648	0,0293316	1,7682795
12	36060	10,492939	110,10178	0,7597403	0,3548976	0,1259523	3,7239196
13	91770	11,427041	130,57726	0,8246753	0,5545261	0,3074992	6,3365927
14	109260	11,601486	134,59447	0,8896104	0,7901556	0,6243458	9,1669786
15	286500	12,565494	157,89163	0,9545455	1,1285084	1,2735312	14,180265
Total	669085	140,34616	1368,237	7,5	-8,0508714	22,854125	-44,502438

IOF = r = 0,9646033

PERHITUNGAN *INDEX OF FIT* INTERVAL WAKTU PERBAIKAN KOMPONEN *PLATE CYLINDER*

A. DISTRIBUSI EKSPONENSIAL

no	dti	Xi= dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	30	30	900	0,042682927	0,04362062	0,00190276	1,30861867
2	30	30	900	0,103658537	0,10943384	0,01197577	3,28301523
3	60	60	3600	0,164634146	0,1798855	0,03235879	10,7931301
4	90	90	8100	0,225609756	0,25567934	0,06537193	23,0111407
5	90	90	8100	0,286585366	0,33769249	0,11403622	30,3923244
6	90	90	8100	0,347560976	0,42703759	0,18236111	38,4333834
7	120	120	14400	0,408536585	0,52515545	0,27578825	63,0186539
8	170	170	28900	0,469512195	0,63395831	0,40190314	107,772913
9	180	180	32400	0,530487805	0,75606101	0,57162824	136,090981
10	240	240	57600	0,591463415	0,89517381	0,80133615	214,841714
11	295	295	87025	0,652439024	1,05681516	1,11685828	311,760472
12	390	390	152100	0,713414634	1,24971883	1,56179714	487,390342
13	465	465	216225	0,774390244	1,48894852	2,21696768	692,36106
14	480	480	230400	0,835365854	1,80402956	3,25452266	865,93419
15	510	510	260100	0,896341463	2,26665308	5,1377162	1155,99307
16	540	540	291600	0,957317073	3,15395628	9,94744021	1703,13639
Total	3780	3780	1400450	8	15,1838194	25,6939645	5845,5214

IOF = r = 0,94375516

B. DISTRIBUSI NORMAL

no	dti	Xi= dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	30	30	900	0,0426829	-1,720366	2,9596593	-51,610981
2	30	30	900	0,1036585	-1,2609775	1,5900643	-37,829326
3	60	60	3600	0,1646341	-0,9755888	0,9517734	-58,535325
4	90	90	8100	0,2256098	-0,7533832	0,5675863	-67,804491
5	90	90	8100	0,2865854	-0,5633879	0,3174059	-50,704907
6	90	90	8100	0,347561	-0,3919139	0,1535965	-35,272248
7	120	120	14400	0,4085366	-0,2313111	0,0535048	-27,757338
8	170	170	28900	0,4695122	-0,076496	0,0058516	-13,004313
9	180	180	32400	0,5304878	0,076496	0,0058516	13,769273
10	240	240	57600	0,5914634	0,2313111	0,0535048	55,514676
11	295	295	87025	0,652439	0,3919139	0,1535965	115,61459
12	390	390	152100	0,7134146	0,5633879	0,3174059	219,72126
13	465	465	216225	0,7743902	0,7533832	0,5675863	350,3232
14	480	480	230400	0,8353659	0,9755888	0,9517734	468,2826
15	510	510	260100	0,8963415	1,2609775	1,5900643	643,09854
16	540	540	291600	0,9573171	1,720366	2,9596593	928,99766
Total	3780	3780	1400450	8	0	13,198884	2462,8029

IOF = r = 0,9477812

C. DISTRIBUSI LOGNORMAL

no	dti	Xi=ln dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	30	3,4011974	11,568144	0,0426829	-1,720366	2,9596593	-5,8513045
2	30	3,4011974	11,568144	0,1036585	-1,2609775	1,5900643	-4,2888335
3	60	4,0943446	16,763657	0,1646341	-0,9755888	0,9517734	-3,9943965
4	90	4,4998097	20,248287	0,2256098	-0,7533832	0,5675863	-3,3900811
5	90	4,4998097	20,248287	0,2865854	-0,5633879	0,3174059	-2,5351381
6	90	4,4998097	20,248287	0,347561	-0,3919139	0,1535965	-1,7635378
7	120	4,7874917	22,920077	0,4085366	-0,2313111	0,0535048	-1,1074002
8	170	5,1357984	26,376426	0,4695122	-0,076496	0,0058516	-0,3928678
9	180	5,1929569	26,966801	0,5304878	0,076496	0,0058516	0,3972402
10	240	5,4806389	30,037403	0,5914634	0,2313111	0,0535048	1,2677329
11	295	5,6869754	32,341689	0,652439	0,3919139	0,1535965	2,2288045
12	390	5,9661467	35,594907	0,7134146	0,5633879	0,3174059	3,3612546
13	465	6,1420374	37,724623	0,7743902	0,7533832	0,5675863	4,627308
14	480	6,1737861	38,115635	0,8353659	0,9755888	0,9517734	6,0230763
15	510	6,2344107	38,867877	0,8963415	1,2609775	1,5900643	7,8614519
16	540	6,2915691	39,583842	0,9573171	1,720366	2,9596593	10,823802
Total	3780	81,48798	429,17409	8	0	13,198884	13,267111

IOF = r = 0,9705968

D. DISTRIBUSI WEIBULL

no	dti	Xi=ln dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	30	3,4011974	11,568144	0,0426829	-3,1322252	9,810835	-10,653316
2	30	3,4011974	11,568144	0,1036585	-2,2124351	4,8948691	-7,5249285
3	60	4,0943446	16,763657	0,1646341	-1,7154347	2,9427163	-7,0235809
4	90	4,4998097	20,248287	0,2256098	-1,3638312	1,8600355	-6,1369808
5	90	4,4998097	20,248287	0,2865854	-1,0856196	1,1785699	-4,8850815
6	90	4,4998097	20,248287	0,347561	-0,8508832	0,7240023	-3,8288126
7	120	4,7874917	22,920077	0,4085366	-0,644061	0,4148145	-3,0834366
8	170	5,1357984	26,376426	0,4695122	-0,4557721	0,2077282	-2,3407536
9	180	5,1929569	26,966801	0,5304878	-0,2796332	0,0781947	-1,4521232
10	240	5,4806389	30,037403	0,5914634	-0,1107374	0,0122628	-0,6069116
11	295	5,6869754	32,341689	0,652439	0,0552598	0,0030536	0,3142612
12	390	5,9661467	35,594907	0,7134146	0,2229186	0,0496927	1,329965
13	465	6,1420374	37,724623	0,7743902	0,3980702	0,1584599	2,4449619
14	480	6,1737861	38,115635	0,8353659	0,5900228	0,3481269	3,6426746
15	510	6,2344107	38,867877	0,8963415	0,8183043	0,669622	5,1016453
16	540	6,2915691	39,583842	0,9573171	1,1486576	1,3194143	7,2268589
Total	3780	81,48798	429,17409	8	-8,6173994	24,672398	-27,475558

IOF = r = 0,9746795

Weibull

LAMPIRAN 4

Usulan Kegiatan Perawatan Untuk 1 Tahun

Dari hasil pengolahan data didapat :

A. Komponen Impression Cylinder

1. Usulan interval waktu penggantian pencegahan

   → Selama selang waktu 85.771 menit sekali ≈ 59 hari sekali

2. Usulan interval waktu pemeriksaan

   → Selama selang waktu 180 jam sekali ≈ 7 hari 12 jam sekali

B. Komponen Plate Cylinder

1. Usulan interval waktu penggantian pencegahan

   → Selama selang waktu 195.148 menit sekali ≈ 135 hari 12 jam sekali

2. Usulan interval waktu pemeriksaan

   → Selama selang waktu 240 jam sekali ≈ 10 hari sekali.

Usulan *Periodic Inspection* dan *Preventive Maintenannce* untuk *Impression Cylinder*

NO	JAM PERAWATAN	KEGIATAN PERAWATAN	NO	JAM PERAWATAN	KEGIATAN PERAWATAN
1	**18/12/2006 02:50**	**Penggantian Komponen**	22	22/05/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
2	25/12/2006 13:50	Pemeriksaan Komponen	23	30/05/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
3	02/01/2007 00:50	Pemeriksaan Komponen	24	06/06/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
4	09/01/2007 12:50	Pemeriksaan Komponen	**25**	**13/06/2007 02:50**	**Penggantian Komponen**
5	17/01/2007 00:50	Pemeriksaan Komponen	26	20/06/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
6	24/01/2007 12:50	Pemeriksaan Komponen	27	28/06/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
7	01/02/2007 00:50	Pemeriksaan Komponen	28	05/07/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
8	08/02/2007 12:50	Pemeriksaan Komponen	29	13/07/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
9	**15/02/2007 02:50**	**Penggantian Komponen**	30	20/07/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
10	23/02/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen	31	28/07/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
11	03/03/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen	32	04/08/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
12	10/03/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen	**33**	**11/08/2007 02:50**	**Penggantian Komponen**
13	18/03/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen	34	18/08/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
14	25/03/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen	35	26/08/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
15	02/04/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen	36	02/09/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
16	09/04/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen	37	10/09/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
17	**15/04/2007 02:50**	**Penggantian Komponen**	38	17/09/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
18	22/04/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen	39	25/09/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen
19	30/04/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen	40	02/10/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen
20	07/05/2007 14:50	Pemeriksaan Komponen	**41**	**09/10/2007 02:50**	**Penggantian Komponen**
21	15/05/2007 02:50	Pemeriksaan Komponen			

Usulan *Periodic Inspection* dan *Preventive Maintenannce* untuk *Plate Cylinder*

NO	JAM PERAWATAN	KEGIATAN PERAWATAN	NO	JAM PERAWATAN	KEGIATAN PERAWATAN
1	**08/02/2007 01:40**	**Penggantian Komponen**	16	03/07/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
2	18/02/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	17	13/07/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
3	28/02/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	18	23/07/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
4	10/03/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	19	02/08/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
5	20/03/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	20	12/08/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
6	30/03/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	21	22/08/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
7	09/04/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	22	01/09/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
8	19/04/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	23	11/09/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
9	29/04/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	24	21/09/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
10	09/05/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	25	01/10/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
11	19/05/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	26	11/10/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
12	29/05/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	27	23/10/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
13	08/06/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	28	02/11/2007 13:40	Pemeriksaan Komponen
14	18/06/2007 01:40	Pemeriksaan Komponen	29	**08/11/2007 01:40**	**Penggantian Komponen**
15	**23/06/2007 13:40**	**Penggantian Komponen**			

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN
TANGGAL : 22 Maret 2007

Dosen Penguji — Tanda Tangan

Nama : Ir. Hudaya, MM ( )

Mahasiswa yang diuji

Nama : **Jacky Cahaya S**

No. Mahasiswa : **01522224**

Saran/Komentar : PERBAIKAN SKRIPSI MELEBIHI DUA BULAN
DARI UJIAN PENDADARA DINYATAKAN GUGUR

Perbaiki :

1. Bahasan masalah (ditambah : tidak menganalisis aspek finansial dari perusahaan)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN
TANGGAL : 22 Maret 2007

Dosen Penguji — Tanda Tangan

Nama : Ir. Elisa Kusrini, MT ( )

Mahasiswa yang diuji

Nama : **Jacky Cahaya S**

No. Mahasiswa : **01522224**

Saran/Komentar : PERBAIKAN SKRIPSI MELEBIHI DUA BULAN
DARI UJIAN PENDADARA DINYATAKAN GUGUR

- Jadwal digambar (sebut dlm kalender)
- perbandingan dg kondisi riil.

acc 3/5/07

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN
TANGGAL : 22 Maret 2007

Dosen Penguji — Tanda Tangan

Nama : Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE ( )

Mahasiswa yang diuji

Nama : **Jacky Cahaya S**
No. Mahasiswa : **01522224**

Saran/Komentar : PERBAIKAN SKRIPSI MELEBIHI DUA BULAN
DARI UJIAN PENDADARA DINYATAKAN GUGUR

(1) Faktor-faktor statistik yg digunakan.

(2) Pembuktian hipotesis ~~yg~~ learning effect.

(3)