

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGIATAN MAINTENANCE PADA MESIN SLUDGE SEPARATOR UNTUK MENGOPTIMALKAN PART KRITIS DENGAN PENDEKATAN REALIBILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)

(Studi Kasus di PT. DWIKARYA MANDIRI– Yogyakarta)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



**Nama : Memed Akbar
No. Mahasiswa : 06 522 257**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2016**

LEMBAR PENGAKUAN

Demi Allah saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual, saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Desember 2016



MemedAkbar

06522257



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS KEGIATAN MAINTENANCE PADA MESIN
SLUDGE SEPARATOR UNTUK MENGOPTIMALKAN
PART KRITIS DENGAN PENDEKATAN REALIBILITY
CENTERED MAINTENANCE (RCM)**

(Studi Kasus di PT. DWIKARYA MANDIRI– Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Memed Akbar

No.Mahasiswa : 06 522 257

Yogyakarta, Desember 2016

Dosen Pembimbing



(R.ABDUL DJALAL.,Drs., MM)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS KEGIATAN MAINTENANCE PADA MESIN SLUDGE SEPARATOR UNTUK MENGOPTIMALKAN PART KRITIS DENGAN PENDEKATAN REALIBILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Memed Akbar

No. Mahasiswa : 06 522 257

Telah dipertahankan di depan penguji di depan penguji

Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 Teknik Industri

Yogyakarta, 30 Desember 2016

Tim Penguji

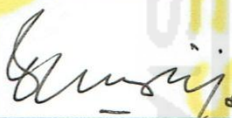
R.Abdul Djalal.Drs.MM

Ketua



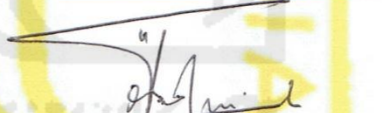
Sunaryo Jr.M.P

Anggota 1



Vembri Noor Helia.S.T..M.T

Anggota 2



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Iindonesia




(Yuli Agusti Rochman, S.T.,M.Eng)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Supersembahkan (atas segalanya)...

Bapak...

*Orang yang selalu jadi panutan dalam kehidupan sebagai tempat belajar
Menghadapi kehidupan dengan semangat keberanian dan tawakkal,*

Ibu...

*Orang yang selalu memberikan kenyamanan dan perhatian
saat aku jauh, saat aku jatuh
Tak terkira dukungan yang terukir dari tiap nafasnya*

Kakak dan Adikku...

*Terima kasih atas dukungannya menjaga semangat adek mu ini
Kisah kalian selalu menjadi inspirasi dan motivasi*

Sahabat –Sahabat...

*Orang-orang yang selalu melihatku sebagai seorang aku, tanpa ada syarat.
Thanksteman.. tanpa kalian dunia tidak akan penuh dengan kicauan*

MOTTO

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَصَالِحٌ يُلِي لَهُ .

“Jika manusia mati terputuslah amalnya kecuali tiga: shadaqah jariyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya.” (HR. Muslim)

مَنْ يُرِدِ اللَّهُ بِهِ خَيْرًا يُفَقِّهْهُ فِي الدِّينِ وَإِنَّمَا أَنَا قَاسِمٌ وَاللَّهُ هُوَ الْمُعْطِي وَلَا تَزَالُ هَذِهِ الْأُمَّةُ قَائِمَةٌ عَلَى أَمْرِ اللَّهِ لَا يَضُرُّهُمْ مَنْ خَالَفَهُمْ حَتَّى يَأْتِيَ أَمْرُ اللَّهِ.

“Barangsiapa yang Allah kehendaki padanya kebaikan, maka Allah akan fahamkan dia dalam (masalah) dien. Aku adalah Al-Qasim (yang membagi) sedang Allah Azza wa Jalla adalah yang Maha Memberi. Umat ini akan senantiasa tegak di atas perkara Allah, tidak akan memadharatkan kepada mereka, orang-orang yang menyelisih mereka sampai datang putusan Allah.”(HR. Al-Bukhari)

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga.” (HR. Muslim)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan petunjuk-Nya, Penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “ **Analisis Kegiatan Maintenance Pada Mesin Sludge Separator Untuk Mengoptimalkan Part Kritis Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus Pada PT Dwikarya Mandiri Yogyakarta)**”

Penyusunan Tugas Akhir ini terutama dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini Penulis banyak diberi bantuan baik berupa bimbingan, fasilitas, maupun dorongan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati maka pada kesempatan yang berbahagia ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T.,M.Eng.Selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak R.ABDUL DJALAL Drs., MM.Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Pimpinan dan seluruh staf PT Dwikarya Mandiri Yogyakarta yang telah banyak membantu selama penelitian.
5. Seluruh keluargaku tercinta, Bapak, Ibu, Kakak,atas semua do'a, kasihsayang dan supportnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Keluarga besar jurusan Teknik Industri angkatan 2006 atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.
7. Sahabat-sahabatku atas segala dukungan, do'a dan persahabatan kita selama ini serta Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang telah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan senang hati. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi sumbangan pemikiran bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr, Wb.



Yogyakarta, Desember 2016

Penulis

ABSTRAK

Perawatan merupakan tindakan perbaikan atau pencegahan kerusakan mesin. Kelancaran proses produksi merupakan tuntutan yang harus dipenuhi agar target perusahaan dapat tercapai. Hal ini disebabkan adanya kerusakan pada mesin atau menunggu datangnya unit pemesanan/ suku cadang yang dipesan untuk menggantikan Spare Part yang mengalami kerusakan. Akibat hal ini waktu penyelesaian produk yang telah disepakati tidak terpenuhi. Penelitian ini dilakukan terhadap mesin Sludge Separator dengan memperhitungkan nilai fungsi laju kerusakan, fungsi keandalan komponen kritis saat berproduksi dalam kondisi dan jangka waktu tertentu. Data yang dikumpulkan adalah data pemakaian data kerusakan suku cadang sepanjang tahun 2011 dan 2012 serta harga pembelian perunit suku cadang oleh karena itu untuk memecahkan permasalahan ini perlu dilakukan perawatan terencana (*corrective maintenance*) dengan pendekatan *reliability* (keandalan). Data tersebut diolah dengan menggunakan metode *reliability* dengan menerapkan fungsi laju kerusakan distribusi Weibull untuk menentukan jumlah persediaan komponen kritis dalam jangka waktu dua tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen kritis berdistribusi Weibull. Berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan dengan metode Weibull selama periode waktu dua tahun untuk masing-masing komponen kritis adalah komponen Bowl Spindle sebanyak 3 unit pemesanan optimal (Q^*) = 1 unit/ pesan titik pemesanan kembali (r) = 1 unit) $\beta = 3,283$ paring Disc sebanyak 2 unit ($Q^* = 1$ unit/pesan, $r = 1$ unit) $\beta = 2,6546$, Friction Pad & Screw sebanyak 4 unit ($Q^* = 3$ unit/pesan, $r = 1$ unit) $\beta = 1,5576$ V Nozzle Q 1,60 mm 3 unit ($Q^* = 1$ unit/pesan, $r = 1$ unit) $\beta = 2,0970$.

Keyword : *reliability*, *Corrective maintenance*, mesin Sludge Separator, distribusi Weibull.

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGAKUAN..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING..... | iii |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | iv |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... | v |
| MOTTO | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| ABSTRAK..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| | |
| BAB II KAJIAN LITERATUR..... | 6 |
| 2.1. Kajian Terdahulu | 6 |
| 2.2. Landasan Teori | 7 |
| 2.2.1. Pengertian Perawatan | 7 |
| 2.2.2. Reliability Centered Maintenance (RCM)..... | 11 |
| 2.2.3. Tujuan Kegiatan Perawatan..... | 16 |
| 2.2.4. Jenis-jenis Tindakan Perawatan..... | 17 |
| 2.3. Teori Keandalan | 18 |
| 2.3.1 Definisi Keandalan (<i>Reliability</i>)..... | 18 |
| 2.3.2 Manfaat <i>Reliability</i> (Keandalan) | 19 |
| 2.3.3 Metode Analisis..... | 20 |
| 2.3.4 Konsep Reliability | 20 |
| 2.4. Pola Distribusi Keandalan | 22 |
| 2.5. Siklus hidup dan laju kerusakan komponen | 26 |
| 2.6. Uji Kecocokan Distribusi | 27 |
| 2.7. Sistem Persediaan..... | 30 |
| 2.7.1 Pengertian dan Ruang Lingkup Persediaan | 30 |
| 2.7.2 Fungsi Persediaan | 30 |
| 2.7.3 Klasifikasi Masalah Persediaan | 31 |
| 2.7.4 Jenis-jenis Sistem Persediaan | 32 |
| 2.7.5 Idensifikasi Material Dengan Menggunakan Analisis Klasifikasi ABC... .. | 33 |
| 2.7.6 Hubungan <i>Reliability</i> dan Sistem Persediaan..... | 35 |

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.7.7 | Penentuan Persediaan Suku Cadang Berdasarkan <i>Reliability</i> | 35 |
| | | |
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | 37 |
| 3.1. | Jenis Penelitian | 38 |
| 3.2. | Studi Pendahuluan | 38 |
| 3.3. | Studi Literatur | 38 |
| 3.4. | Idensifikasi Masalah | 38 |
| 3.5. | Objek Penelitian | 39 |
| 3.6. | Pengumpulan Data | 39 |
| 3.6.1. | Cara Pengumpulan Data | 40 |
| 3.7. | Pengolahan Data | 40 |
| 3.7.1. | Pemilihan Komponen Kritis Dengan Metode ABC | 41 |
| 3.7.2. | Pengujian Distribusi Waktu antar kerusakan | 42 |
| 3.7.3. | Penentuan Parameter Distribusi Antar Waktu Kerusakan Dan Fungsi-Fungsi Keandalan | 42 |
| 3.7.4. | Penentuan Jumlah Persediaan | 43 |
| 3.7.5. | Menentukan Jumlah Pemesanan (Q^*) dan titik pemesanan kembali (r) | 43 |
| 3.8. | Analisa Data | 43 |
| 3.9. | Kesimpulan dan Saran | 44 |
| | | |
| BAB IV | PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | 45 |
| 4.1. | Sejarah Perusahaan | 45 |
| 4.1.1. | Visi | 45 |
| 4.1.2. | Misi | 46 |
| 4.1.3. | Struktur Organisasi | 46 |
| 4.1.4. | Data tenaga Kerja PT.Dwikarya Mandiri | 47 |
| 4.2. | Pengumpulan Data | 47 |
| 4.2.1. | Data waktu terjadinya kerusakan komponen mesin Sludge Separator | 48 |
| 4.3. | Pengolahan Data | 54 |
| 4.3.1. | Penentuan Komponen Kritis Dengan Metode ABC | 54 |
| 4.3.2. | Penentuan Fungsi Keandalan / <i>Reliability</i> | 58 |
| 4.3.2.1. | Nilai Keandalan Berdasarkan Distribusi Kumulatif | 58 |
| 4.3.2.2. | Penentuan Parameter Distribusi Weibull | 59 |
| 4.3.2.2.1. | Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Bowl Spindle, Pn 67347-00 | 59 |
| 4.3.2.2.2. | Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Paring Disc, Pn 528537-02 | 61 |
| 4.3.2.2.3. | Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Friction pad & screw, Pn 76282 Lbg 4 | 63 |
| 4.3.2.2.4. | Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149,83 | 65 |
| 4.3.3. | Uji Distribusi Weibull | 67 |
| 4.3.3.1. | Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare part Bowl Spindle Pn 67347-00 | 68 |
| 4.3.3.2. | Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare Part Paring Disc, Pn 528537-02 | 70 |
| 4.3.3.3. | Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare Part Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 | 71 |

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.3.4. | Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare Part Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 | 72 |
| 4.3.4. | Penentuan Konsep Keandalan | 74 |
| 4.3.4.1. | Konsep Keandalan Bowl Spindle Pn 67347-00 | 75 |
| 4.3.4.2. | Konsep Keandalan Paring Disc Pn 528537-02 | 79 |
| 4.3.4.3. | Konsep Keandalan Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4..... | 84 |
| 4.3.4.4. | Konsep Keandalan Nozzle Q 1,60mm Pn 534149.83 | 88 |
| 4.3.4.5. | Jumlah kebutuhan komponen. | 93 |
| 4.3.4.5.1. | Jumlah kebutuhan untuk Bowl Spindle, Pn 67347-00..... | 93 |
| 4.3.4.5.2. | Jumlah kebutuhan untuk Paring Disc, Pn 528537-02 | 94 |
| 4.3.4.5.3. | Jumlah kebutuhan untuk Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 | 95 |
| 4.3.4.5.4. | Jumlah kebutuhan untuk Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83..... | 96 |
| BAB V PEMBAHASAN | | 98 |
| 5.1. | Analisis Data Kerusakan <i>Spare Part</i> | 98 |
| 5.2. | Analisis Parameter Distribusi Kerusakan | 99 |
| 5.3. | Analisa keandalan <i>Spare Part</i> | 99 |
| 5.4. | Analisis Pemesanan Optimal dan Titik Pemesan Kembali | 100 |
| 5.4.1 | Bowl Spindle, Pn 67347-00..... | 101 |
| 5.4.2 | Paring Disc, Pn 528537-02..... | 102 |
| 5.4.3 | Komponen Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 | 102 |
| 5.4.4 | Komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83..... | 103 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | | 106 |
| 6.1. | Kesimpulan..... | 106 |
| 6.2. | Saran..... | 106 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 108 |
| LAMPIRAN..... | | 110 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 1 | Daftar komponen Mesin Sludge Separator..... | 48 |
| Tabel 4. 2 | Daftar Harga Rata-Rata Penggunaan Dan Biaya Per Unit Spare Part Mesin Sludge Separator Yang Sering Mengalami Kerusakan | 49 |
| Tabel 4. 3 | Data Komponen Kerusakan Sludge Separator Tahun 2011 | 50 |
| Tabel 4. 4 | Data Komponen Kerusakan Sludge Separator Tahun 2011 | 52 |
| Tabel 4. 5 | Analisa Presentase Nilai Komponen | 55 |
| Tabel 4. 6 | Analisa Presentase Nilai Komponen | 56 |
| Tabel 4. 7 | Klasifikasi Komponen Menurut Konsep ABC..... | 57 |
| Tabel 4. 8 | Menentukan Nilai Parameter Komponen Bowl spindle Pn 67347-00 | 60 |
| Tabel 4. 9 | Menentukan Nilai Parameter Komponen Paring Disc, Pn 528537-02..... | 62 |
| Tabel 4. 10 | Menentukan Nilai Parameter Komponen Friction pad & screw, Pn 76282 Lbg 4..... | 64 |
| Tabel 4. 11 | Menentukan Nilai Parameter Komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 | 66 |
| Tabel 4. 12 | Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Bowl Spindle, Pn 67347-00 | 69 |
| Tabel 4. 13 | Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Bowl Spindle, Pn 528537-02 | 70 |
| Tabel 4. 14 | Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Friction pad & Screw, Pn 76282-02..... | 71 |
| Tabel 4. 15 | Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Nozzle Q 160 mm, Pn 534148,83..... | 73 |
| Tabel 4. 15 | Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Bowl Spindle Pn 63747-00 | 77 |
| Tabel 4. 16 | Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Paring Disc Pn 528537-02 | 81 |
| Tabel 4.17 | Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg4..... | 86 |
| Tabel 4. 18 | Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 | 90 |
| Tabel 5. 1 | Hasil Uji Distribusi Spare Part Mesin Sludge Separator | 98 |
| Tabel 5. 2 | Nilai Parameter Distribusi Spare Part Mesin Sludge Separator | 99 |
| Tabel 5. 3 | Analisa Keandalan untuk Persediaan Optimal Per Tahun..... | 100 |
| Tabel 5. 4 | Persediaan Selama Lead Time Untuk Pemesanan Kembali..... | 104 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 | Pembagian Perawatan secara Skematik | 10 |
| Gambar 2. 2 | Kurva Reliability..... | 23 |
| Gambar 2. 3 | Siklus Hidup Komponen..... | 26 |
| Gambar 3. 1 | Diagram Alir Kerangka Penelitian | 37 |
| Gambar 3. 2 | Blok Diagram Pengolahan dan Pengumpulan Data..... | 41 |
| Gambar 4. 1 | Struktur Organisasi PT Dwikarya Mandiri | 46 |
| Gambar 4. 2 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Kepadatan Probabilitas Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00 | 77 |
| Gambar 4. 3 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Kumulatif Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00..... | 78 |
| Gambar 4. 4 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00 | 78 |
| Gambar 4. 5 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00 | 79 |
| Gambar 4. 6 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Probabilitas Komponen Paring Disc Pn 528537-02 | 82 |
| Gambar 4. 7 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen Paring Disc Pn 528537-02 | 82 |
| Gambar 4. 8 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Paring Disc Pn 528537-02 | 83 |
| Gambar 4. 9 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Paring Disc Pn 528537-02 | 83 |
| Gambar 4. 10 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Laju Kepadatan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4..... | 86 |
| Gambar 4. 11 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 | 87 |
| Gambar 4. 12 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 | 87 |
| Gambar 4. 13 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 | 88 |
| Gambar 4. 14 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Kepadatan Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83..... | 91 |
| Gambar 4. 15 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83..... | 91 |
| Gambar 4. 16 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83..... | 92 |
| Gambar 4. 17 | Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83..... | 92 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kondisi nyata, proses produksi pada suatu perusahaan sering mengalami kendala dalam bentuk tidak bekerjanya sistem yang disebabkan adanya kerusakan pada mesin produksi atau menunggu datangnya cadangan komponen yang dipesan untuk menggantikan komponen yang rusak. Sementara itu kelancaran proses produksi merupakan tuntutan utama yang harus dipenuhi agar target produksi dapat tercapai.

Mesin dan perawatan mendapatkan penanganan setelah mengalami kerusakan (*corrective maintance*) tanpa memperhatikan faktor keandalan dari komponen mesin tersebut. Selain itu bila terjadi kerusakan komponen mesin, perusahaan tidak memiliki persediaan yang cukup untuk menggantikan komponen yang mengalami kerusakan. Selama ini penentuan jumlah persediaan komponen kerusakan hanya dengan menggunakan perkiraan berdasarkan permintaan masa lalu.

Untuk itu perlu dilakukan pengendalian persediaan komponen yang ditentukan berdasarkan tingkat keandalan, Kebutuhan dan ongkos-ongkos persediaan dari komponen. Dilihat dari segi ongkos, Komponen yang disimpan di gudang terlalu lama merupakan beban bagi perusahaan yaitu ongkos dari biaya *spare part* komponen kritis, depresiasi barang sisa di gudang.

Investasi persediaan komponen memerlukan biaya yang tinggi, tetapi dilain pihak komponen harus disiapkan di gudang untuk menjaga apabila dibutuhkan mendadak bilamana terjadi perbaikan mesin yang rusak (*maintenance*) dan tidak terjadi kekurangan. Bila tingkat persediaan rendah akan mengganggu kelancaran proses perawatan yang menyebabkan kerugian yang lebih tinggi.

Investasi persediaan komponen memerlukan biaya yang tinggi, tetapi dilain pihak komponen harus disiapkan di gudang untuk menjaga apabila dibutuhkan mendadak bilamana terjadi perbaikan mesin yang rusak (*maintenance*) dan tidak terjadi

kekurangan. Bila tingkat persediaan rendah akan mengganggu kelancaran proses perawatan yang menyebabkan kerugian yang lebih tinggi.

Pada umumnya penyebab gangguan dalam dunia industri baik industri manufaktur maupun industri jasa di kategorikan faktor bahan baku, yaitu faktor manusia, faktor mesin dan lingkungan. Faktor terpenting dalam kondisi di atas adalah *performance* mesin yang digunakan. Mesin sering mengalami kerusakan maupun untuk *preventive maintenance*. Jika mesin mengalami kerusakan mendadak karena kurang terpelihara, kualitas produk dan produktivitas semakin menurun. Permasalahan pada setiap mesin atau sistem tidaklah sama. Untuk itu semua mesin atau komponen dari mesin itu sendiri mendapat perlakuan yang sama dengan mesin lainnya. Perawatan terhadap mesin yang memiliki tingkat kekritisannya yang tinggi memerlukan perhatian atau perlakuan khusus agar tidak terpengaruh terhadap kelancaran pada lini produksi. Bentuk perlakuan khusus terhadap mesin mengalami tingkat kritis yang dapat meminimalisir waktu-waktu di mana mesin tidak dapat melakukan pekerjaan (*downtime*) karena kerusakan terjadi. Untuk itu perencanaan waktu perawatan terhadap komponen kritis pada mesin untuk meminimasi downtime sangat diperlukan untuk menjaga *performance* mesin atau sistem itu sendiri.

Demikian halnya dengan perusahaan Dwikarya Mandiri merupakan perusahaan yang bergerak di sistem manufaktur, khususnya pada mesin *Sludge Separator*, dalam kegiatan operasionalnya perusahaan berkerja secara terus-menerus (*continous*), sehingga tidak ada istilah berhenti dalam produksi. Selain itu perusahaan ini juga banyak menggunakan mesin bubut sehingga pada penelitian ini berfokus pada mesin *Sludge Separator* yang berfungsi sebagai mesin pisahkan minyak dari air dan kotoran dengan katalain memisahkan minyak dari fraksi yang berat jenisnya lebih dari satu.

Ada beberapa faktor penyebab kerusakan mesin, yaitu: keausan (*wear out*), korosi (*corrosion*) dan kelelahan (*fatigue*) (Suharto, 1991). Untuk menghindari terjadinya kerusakan permanen perlu diadakan perawatan secara efektif, namun tidak menutup kemungkinan tetap terjadi kerusakan mesin pada saat berlangsung sehingga harus dilakukan perawatan perencanaan perawatan dilakukan dapat didasari keandalan dari mesin tersebut. Dimana keandalan (*reliability*) didefinisikan sebagai probabilitas satu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut operasi tertentu untuk suatu periode tertentu. Dimana kerusakan tersebut yaitu

kerusakan yang tiba-tiba dan pemberhentian sementara mesin secara terus-menerus dikarenakan mesin berhenti operasi secara tidak terencana yang dapat mengakibatkan target yang direncanakan akan meleset. Kerusakan tersebut kemungkinan dapat terjadi karena disebabkan oleh belum tepatnya penjadwalan perawatan pemeliharaan yang dilakukan. Oleh sebab itu dilakukan perawatan pencegahan untuk merencanakan waktu perawatan untuk diharapkan dapat mengurangi laju kerusakan dari komponen kritis pada mesin dalam bekerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pokok permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Komponen mana pada mesin yang sering mengalami kerusakan ?
2. Berapa persentase keandalan dari komponen kritis?
3. Berapa rata-rata waktu kerusakan dan waktu rata-rata perbaikan dari komponen kritis?

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian dapat terarah dan mudah dipahami sesuai dengan tujuan serta memperjelas ruang lingkup permasalahan maka diperlukan beberapa batasan sebagai berikut :

1. Penelitian pada industri manufaktur (*sludge separator*) dilakukan pada bagian bengkel perawatan dan terbatas pada data waktu perawatan secara menyeluruh dari mesin tersebut dan dari data utilisasi mesin.
2. Penelitian ini dilakukan pada objek mesin yang mengalami frekuensi kerusakan terbanyak sebagai asumsi dengan penelitian pada mesin tersebut dapat dijadikan dasar perawatan pada mesin yang lain menjadi lebih baik.
3. Penentuan tindakan pencegahan optimum yang dikemukakan berdasarkan pada waktu penggantian komponen kritis.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tingkat keandalan komponen kritis mesin produksi.
2. Mengetahui keputusan model perawatan yang tepat agar mesin dapat beroperasi dengan optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui berapa lama kekuatan operasional mesin.
2. Penulis dapat lebih tentang perawatan mesin.
3. Mengetahui penjadwalan perawatan yang baik untuk minimasi biaya perawatan yang dikeluarkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terstruktur, tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Memuat kajian singkat tentang latar belakang dilakukan kajian permasalahan yang dihadapi, rumusan masalah yang dihadapi, batasan yang ditemui, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Di samping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, cara penelitian dan data yang dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam, penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi buku-buku, tulisan-tulisan ilmiah yang menjadi dasar dan penjelasan dalam penulisan penelitian ini.

LAMPIRAN

Memuat keterangan tabel, gambar, data perusahaan dan hal-hal lain yang perlu dilampirkan.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1. Kajian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitiannya sebelumnya, seperti yang dinyatakan oleh Wahyudi, *et.al.*, (2010) bahwa *Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan suatu konsep dasar perawatan terhadap peralatan terhadap peralatan yang didalamnya menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Logic Tree Analysis (LTA)*. Metode RCM adalah salah satu bentuk manajemen perawatan yang berbasis kehandalan system. Kemudian Aileen Valencia Raharjo (2010) menggunakan RCM untuk mengetahui komponen mesin yang penting diperhatikan agar dapat ditentukan keputusan pemeliharaan yang cocok untuk suatu setiap komponen. Teknik analisis yang digunakan dalam adalah *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengetahui kegagalan fungsional dan efek kegagalan. Hasil dari penelitian mengkategorikan komponen mesin dan keagalannya ke dalam tiga kategori *maintenance task*, yaitu *Condition – Direct Task*, *Time – Directed Life – Renewal Task*, dan *Failure Finding Task*. Ya'umar dan Totok (2006) menggunakan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dalam penelitiannya. Produksi aspal yang semakin menjelaskan bagaimana untuk menjaga keandalan crusher batu dalam pencampuran sistem produksi, terutama pada rahang utama piring dan tertionary subsistem crusher kerucut kapal. Dalam rangka untuk memperoleh batu crusher keandalan tinggi. Pemeliharaan berpusat *Reliability Centered Maintenance (RCM)* telah terbukti metode yang efektif untuk pemeliharaan optimasi.

Padapenelitian tugas akhir yang dilakukan Aileen (2010) yang menerapkan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* sebagai alat penelitiannya, teknik analisis yang digunakan dalam penelitiannya adalah *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengetahui kegagalan fungsional dan efek kegagalan. Hasil dari penelitiannya mengkategorikan komponen mesin dan

kegagalannya ke dalam tiga kategori *maintenance task*, yaitu *Condition-Directed Task*, *Time-Directed Life-Renewal Task*, dan *Failure Finding Task*.

Pada penelitian Yudhi (2008) merupakan RCM pada sistem penukar panas sekunder. Hasil yang didapatkan oleh peneliti, yaitu menjaga fungsi peralatan, mengidentifikasi mode kerusakan spesifik dalam bagian-bagian peralatan yang potensial menghasilkan kerusakan fungsi sistem, membuat prioritas pemeliharaan dari mode kerusakan yang terjadi, serta mengambil tindakan pencegahan yang dapat diterapkan sehingga sistem penukar panas tetap berada dalam fungsi yang baik.

Erly (2010) dalam penelitiannya melakukan pengembangan sistem pemeliharaan mesin dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Tujuan dari penelitiannya adalah mengetahui implementasi RCM (*Reliability Centered Maintenance*) untuk dapat menentukan pemeliharaan yang optimal serta dapat memprediksi langkah untuk mengatasi kerusakan yang mungkin terjadi pada periode berikutnya berdasarkan data-data yang ada.

Arie Prayudi (2012) dalam penelitiannya meningkatkan efektifitas kegiatan *maintenance* pada PT. Dirgantara Indonesia (Persero) Bandung. Dengan cara menganalisa kegiatan *maintenance* yang dilakukan oleh PT. Dirgantara Indonesia (Persero) terhadap mesin TOSHIBA BMC-100 (5) E untuk meningkatkan efektifitas kegiatan *maintenance* sehingga terjadi lagi overhaul pada mesin TOSHIBA BMC-100 (5) E dengan mengaplikasikan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Perawatan

Perawatan (*maintenance*) adalah kegiatan pendukung utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi (peralatan) sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakainya sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan tindakan perawatan dengan tetap memperhatikan fungsi pendukungnya dan dengan memperhatikan fungsi pendukungnya dan dengan memperhatikan kriteria minimal

ongkos untuk mengantisipasi tingkat kerusakan dan mencegah terputusnya kegiatan produksi.

Banyak yang mempengaruhi tingkat kepercayaan konsumen kepada produsen atau perusahaan, salah satunya adalah bagaimana tingkat pelayanan yang diberikan perusahaan mempengaruhi kepuasan konsumen. Hal ini merupakan tanggung jawab dari departemen produksi. Faktor yang menyebabkan hal ini adalah ketidaklancaran proses produksi. Yang menjadi penyebab ketidaklancaran proses produksi ini antara lain kerusakan yang dialami mesin ketika proses produksi sedang berjalan. Untuk mencegah hal tersebut perlu dilakukan tindakan perawatan (*maintenance*) terhadap mesin.

Semua barang yang dibuat oleh manusia memiliki umur pakai dan pada akhirnya akhirnya akan mengalami kerusakan. Umur pakai barang dapat diperpanjang dengan melakukan suatu kegiatan yang dikenal dengan dengan pemeliharaan (Yudhi,2008).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Erly (2010) menjelaskan tentang *maintenance*, dalam tahun-tahun belakangan ini kemajuan proses industri mengakibatkan perubahan ekspektasi, penelitian dan teknik atau metode yang dipakai. Perkembangan tersebut dapat dibagi dalam 3 generasi. Secara perlahan berkembang menjadi kewaspadaan dampak *failure* terhadap keselamatan dan lingkungan, kewaspadaan terhadap adanya hubungan antara sistem *maintenance* dengan kualitas produk. Sejak tahun 1930 evolusi dari *maintenance* dapat dibagi menjadi tiga generasi, yaitu :

1. Generasi Pertama – Industri tidak banyak menggunakan mesin, sehingga *downtime* tidak dianggap penting.
 - a. Peralatan yang digunakan masih sangat sederhana, *reliable* sangat mudah diperbaiki.
 - b. Sistematis perawatan tidak dibutuhkan, hanya diperlukan perawatan sederhana seperti pembersihan, servis dan pengecekan rutin.
 - c. Tenaga ahli dalam industri sangat rendah.
2. Generasi Kedua.
 - a. Tipe mesin sangat beragam dan kompleks, dimana industri semakin bergantung dengan mesin-mesin tersebut.
 - b. *Downtime* menjadi fokus yang penting, dimana muncul ide bahwa *failure* dari perawatan harus dicegah berdasarkan konsep preventive *maintenance*.

- c. Peralatan secara keseluruhan dilakukan pada interval tetap, biaya perawatan meningkat perlahan bersamaan dengan biaya operasi.
3. Generasi Ketiga.
 - a. Otomasi semakin berkembang, sehingga lebih banyak dampak *failure* yang terjadi.
 - b. Biaya perawatan semakin meningkat.
 - c. Adanya penelitian baru berhubungan dengan umur operasi dan *failure*.
 - d. Adanya pengembangan baru, termasuk peralatan pendukung keputusan seperti studi *hazard*, mekanisme *failure*, dan analisa dari dampak yang terjadi.
 - e. Pemilihan teknik yang benar, yaitu teknik yang memungkinkan untuk mengembangkan performansi peralatan dan dapat mereduksi biaya peralatan.

Pendekatan pemeliharaan pada dasarnya dibagi atas dua bagian yaitu *planned* dan *unplanned maintenance*. Berikut ini dapat dilihat klarifikasi dari pendekatan sistem pemeliharaan tersebut.

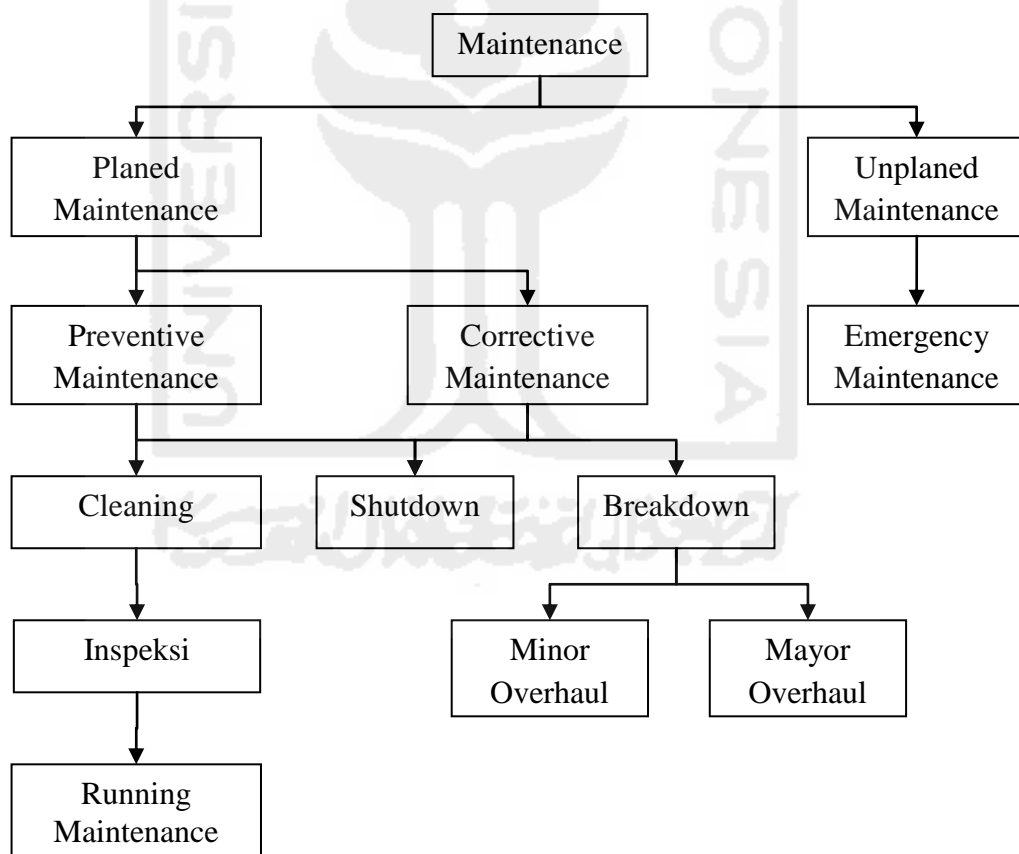
1. *Planned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu.
 - a. *Preventive Maintenance*, suatu sistem pemeliharaan yang terjadwal dari suatu peralatan atau komponen yang didesain untuk meningkatkan keandalan suatu mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan pemeliharaan yang tidak direncanakan sebelumnya.
 - *Time Based Maintenance*
Kegiatan pemeliharaan ini berdasarkan periode waktu, meliputi inspeksi harian, *service*, pembersihan harian dan lain sebagainya.
 - *Condition Based Maintenance*
Kegiatan pemeliharaan ini menggunakan peralatan untuk mendiagnosa perubahan kondisi dari peralatan atau aset, dengan tujuan untuk memprediksi awal penetapan interval waktu pemeliharaan.
 - b. *Corrective Maintenance*, suatu kegiatan pemeliharaan yang tujuan akhirnya untuk memperbaiki fungsi mesin atau peralatan.

- *Breakdown Maintenance*, yaitu suatu kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya seminggu sampai dengan peralatan tersebut rusak lalu dilakukan perbaikan. Cara ini dilakukan apabila efek *failure* tidak bersifat signifikan terhadap operasi ataupun produksi.

2. *Unplanned Maintenance*, suatu tindakan atau kegiatan pemeliharaan yang pelaksanaannya tidak direncanakan.

Pemilihan kegiatan perawatan tersebut didasarkan atas sifat dari kerusakan atau kegagalan pada peralatan, apakah bersifat terprediksi atau tidak terprediksi.

Selain itu juga pemilihan tersebut didasari atas biaya yang ditanggung apabila menerapkan salah satu jenis kegiatan pemeliharaan. Secara skematik pembagian pemeliharaan bisa dilihat pada Gambar.



Gambar 2. 1Pembagian Perawatan secara Skematik

Suatu mesin terdiri beberapa komponen yang vital, apabila komponen tersebut mengalami kerusakan maka akan mendatangkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan, untuk itu tidak bisa dipungkiri perlunya suatu perencanaan kegiatan perawatan bagi masing-masing mesin produksi untuk memaksimalkan sumber daya yang ada, tetapi keuntungan yang akan diperoleh perusahaan dengan lancarnya kegiatan produksi akan lebih besar.

Dalam persoalan teknis yang perlu diperhatikan adalah :

1. Tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan untuk memelihara atau merawat peralatan yang ada, dan untuk memperbaiki atau mereparasi mesin-mesin atau peralatan yang rusak.
2. Alat-alat atau komponen-komponen apa yang dibutuhkan harus disediakan agar tindakan-tindakan pada bagian pertama di atas dapat dilakukan.

2.2.2. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) meliputi pembuatan kegagalan fungsi yang kemudian akan dicari mode kerusakannya, Dengan adanya mode kerusakan, penyebab kerusakan akan ditentukan sehingga dapat dianalisis pengaruh kerusakan terhadap kerja peralatan. *Metode Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah metode pemeliharaan yang menentukan langkah-langkah yang harus diambil untuk menjamin peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya (Yudhi, 2008).

Menurut Ya'umar dan Totok (2006) yang dikutip dari Anderson R (1990), RCM adalah salah satu manajemen perawatan yang dapat digolongkan ke dalam sistem perawatan terencana (*Planned Maintenance System*). Konsep dasar dari metode RCM ini adalah mempertahankan fungsi dari salah satu sistem, tetap berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Manajemen perawatan ini tidak hanya memanfaatkan rekomendasi vendor saja tapi juga melibatkan analisa *reliability*. Hasil yang diharapkan dalam implementasi *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dalam manajemen perawatan adalah mendapatkan suatu strategi perawatan yang optimum. Aspek spesifik yang mendasari penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis*. (FMEA). Jadi penerapan manajemen *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini dilakukan dengan melakukan analisa kualitatif dan kuantitatif.

Realibility Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah proses sistematis yang harus dilakukan untuk menjamin seluruh fasilitas fisik yang dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. RCM akan membawa kepada sebuah program *Maintenance* yang fokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi (Taufiq,2010)

RCM merupakan salah satu metode pemeliharaan yang dapat digolongkan ke dalam sistem pemeliharaan terencana (*planned maintenance*). Konsep dasar metode RCM adalah mempertahankan fungsi dari salah satu sistem dengan upaya pemeliharaan yang dilakukan untuk menjaga agar sistem tetap berfungsi dengan baik. Metode RCM ini lebih menekankan pada keselamatan operasinya suatu sistem sehingga dibandingkan dengan sistem pemeliharaan yang ada, RCM merupakan sistem pemeliharaan dengan pendekatan yang sistematis untuk mempertahankan keandalan dari suatu sistem. Penerapan RCM lebih menekankan pada penggunaan analisa kualitatif untuk komponen yang dapat menyebabkan kegagalan suatu sistem. *Tools* yang digunakan untuk melakukan analisa kualitatif adalah *Failure dan Effect Analysis (FMEA)* dan *Logic Tree Analysis (LTA)* (Erly,2010).

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah proses sistematis yang harus dilakukan untuk menjamin seluruh fasilitas fisik dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. RCM akan membawa kepada sebuah program *maintenance* yang fokus pada pencegahan terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi.

RCM mempunyai beberapa definisi adalah sebagai berikut (Tahril Aziz et.al.,2009) :

1. *Realibility Centered Maintenance* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dikerjakan untuk menjamin setiap aset tetap bekerja sesuai yang diinginkan atau suatu proses untuk menentukan perawatan yang efektif.
2. *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu pendekatan pemeliharaan yang mengkombinasikan praktek dan strategi dari *preventive maintenance(pm)* dan *corrective maintenance(cm)* untuk memaksimalkan umur (*life time*) dan fungsi aset / sistem / *equiment* dengan biaya minimal (*minimum cost*).

Aileen (2010) pada penelitiannya menjelaskan langkah-langkah pengolahan data dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) :

1. Identifikasi *equipment* yang penting untuk diberikan perhatian khusus, biasanya digunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).
2. Menentukan penyebab terjadinya kegagalan, tujuannya untuk memperoleh probabilitas kegagalan dan menentukan komponen kritis yang rawan terhadap kegagalan. Untuk melakukan hal ini maka diperlukan data yang histori lengkap.
3. Mengembangkan kegiatan analisis *Fault Tree Analysis* (FTA), Seperti : menentukan prioritas *equipment* yang perlu diberikan perawatan.
4. Mengklasifikasikan kebutuhan tingkatan *Maintenance*.
5. Mengimplementasikan keputusan berdasar *Reliability Centered Maintenance* (RCM).
6. Melakukan evaluasi, ketika sebuah *equipment* dioperasikan maka data secara real-life dicatat, tindakan dari *Reliability Centered Maintenance* (RCM) perlu dievaluasi kembali setiap saat agar terjadi proses penyempurnaan.

Proses *Reliability Centered Maintenance* (RCM) mengklasifikasikan konsekuensi menjadi empat kelompok. Strategi ini dapat dijadikan kerangka kerja untuk melakukan pengambilan keputusan pemeliharaan. Keempat kelompok tersebut adalah sebagai berikut (Aileen,2010).

1. Konsekuensi Keselamatan.
Kegagalan yang terjadi dapat menimbulkan konsekuensi melukai atau mengancam jiwa seseorang.
2. Konsekuensi operasi.
Kegagalan yang terjadi tidak berdampak pada keamanan ataupun mematikan sistem dan dampaknya tergolong kecil.
3. Konsekuensi non operasi.

Kegagalan yang terjadi tidak berdampak pada keamanan ataupun mematikan sistem dan dampaknya tergolong kecil.

4. Konsekuensi Kegagalan tersebut.

Kegagalan yang terjadi ini tidak diketahui operator.

Langkah selanjutnya adalah dengan memilih maintenance tak sesuai dan ada lima jenis *Maintenance task*. Lima jenis *Maintenance Task* tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Condition-Direct Task*

Jenis penugasan pemeliharaan ini mengarah kepada tes diagnose secara berkala atau inspeksi yang mana membandingkan kondisi material yang sudah ada sebelumnya (bisa juga dengan melihat pada performasi dari sebuah item yang sudah standar) dan dilanjutkan dengan mengambak langkah berikutnya. Adapun tujuan dari *Condition-Direct Task* ini adalah untuk mengetahui kegagalan potensial yang bisa dicegah (diperbaiki terlebih dahulu) sebelum terjadinya kegagalan yang actual.

2. *Time-Direct Life-Renewal Task.*

Time-Direct Life-Renewal Task bertugas untuk memperbaiki ataupun mengganti sebuah item tersebut mencapai suatu waktu dimana probabilitas kegagalan menjadi semakin besar (misalnya saja adalah peningkatan dari probabilitas kegagalan yang dikenal dengan istilah *wear out*). Dalam penugasan pemeliharaan jenis kedua ini, ada dua macam penugasan, *restoration* dan *replacement*. Pada *restoration*, sebuah item yang sudah mencapai tingkat *wear out* harus diganti dengan item yang baru. Sedangkan pada *replacement*, sebuah masih bisa diperbaiki dengan cara-cara tertentu sehingga nantinya bisa digunakan kembali.

3. *Failure Finding Task*

Penugasan pemeliharaan *failure finding* ini digunakan untuk mengevaluasi kondisi dimana kegagalan yang terjadi tersembunyi dari operator.

4. *Servicing Task.*

Servicing Task memiliki tugas untuk menambah barang atau bahan yang akan habis digunakan pada saat beroperasi normal. Salah satu contohnya adalah dengan menambahkan kertas pada sebuah printer.

5. *Lubrication Task.*

Lubrication Task ini spesifik dalam hal melumasi dan pemberian minyak (lubrikasi) secara rutin. Selain itu juga bisa diterapkan aplikasi pelumasan atau lubrikasi pada permukaan stasioner untuk memberikan perlindungan dari lingkungan luar. Penugasan pemeliharaan yang ini tidak membutuhkan justifikasi yang luas namun dilakukan evaluasi.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan *Preventive maintenance*. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perencanaan dan kualitas pembentukan *preventive maintenance* yang efektif. Perencanaan tersebut juga meliputi komponen pengganti yang telah diprediksikan dan direkomendasikan (Alghofari et al., 2006)

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perencanaan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang khusus. Penekanan terbesar pada *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. Pada kenyataannya perawatan proaktif tidak hanya menghindari kegagalan tetapi lebih cenderung untuk menghindari resiko atau mengurangi kegagalan (Alghofari et al., 2006).

Reliability Centered Maintenance (RCM) diharapkan menampilkan sebuah kerangka kerja berdasarkan informasi keadaan untuk perencanaan yang efisien, aplikatif dan mampu sebagai pilihan terbaik dalam penyesuaian atau pengembangan model pemeliharaan yang optimal. (Alghofari et al., 2006)

Dalam *Reliability Centered Maintenance* (RCM) terdapat empat komponen, empat komponen tersebut adalah sebagai berikut (Aileen, 2010) :

1. *Reactive Maintenance*.

Reactive Maintenance merupakan *Maintenance* yang berprinsip pada pengoperasian sampai dengan rusak atau perbaiki ketika rusak. *Maintenance* jenis ini hanya dilakukan ketika proses deteriorasi sudah menghasilkan kerusakan.

2. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance sering disebut juga dengan *time based maintenance*. *Maintenance* jenis ini sudah dapat mengurangi frekuensi kegagalan ketika diterapkan bila dibandingkan dengan *Reactive Maintenance*. *Preventive Maintenance* dilakukan tanpa mempertimbangkan kondisi komponen. Kegiatan antara lain terdiri dari pemeriksaan, penggantian komponen, kalibrasi, pelumasan, dan pembersihan, Tetapi *Preventive Maintenance* masih memiliki kekurangan juga seperti kurang efektif dan efisien dari segi biaya ketika diterapkan sebagai satu-satunya metode *Maintenance* dalam sebuah perencanaan.

3. *Predictive Testing and Inspection*

Predictive Testing and Inspection digunakan untuk menentukan kondisi suatu komponen terhadap umurnya. Metode ini merupakan yang paling baik diantara yang lainnya dalam menentukan jadwal *Maintenance*. Banyak metode yang kurang valid oleh karena itu adanya informasi mengenai *age-reliability characteristic*.

4. *Proactive Maintenance*.

Proactive Maintenance ini akan menuntun pada desain, *workmanship*, instalasi, prosedur, dan *scheduling maintenance* yang lebih baik. Karakteristik dari *Maintenance* ini adalah *continous improvement* dan menggunakan *feedback* serta komunikasi untuk memastikan bahwa usaha *improvement* yang dilakukan membawa hasil yang positif. Analisis *root-cause failure* dan *predictive analysis* diterapkan untuk mendapatkan *Maintenance* yang efektif, menyusun interval kegiatan *maintenance*, dan memperoleh *life cycle*.

2.2.3. Tujuan Kegiatan Perawatan

Adapun tujuan utama dilakukan tindakan perawatan adalah sebagai berikut:

- a. Memeriksa keadaan suatu komponen peralatan sedekat mungkin dengan keadaan yang diinginkan.
- b. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.

- c. Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi, terutama bagi fasilitas bagi fasilitas yang memiliki kesulitan untuk mendapatkan komponen pengganti.
- d. Menjamin keselamatan operator dan pemakai fasilitas
- e. Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi dan mendapatkan pengendalian investasi yang maksimal.

2.2.4. Jenis-jenis Tindakan Perawatan

Tindakan perawatan dapat digolongkan menjadi dua kelompok besar, yaitu :

1. *Preventive maintenance* (perawatan terencana)

Perawatan ini adalah dilakukan sebelum terjadinya kerusakan pada suatu system ataupun produk. Tujuan perawatan ini adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tak terduga dan untuk menemukan kondisi yang dapat menyebabkan system yang mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Salah satu yang menjadialat dalam system perawatan terencana ini adalah model *reliability* (keandalan). Hal ini di sebabkan *reliability* mampu memeberikan penilaian terhadap kemampuan suatu system atau produk untuk dapat bertahan dengan baik selama waktu tertentu. Keterkaitan ini menyebabkan *reliability* merupakan ukuran keberhasilan dari system perawatan.

Jenis kegiatan perawatan pencegahan adalah ;

A. Mencegah kerusakan

- a) Pembersihan
- b) Penggantian
- c) Pemeriksaan
- d) *Setting* dan pelumasan

B. Mendeteksi kerusakan

- a) Pengujian
- b) Percobaan
- c) Penelitian

2. *Corrective maintenance*

Tindakan perawatan korektif ini dilakukan bila sudah terjadi kerusakan pada suatu sistem atau produk. Kerusakan ini dapat bersifat ringan maupun berat.

Perawatan korektif dibagi di atas tiga kegiatan :

1. Pergantian (*correction*)
2. Pergantian kecil (*repair*)
3. Pergantian secara besar-besaran (*overhaul*)

Perawatan korektif kurang baik digunakan karena, dapat menimbulkan kerugian misalnya kerugian biaya akibat pengadaan bahan yang terjadi tiba-tiba, proses produksi terhenti.

2.3. Teori Keandalan

2.3.1 Definisi Keandalan (*Reliability*)

Perawatan komponen atau peralatan tidak bisa lepas dari pembahasan mengenai keandalan (*reliability*). Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem peralatan juga keandalan digunakan untuk menentukan penjadwalan perawatan sendiri. Akhir-akhir ini konsep keandalan digunakan juga pada berbagai industri, Misalnya dalam penentuan jumlah suku cadang dalam kegiatan keperawatan.

Ukuran keberhasilan suatu tindakan perawatan dapat dinyatakan dalam tingkat keandalan. Secara umum *reliability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem atau produk dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan definisi *reliability* menjadi empat komponen pokok, yaitu :

1. Probabilitas

Merupakan komponen pokok pertama, merupakan masukan numerik bagi pengkajian *reliability* suatu sistem yang juga merupakan indeks kuantitatif untuk menilai kelayakan suatu sistem menandakan bahwa *reliability* menyatakan kemungkinan yang bernilai 0-1.

2. Kemampuan yang diharapkan (*satisfactory performance*)

Komponen ini memberikan indikasi yang spesifik bahwa kriteria dalam menentukan tingkat kepuasan harus digambarkan dengan jelas. Untuk setiap unit terdapat suatu standar untuk menentukan apa yang dimaksud dengan kemampuan yang diharapkan.

3. Tujuan yang diinginkan

Tujuan yang diinginkan dimana kegunaan peralatan harus spesifik. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang konsumen.

4. Waktu

Waktu merupakan bagian yang dihubungkan dengan tingkat penampilan sistem, sehingga dapat menentukan jadwal dalam fungsi *reliability*. Waktu yang dipakai adalah MTBF (*Mean Time Between Failure*) dan MTTF (*Mean Time to Failure*) untuk menentukan waktu kritis dalam pengukuran *reliability*.

5. Kondisi pengoperasian (*specified operating condition*)

Faktor-faktor lingkungan seperti: getaran (*vibration*), kelembaban (*humidity*), lokasi geografis yang merupakan kondisi yang tempat berlangsungnya pengoperasian, merupakan hal yang termasuk ke dalam komponen ini. Faktor-faktor tidak hanya dialamatkan untuk kondisi selama periode waktu tertentu ketika sistem atau produk sedang operasi, tetapi juga ketika sistem atau produk di dalam gudang atau sedang bergerak dari suatu lokasi ke lokasi lain.

2.3.2 Manfaat *Reliability* (Keandalan)

Tujuan utama dari study keandalan adalah memberikan informasi sebagai basis untuk mengambil keputusan. Selain itu teori *reliability* dapat digunakan untuk memprediksi kapan suatu suku cadang pada suatu mesin mengalami kerusakan, sehingga dapat menentukan kapan harus dilakukan perawatan, pergantian dan penyediaan komponen. Pada kasus ini *reliability* bermanfaat untuk menentukan tingkat persediaan suku cadang mesin produksi.

2.3.3 Metode Analisis

Didalam reliability ada dua metode analisis :

1. Metode analisis kualitatif.

Metode analisis yang di lakukan berdasarkan pada pengalaman masa lalu.

2. Metode analisis kuantitatif.

Metode analisis yang dilakukan dengan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan dapat dengan statistik.

2.3.4 Konsep Reliability

Dalam teori realibility terdapat konsep yang dipakai dalam pengukuran tingkat keandalan suatu system atau produk yaitu:

1. Fungsi kepadatan

Pada fungsi ini menunjukkan bahwa kerusakan terjadi secara terus-menerus (*continuous*) dan bersifat probabilistik dalam selama waktu, pengukuran kerusakan dilakukan dengan menggunakan data variable seperti tinggi, jarak, jangka waktu. Untuk suatu variable acak x kontinu didefinisikan berikut :

$$f(x) \geq 0 \quad (2.1)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1 \quad (2.2)$$

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx \quad (2.3)$$

Dimana fungsi $f(x)$ dinyatakan fungsi kepadatan probabilitas.

2. Fungsi Distribusi Kumulatif.

Fungsi ini menyatakan probabilitas kerusakan dalam percobaan acak,

Dimana variable acak tidak lebih dari x :

$$F(X) = P(X \leq x) = \int_0^x f(t) dt \quad (2.4)$$

3. Fungsi keandalan

Bila variabel acak dinyatakan sebagai suatu waktu kegagalan atau umur komponen maka fungsi keandalan ($R(t)$) didefinisikan :

$$R(X) = P(T > t) \quad (2.5)$$

T : waktu operasi dari awal sampai terjadinya kerusakan (waktu kerusakan) dan $f(x)$ menyatakan fungsi kepadatan probabilitas, maka $f(x)$ adalah probabilitas dari suatu komponen akan mengalami kerusakan pada interval $(t; t + \Delta t)$. $F(t)$ dinyatakan sebagai probabilitas kegagalan komponen samapai waktu t , maka

$$F(t) = P(T < t) = \int_{-\infty}^t f(t) \quad (2.6)$$

Maka fungsi keandalan adalah :

$$R(t) = 1 - P(T < t) \quad (2.7)$$

$$= \int_0^x f(t) dt \quad (2.8)$$

$$= 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^\beta} \quad (2.9)$$

4. Fungsi laju kerusakan

Fungsi laju kerusakan didefinisikan sebagai *limit* dari laju kerusakan dengan panjang interval waktu mendekati nol, maka laju kerusakan adalah laju

kerusakan sesaat. Rata-rata kerusakan yang terjadi dalam interval waktu t_1-t_2 dinyatakan λ , Kerusakan rata-rata dinyatakan berikut:

$$\lambda = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t) dt}{(t_2-t_1) \int_{t_1}^{\infty} f(t) dt} \quad (2.10)$$

$$= \frac{R(t_1)-R(t_2)}{(t_2-t_1)R(t_1)} \quad (2.11)$$

Jika disubsitusi $t_1=t$, dan $t_2 = t+h$ maka akan diperoleh laju kerusakan rata-rata (λ) adalah:

$$= \frac{R(t_1)-R(h)}{hR(t_1)} \quad (2.12)$$

Berdasarkan persamaan diatas maka fungsi laju kerusakan.

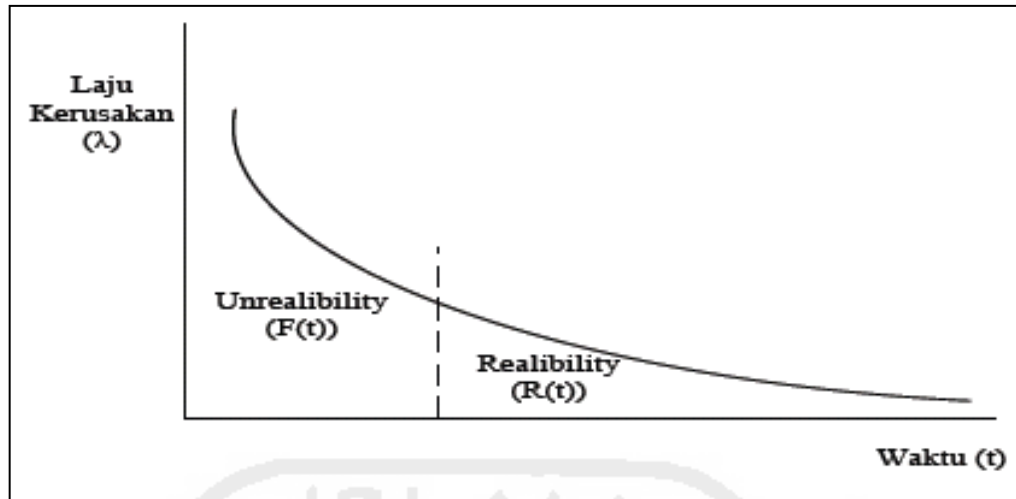
$$h(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R(t_1)-R(h)}{hR(t_1)} \quad (2.13)$$

$$= -\frac{1}{R(t)} \left(\frac{d}{dt} R(t) \right); f(t) = -\frac{dR(t)}{dt} \quad (2.14)$$

$$= \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.15)$$

2.4. Pola Distribusi Keandalan

Dalam menentukan realibilitassuatu komponen faktor-faktor yang dapat saling berhubungan adalah faktor laju kerusakan dan waktu. Berdasarkan hubungan terbentuk suatu kurva distribusi yang menyerupai distribusi *Weibull*, Gambar (2.2).



Gambar 2. 2 Kurva Reliability

Berdasarkan hal ini diasumsikan bahwa distribusi yang sesuai adalah Weibull. Distribusi *Weibull* merupakan distribusi empiris sederhana yang mewakili data yang actual. Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karakteristik kerusakan pada komponen. Fungsi-fungsi dari distribusi *Weibull* :

1. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \quad (2.16)$$

2. Fungsi distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \quad (2.17)$$

$$t > \gamma; \alpha, \beta \geq 0 \quad (2.18)$$

3. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (2.19)$$

$$R(t) = 1 - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \right) \quad (2.20)$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad (2.21)$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$H(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}}{e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}} \quad (2.22)$$

$$H(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad (2.23)$$

Pola distribusi *Weibull* memiliki tiga parameter pembentuk, yaitu:

α = parameter skala/karakteristik umur

β = parameter bentuk

γ = parameter lokasi kurva

Parameter β merupakan parameter yang menentukan laju kerusakan pada kurva sehingga dapat mengetahui kondisi dari peralatan sehingga memudahkan dalam membuat suatu keputusan dalam mengendalikan persediaan α, β ditentukan berdasarkan transformasi fungsi keandalan distribusi *Weibull* dengan fungsi linear.

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right) \quad (2.24)$$

$$\frac{1}{Rt} = \exp\left(\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right) \quad (2.25)$$

$$\ln \frac{1}{Rt} = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \quad (2.26)$$

$$\ln \ln \frac{1}{R(t)} = \beta (\ln t - \ln \alpha) \quad (2.27)$$

Persamaan garis lurus yang di gunakan $Y = ax + b$

$$Y = \log e (-\log (1-F(t))) \quad (2.28)$$

$$Y = \log R(t) \quad (2.29)$$

$$Y = \ln \ln \left(\frac{1}{R(t)}\right) \quad (2.30)$$

$$X = \ln t \quad (2.31)$$

$$C = -\beta \ln \alpha \quad (2.32)$$

Untuk menaksirkan harga α, β digunakan metode least square (kuadrat terkecil).

$$\beta = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sum (x_i)^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.33)$$

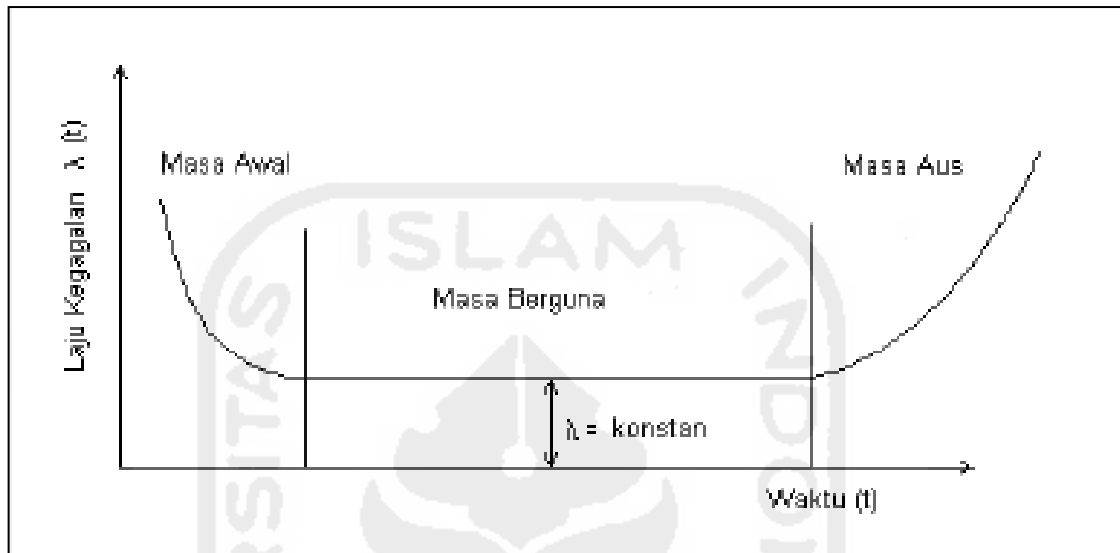
$$c = \frac{n \sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.34)$$

$$\alpha = \exp\left(-\frac{c}{\beta}\right) \quad (2.35)$$

$$Y = \frac{t_2 - (t_3 - t_2)(t_2 - t_1)}{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)} \quad (2.36)$$

2.5. Siklus hidup dan laju kerusakan komponen

Umum bentuk dari kerusakan rata-rata sebagai fungsi waktu (λ) dapat di lihat pada siklus komponen (*bathhtub curve*) seperti pada gambar...



Gambar 2. 3 Siklus Hidup Komponen

Bagian pertama dari kurva ini, yaitu masa awal dari sebuah sistem atau komponen, ditandai dengan tingginya fase awal dan berangsur-angsur turun seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan kesalahan operasi. Kerusakan seperti ini disebut dengan kerusakan dini (*early failures*) ($\beta < 1$).

Bagian kedua kurva ini ditandai dengan laju kegagalan yang konstan dari sebuah komponen atau sistem hal ini disebabkan pembebanan mesin yang melewati batas standar (*over load*). Kerusakan seperti ini disebut kerusakan tidak terduga (*change failures*). ($\beta = 0$)

Bagian ketiga dari kurva ditandai dengan naiknya laju kegagalan dari komponen atau sistem seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan habisnya umur ekonomis mesin sehingga menyebabkan komponen mesin mengalami aus (*wear-out failures*). ($\beta > 1$)

2.6. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi dilakukan untuk menentukan apakah distribusi yang diamati telah sesuai dengan distribusi yang diharapkan. Berdasarkan hubungan antara laju kerusakan dan waktu maka distribusi yang terbentuk dalam konsep *reliability* adalah *Weibull*. Untuk menentukan apakah distribusi yang dicapai menunjukkan distribusi *Weibull*, maka dilakukan uji distribusi. Adapun uji distribusi yang digunakan:

A. Uji Kolmogorov–Smirnov

Uji Kolmogorov–Smirnov atau d-test adalah suatu test yang di gunakan untuk melakukan uji terhadap distribusi waktu kerusakan. Dasar dari test adalah distribusi kumulatif dari contoh hasil pengamatan, diharapkan mendekati distribusi yang sebenarnya. Pemilihan test Kolmogorov-Smirnov karena merupakan uji non-parametrik. Pada dasarnya jika uji parametrik dan uji non-parametrik dapat di terapkan untuk data yang sama, maka uji non parametrik seharusnya dihindari dan sebaiknya digunakan uji non-parametrik yang efisien. Akan tetapi, karena asumsi normalitas seringkali tidak dapat dijamin berlaku, dan juga karena hasil pengukuran tidak selalu bersifat kuantitatif, maka para pakar statistika telah menyediakan sejumlah metode non parametrik dan salah satunya uji Kolmogorov-Smirnov.

Ketetapanannya telah di ukur dengan mencari titik perbedaan antara contoh dengan populasi yang paling besar kemudian jarak ini dibandingkan dengan nilai kritis. Bila jarak ini dibandingkan dengan nilai kritis. Bila jarak tersebut terlalu besar maka kemungkinan bahwa contoh berasal dari populasi dengan disatribusi sangat kecil.

$$d = \max|F(t_1) - S(t_1)| \quad (2.37)$$

Dimana:

$F(t_1)$ = Fungsi distribusi Teoritis

$S(t_1)$ = Fungsi distribusi Empiris

Untuk tingkat kepercayaan α dan n yang sesuai diperoleh harga d dari tabel Kolmogorov-Smirnov. Kemudian dibandingkan dengan harga d maximum hasil pengujian. Pengujian akan ditolak apabila harga d max lebih besar dari harga D pada tabel Kolmogorov-Smirnov.

Dalam uji Kolmogorov-Smirnov, yang dibandingkan adalah distribusi frekuensi kumulatif hasil pengamatan dengan distribusi frekuensi kumulatif yang diharapkan. Langkah-langkah yang diperlukan dalam pengujian Kolmogorov-Smirnov dalam kasus ini adalah :

1. Data waktu kerusakan (TTF), hasil pengamatan diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar.
2. Menentukan nilai tingkat keandalan berdasarkan waktu kerusakan ($R(t)$).
3. Dari hasil keandalan tersebut di tentukan nilai fungsi distribusi teoritis/ nilai ketidakandalan ($F(t)$).

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (2.38)$$

4. Menentukan nilai distribusi empiris ($S(t)$) berdasarkan distribusi *Weibull*.

$$S(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad (2.39)$$

5. Menentukan nilai mutlak dari selisih antara nilai distribusi teoritis $F(t)$ nilai distribusi empiris ($S(t)$)
6. Menentukan nilai max dari selisih tersebut (d Test)

$$d = \max |F(t_1) - S(t_1)| \quad (2.40)$$

7. Menentukan nilai d Tabel berdasarkan α dan n yang ditentukan pada table kolmogrov-smirnov (d Tabel). $D_n:\alpha$ dimana n adalah jumlah data dan α adalah taraf nyata.
8. Membandingkan d Test dengan d Table yang diperoleh dari table Kolmogrov-Smirnov, data dapat dikatakan berdistribusi *Weibull* bila $D_{max} < d_n:\alpha$.

B. Uji mann adalah distribusi yang biasa digunakan untuk uji distribusi Weibull.

Tahapan ujinya adalah :

H_0 = distribusi *Weibull* dua parameter

H_1 = Hipotesa awal (H_0) salah.

$$S_{\alpha test} = \frac{\sum_{i=(\frac{r}{2})+2}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)}{\sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)} \quad (2.41)$$

Keterangan :

$X_i = \ln t_i$

R = jumlah *sparepart* yang rusak

$R/2$ = bilangan bulat yang $\leq r/2$

M_i = Tabel

S_{α} = Tabel distribusi *Weibull* dua parameter

H_0 akan di terima bila nilai $S_{\alpha test} < S_{\alpha}$ Tabel dan sebaliknya bila $S_{\alpha test} > S_{\alpha}$ table maka H_0 ditolak.

2.7. Sistem Persediaan

Salah satu masalah penting dalam perusahaan manufaktur adalah mengenai pengendalian persediaan suku cadang dimana perlu dioptimalkan ketersediaannya. Pada umumnya masalah yang dihadapi didalam pengendalian persediaan selalu berkaitan dengan usaha untuk menentukan pemesanan suku cadang yang ekonomis dalam arti pengeluaran ongkosnya minimal tetapi jumlah persediaan optimal.

2.7.1 Pengertian dan Ruang Lingkup Persediaan

Definisi persediaan adalah material, dapat berupa bahan baku, barang setengah jadi, atau produk jadi, yang disimpan dalam gudang atau pada tempat dimana barang itu menunggu untuk diproses atau digunakan lebih lanjut.

Penyimpanan dan memaksimalkan tingkat ketersediaan, dan usaha untuk menentukan ukuran pemesanan optimal yang meminimumkan ongkos penyimpanan. Pada umumnya persoalan yang dihadapi dalam pengendalian persediaan selalu berkaitan dengan usaha untuk menentukan besarnya persediaan yang optimal yang diminimumkan ongkos.

Untuk mencapai tujuan tersebut, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu :

- a. Sifat barang yang akan dibeli.
- b. Jumlah barang yang dibeli.
- c. Jumlah persediaan keamanan
- d. Kapan pemesanan dilakukan dan selang waktu pemesanan.

2.7.2 Fungsi Persediaan

Beberapa fungsi persediaan dapat dilihat dari keempat kondisi sebagai berikut:

1. Faktor waktu

Diperlukan sejumlah waktu untuk proses produksi dan distribusi sebelum barang-barang sampai ke tangan konsumen. Persediaan dapat mengurangi *lead time* (waktu ancap-ancang) sebelum permintaan di penuhi.

2. Faktor Ketergantungan.

Pada proses produksi,terdapat operasi-operasi yang saling bergantung satu dengan yang lainnya.persediaan menyebabkan operasi-operasi yang tidak bergantung dan lebih ekonomis.

3. Faktor Ketidaktentuan.

Kejadian-kejadian seperti kesalahan dalam mengetisimasi dan permintaan dan kerusakan peralatan dapat menyebabkan tidak terpenuhinya rencana perusahaan.Persediaan dapat membantu perusahaan mengantisipasi kejadian-kejadian tersebut sehingga rencana perusahaan tetap dapat terpenuhi.

4. Faktor Terpenuhi.

Persediaan dapat memberikan keuntungan kepada perusahaan dalam bentuk potongan harga bila perusahaan membeli barang dalam jumlah yang besar.

2.7.3 Klasifikasi Masalah Persediaan

Persediaan dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara ,diantaranya sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengulangan pesanan (*repetitiveness*)
 - a. *Single order*, adalah system persediaan dengan satu kali pesanan.
 - b. *Repeat order*, adalah Sistem persediaan dengan pemesanan yang berulang
2. Berdasarkan sumber pemasok
 - a. *Outside supply*, adalah sistem persediaan dimana barang diperoleh dari pemasok yang berasal dari luar perusahaan.
 - b. *Inside supply*, adalah sistem persediaan dimana barang diperoleh dari dalam perusahaan sendiri,dimana suatu bagian perusahaan memproduksi sendiri barang yang diperlukan untuk bagian lainnya dari perusahaan tersebut.
3. Berdasarkan sifat permintaan
 - a. *Constant Demand*, adalah sistem persediaan dimana pola permintaan terhadapbarang konstan sejalan dengan pertambahan waktu.
 - b. *Variable Demand*, adalah sistem persediaan dimana pola permintaanbervariasi,mengikuti distribusi probablitas tertentu.

- c. *Independent Demand*, adalah sistem persediaan dimana kebutuhan suatu komponen tidak bergantung pada komponen lainnya.
 - d. *Dependent Demand*, adalah sistem persediaan dimana kebutuhan suatu komponen tergantung pada kebutuhan komponen lainnya yang berada pada di level di atasnya.
4. Berdasarkan lead time
- a. *Constant lead time*, adalah sistem persediaan dimana lead time tetap sepanjang waktu.
 - b. *Variable lead time*, adalah sistem persediaan dimana lead time bervariasi mengikuti pola distribusi probabilitas tertentu.
5. Berdasarkan sistem pemesanan
- a. *Perpetual*, adalah sistem persediaan dimana pemesanan dilakukan saat persediaan berada pada *reorder point*.
 - b. *Periodic*, adalah sistem persediaan dimana pemesanan dilakukan dalam suatu siklus tertentu. Status sistem dan keputusan jumlah pemesanan dibuat hanya pada waktu diskrit.
 - c. *Material Requirement Planning*, adalah sistem persediaan dimana kebutuhan suatu komponen lainnya.
 - d. *Distribution Requirement Planning*, adalah sistem persediaan yang dibuat dengan melihat pusat distribusi yang tersedia dalam *multi-echelon network*.
 - e. *Single order quantity*, adalah sistem persediaan dimana pemesanan dilakukan pada saat tertentu menentukan jumlah yang tertentu.

2.7.4 Jenis-jenis Sistem Persediaan

Untuk memenuhi suku cadang, maka dalam mengendalikan persediaan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu sebagai berikut :

1. Kebutuhan sejumlah suku cadang yang diperlukan dapat dipesan seluruhnya sekaligus. Proses semacam ini disebut dengan keputusan satu kali (statis). Pada kasus ini kesimpulan di rencanakan pada akhir periode yang di rencanakan tidak dapat melakukan pemesanan kembali.

2. Kebutuhan sejumlah suku cadang yang diperlukan dapat dilakukan dengan pemesanan untuk beberapa kali prosesnya disebut keputusan berulang (dinamis)

Untuk kasus dinamis ada dua system pemesan yang dapat dilakukan yaitu :

- a. Sistem pemesanan dengan *order* tetap (*Q-system*).

Pada sistem ini pemesan adalah tetap sedang waktu pemesannya adalah berubah sesuai kebutuhan permintaan. Pemesanan dapat dilakukan bila jumlah persediaan mencapai jumlah tertentu. Jumlah persediaan ini menjadi indikasi untuk melakukan pemesanan dan *reorder point*. Dalam sistem *Q* ada *safety stock* untuk meredam fluktuasi kebutuhan selama *lead time*, jadi kesimpulan dalam sistem harus diperhatikan adalah ukuran pemesanan ekonomis, persediaan keamanan, *lead time* dan tingkat pemakaian rata-rata.

- b. Sistem pemesanan dengan periode tetap (*P-system*)

Pada sistem ini selang waktu antara pemesan adalah tetap, sedangkan suku cadang yang dipesan berfluktuasi sesuai dengan persediaan yang ada pada saat pemesanan kembali. Jumlah pemesanan ditetapkan sebesar selisih antara jumlah maksimal yang ditetapkan dengan jumlah persediaan yang ada digudang, Persediaan keamanan diadakan untuk meredam fluktuasi permintaan selama selang pemesanan.

2.7.5 Identifikasi Material Dengan Menggunakan Analisis Klasifikasi ABC

Pemilihan suku cadang yang ditentukan persediaannya dilakukan dengan menggunakan metode ABC, yaitu penentuan berdasarkan tingkat harga tertinggi dari biaya penggunaan material per periode waktu tertentu (harga per unit material dikalikan volume penggunaan dari material itu sampai periode waktu tertentu).

Klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20, atau hukum pareto dimana sekitar 80 % dari nilai *inventori material* dipresentasikan (diwakili) oleh 20 % material inventori.

Tujuan dari analisis ABC adalah untuk menentukan :

1. Frekuensi perhitungan inventori (*cycle routing*), dimana material kelas A harus diuji lebih sering dalam hal akurasi catatan inventori dibandingkan material-material kelas B atau C .
2. Prioritas rekayasa (*engineering*), dimana material-material kelas A dan B memberikan petunjuk pada bagian rekayasa dalam peningkatan program reduksi biaya ketika mencari material-material tertentu yang perlu difokuskan.
3. Prioritas pembeli, dimana aktifitas pembelian seharusnya difokuskan pada bahan-bahan bernilai tinggi (*high cost*) dan penggunaan dalam jumlah tinggi (*high usage*). Fokus pada material-material kelas A untuk pemasok (*sourcing*) dan negosiasi.
4. Keamanan : meskipun biaya per unit merupakan indikator yang lebih baik dibandingkan nilai penggunaan (*usage value*) namun analisis ABC boleh digunakan sebagai indikator dari material-material (kelas A dan B) yang seharusnya lebih aman disimpan dalam ruangan terkunci untuk mencegah kehilangan, kerusakan, atau pencurian.

Prosedur pengelompokan material inventori ke dalam kelas A,B danC, antara lain mengikuti prinsip 80-20 :

1. Tentukan volume penggunaan per periode waktu dari setiap material inventori dengan biaya per unitnya guna memperoleh nilai total penggunaan biaya per periode waktu untuk setiap material inventori itu.
2. Kalikan volume penggunaan per periode waktu dari setiap material inventori dengan per unitnya guna memperoleh nilai total penggunaan biaya per periode waktu dari setiap material inventori itu.
3. Jumlah nilai total penggunaan biaya dari semua material inventori itu untuk memperoleh nilai total penggunaan nilai keseluruhan.
4. Bagi total penggunaan biaya dari setiap material inventori itu dengan nilai total penggunaan biaya keseluruhan, untuk menentukan presentase nilai total penggunaan biaya dari setiap material inventori.

5. Daftarkan material dalam *rank* presentase nilai total penggunaan biaya dengan urutan menurun dari terbesar sampai terkecil.
6. Klasifikasikan material-material inventori itu ke dalam kelas A,B,dan C dengan kriteria 20 % ke dalam kelas A (komponen kritis), 30 % ke dalam kelas B (komponen semi kritis, dan 50 % ke dalam kelas C (komponen non kritis).

2.7.6 Hubungan Reliability dan Sistem Persediaan

Persediaan adalah sumber daya mengaganggur sebelum proses selanjutnya. Secara garis besar kebiksaan pemeriksaan persediaan ada dua yaitu pemeriksaan persediaan yang didasarkan persediaan pada periode tertentu (*periodic review*) dan pemeriksaan persediaan yang terus menerus (*continous review*).

Berdasarkan konsep keandalan, dapat ditentukan probabilitas kerusakan komponen mesin. Persediaan dapat ditentukan berdasarkan probabilitaskerusakan komponen sistem. Berdasarkan laju kerusakan, hubungan antara persediaan dan *reliability* berbanding terbalik. Semakin tinggi tingkat keandalan maka persediaan semakin sedikit dan sebaliknya. Berdasarkan bentuk kurva hubungan persediaan (Q) dan *reliability* (R), maka dipakai distribusi stastik yaitu distribusi *Weibull*.

Persediaan suku cadang mesin merupakan tujuan akhir penetapan teori keandalan. Keandalan berupaya melakukan study, pengukuran dan analisis terhadap kegagalan dan perbaikan kembali komponen kritis mesin dalam rangka meningkatkan penggunaan opsionalnya. Peningkatan dilakukan melalui reduksi atau eliminasi kemungkinan munculnya kegagalan.

2.7.7 Penentuan Persediaan Suku Cadang Berdasarkan Reliability

Penentuan kebutuhan persediaan didasarkan pada laju kerusakan rata-rata komponen dalam selang waktu tertentu. Jumlah kebutuhan rata-rata komponen dalam selang waktu adalah :

$$Q = N\lambda t \quad (2.42)$$

Dimana :

N = Jumlah komponen tersedia

λ = α^β = Laju kerusakan rata-rataselama selang waktu t

α = Parameter skala

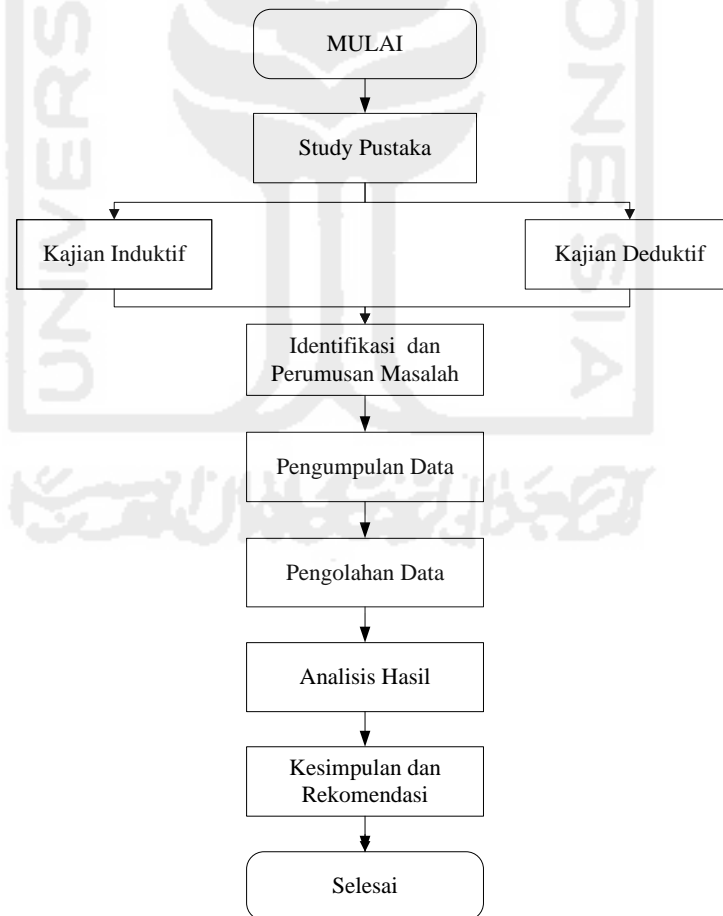
β = Parameter bentuk



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah tahapan yang dilakukan dalam menentukan pengerjaan dan penyelesaian terhadap suatu masalah yang akan dilakukan, setiap tahap bisa saja tergantung pada tahapan yang dilakukan sebelumnya, sehingga dalam pelaksanaan tahap-tahapnya perlu dilakukan dengan cermat dan tepat. Tahapan dalam metode penelitiandapat di lihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dipakai pada tugas akhir ini adalah penelitian yang bersifat deskriptif yang menjelaskan kondisi dari suatu sistem dengan pengamatan yang dilakukan.

3.2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan agar penulis memperoleh masukan tentang permasalahan yang akan diteliti serta lebih mengetahui objek penelitian. Teori – teori dan hasil penelitian yang telah ada dan memiliki relevansi dengan masalah yang diteliti, dijadikan landasan sebagai kerangka berfikir bagi penyelesaian tahap- tahap penelitian dari awal sampai tahap penulisan laporan. Studi pustaka dilakukan dengan cara :

1. Studi literatur dan membaca laporan penelitian yang sudah ada serta mencari informasi dari internet yang berhubungan dengan masalah yang akan dipecahkan dalam penelitian .
2. Mempelajari catatan yang ada dan berhubungan dengan masalah penelitian.
3. Wawancara dengan pihak-pihak terkait dan berkompeten dengan permasalahan dalam penelitian .

3.3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah yang dilakukan untuk mengetahui cara-cara pengerjaan penyelesaian masalah yang sudah ditentukan berdasarkan teori-teori yang sudah ada di buku atau pun jurnal. Teori-teori dan hasil penelitian yang telah ada dan memiliki relevansi dengan masalah yang diteliti, dijadikan landasan teori sebagai kerangka berfikir bagi penyelesaian tahap-tahap penelitian dari awal sampai pada tahap penulisan laporan.

3.4. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan untuk menganalisa masalah yang digunakan berdasarkan gejala-gejala yang terjadi dan gejala-gejala ini ditentukan apa dapat diangkat untuk dijadikan masalah pada perusahaan masalah yang ditemui

diidentifikasi untuk selanjutnya akan dicari penyelesaiannya. Gejala yang ditimbulkan adalah pengurangan terhadap kerusakan mesin produksi yang mengalami gangguan. Berdasarkan gejala ini maka dapat diidentifikasi bahwa sistem perawatan terencana yang belum ada penerapannya pada perusahaan ini terlihat dari kerusakan mesin yang terjadi secara tiba-tiba, perbaikan mesin dan peralatan dilakukan setelah adanya kerusakan (*correction maintenance*). Bila persediaan suku cabang komponen mesin di gudang mengalami kerusakan maka waktunya terhenti proses produksi lebih lama.

3.5. Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah komponen mesin produksi yang berperan vital dalam kelancaran proses produksi di PT. Dwikarya Mandiri yang berlokasi di Yogyakarta. Dalam hal ini yang menjadi objek penelitian adalah mesin *Sludge Separator*. Alasan pemilihan mesin *Sludge Separator* karena mesin ini memiliki peran yang besar, hal ini terlihat dari fungsi mesin *Sludge Separator* adalah memisahkan minyak dari air dan kotoran dengan katalin memisahkan minyak dari fraksi yang berat jenisnya lebih dari satu.

3.6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dilakukan dengan pengamatan langsung dan melalui wawancara. pada dasarnya sumber data dibagi dalam dua jenis, yaitu :

a. Data primer

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung terhadap urutan produksi, meninjau departemen yang menangani pengurutan produksi dan sistem informasi yang digunakan untuk pengurutan produksi, serta wawancara dengan pihak manajemen perusahaan, pembimbing lapangan yang tersedia, dan terhadap pekerja produksi.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak langsung diamati peneliti. Data ini merupakan data yang diperoleh dari dokumen perusahaan, hasil penelitian yang sudah lalu dan data lainnya. Dalam penelitian ini data diperoleh dari karyawan logistik dan operator objek penelitian, data sekunder yang

dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Data pemakaian *spare part*.
2. Data kerusakan spare part.
3. Harga pembelian masing – masing suku cadang.

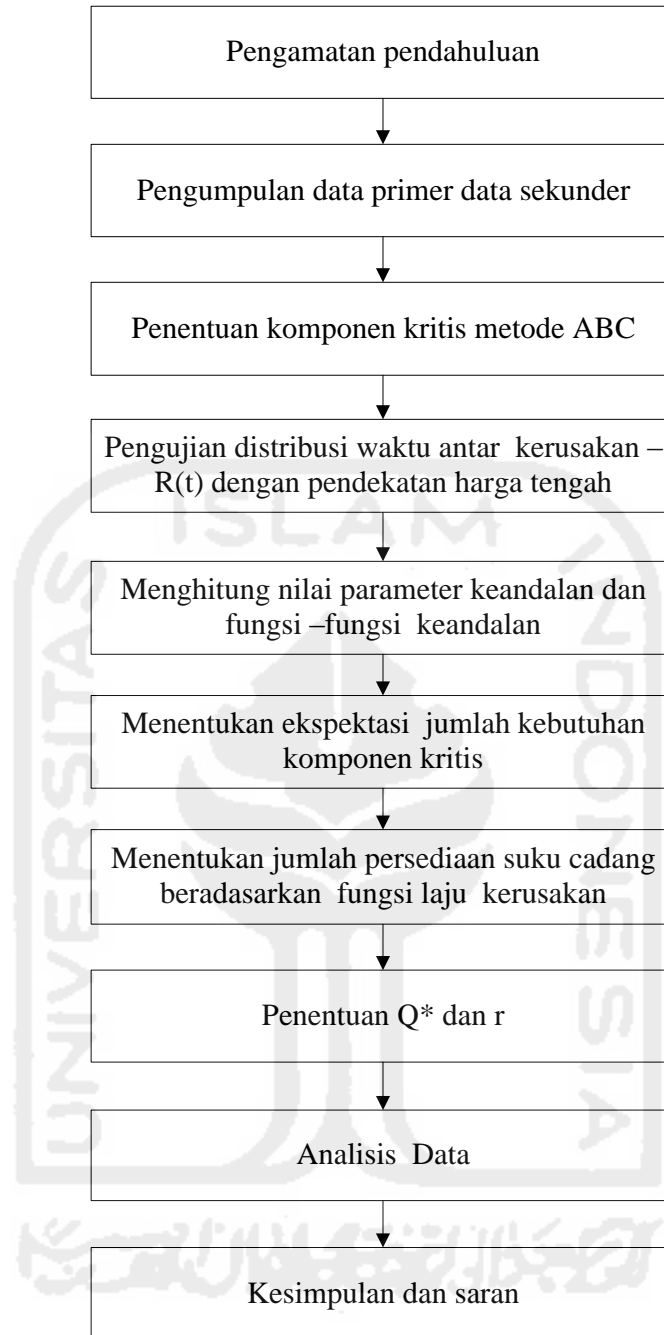
3.6.1. Cara Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Teknik observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dengan melaksanakan pengamatan terhadap proses produksi mesin *sludge separator*.
2. Membaca buku-buku laporan administrasi serta catatan- catatan pihak perusahaan yang berhubungan dengan data yang diperlukan yaitu data pemakaian suku cadang dan data kerusakan suku cadang *sludge separator machine*.
3. Teknik wawancara, yaitu melakukan wawancara dengan supervisor dan karyawan divisi produksi yang dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk menunjang penyelesaian masalah.
4. Teknik kepustakaan, yaitu dengan dengan membaca buku –buku dan jurnal penelitian yang berkaitan dengan penerapan *reliability* dan *sludge separator machine*.

3.7. Pengolahan Data

Setelah data yang diperlukan terkumpul, maka data diolah berdasarkan urutan konsep keandalan, dimana blok diagram pengolahan data dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Blok Diagram Pengolahan dan Pengumpulan Data

3.7.1. Pemilihan Komponen Kritis Dengan Metode ABC

Pembuatan skala prioritas untuk pengendalian material (komponen) adalah penting. Dalam mesin produksi terdapat berbagai macam komponen, dalam pelaksanaan pengawas sulit untuk dikontrol secara keseluruhan secara cermat, maka perlu adanya klarifikasi material. Untuk memudahkan klarifikasi material biasanya menggunakan skala prioritas. Metode yang digunakan penulis untuk klarifikasi material

adalah diagram Pareto atau istilah lain metoda ABC. Metode ini didasari oleh pertimbangan biaya nilai investasi, frekuensi kerusakan, dan jumlah komponen pada mesin.

3.7.2. Pengujian Distribusi Waktu antar kerusakan

Dalam melakukan penelitian ini, diperlukan distribusi antar waktu antar kerusakan komponen kritis tersebut yang sesuai dengan karakteristik data kerusakannya. Dalam persoalan pengendalian persediaan komponen yang berhubungan dengan karakteristik umur komponen, maka pola antar kerusakan komponen diestimasikan akan bentuk distribusi *Weibull*. Distribusi *Weibull* telah digunakan secara luas dalam teknik keandalan sebagai model ketahanan dalam sistem elektrik dan mekanik.

Distribusi ini dipilih karena dalam penggunaannya yang bersifat fleksibel (dapat menyerupai berbagai bentuk distribusi) tergantung pada nilai parameter β (parameter bentuk). Bila $\beta < 1$ maka bentuk distribusinya akan mendekati distribusi hipereksponensial. bila $\beta = 1$ maka akan mendekati distribusi eksponensial, bila $3,5 < \beta < 4$, akan mendekati distribusi normal. Selain itu distribusi ini juga dapat digunakan untuk ukuran sampel yang kecil dan data penelitiannya kurang lengkap.

Untuk menguji distribusi waktu antar kerusakan sebuah komponen ini dilakukan dengan uji distribusi *Weibull* dua parameter yang dikembangkan oleh kelompok Mann. Uji distribusi dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah data interval waktu antar kerusakan (TTF) yang dipergunakan telah sesuai dengan distribusi kerusakan yang telah dipilih yaitu distribusi *Weibull*. Uji Mann digunakan karena dapat digunakan untuk sampel data yang kecil dan proses perhitungannya lebih sederhana.

3.7.3. Penentuan Parameter Distribusi Antar Waktu Kerusakan Dan Fungsi-Fungsi Keandalan

Apabila telah terbukti bahwa pola antar kerusakan berdistribusi *Weibull* dua parameter, maka selanjutnya ditentukan parameter distribusi antar kerusakannya, yaitu β dan α dengan regresi linear $Y = A + bt$. Setelah parameter β dan α diperoleh maka ditentukan fungsi –fungsi keandalan *Weibull* dua parameter. secara sistematis, perhitungan dari setiap fungsi distribusi meliputi :

- Perhitungan fungsi kepadatan kegagalan
- Fungsi distribusi kumulatif
- Fungsi keandalan
- Fungsi laju kerusakan

3.7.4. Penentuan Jumlah Persediaan

Penentuan jumlah kebutuhan persediaan optimal untuk komponen kritis mesin Sludge Separator untuk interval waktu satu tahun berdasarkan fungsi laju kerusakan. Penentuan jumlah persediaan ini dilakukan dengan melakukan perkalian antar komponen terpasang *spare part* pada mesin, nilai rata-rata fungsi laju kerusakan *spare part* dalam waktu dua tahun dan waktu pemakaian mesin selama dua tahun.

3.7.5. Menentukan Jumlah Pemesanan (Q^*) dan titik pemesanan kembali (r)

Dalam penentuan jumlah pemesanan dan titik pemesanan kembali yang optimal digunakan model persediaan Q (*lot size reorder point model*), dimana jumlah pemesanan tetap dan interval waktu pemesanan berbeda. Pemilihan metode ini didasarkan pertimbangan antara lain:

1. Persediaan rata-rata digudang diusahakan sekecil mungkin karena harga komponen mahal sehingga ongkos simpan kecil.
2. Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan lebih kecil.

Pada gambar 3.2 dapat dilihat *flow chart* proses pengolahan data untuk metode *reliability*.

3.8. Analisa Data

Setelah dilakukan penentuan harga keandalan suku cadang maka didapat harga fungsi laju kerusakan *spare part* dalam waktu tertentu dan berdasarkan fungsi laku kerusakan ini dapat diperoleh berapa jumlah persediaan suku cadang yang harus disediakan digudang apabila terjadi kerusakan pada *spare part* mesin *sludge separator* sehingga proses produksi tetap berjalan dengan lancar dan tepat waktu. berdasarkan persediaan yang dibutuhkan dalam setahun ditentukan berapa jumlah pemesanan dan kapan pemesanan kembali yang ekonomis dan optimal dalam dua tahun tersebut.

3.9. Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini menguraikan secara singkat hasil yang dicapai setelah dilakukan analisis dan evaluasi permasalahan sehingga dapat di tarik kesimpulan selanjutnya brdasarkan uraian dapat diberikan saran-saran yang membantu baik dalam aplikasi hasil perancangan maupun dalam penelitian lanjutan.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Sejarah Perusahaan

PT Dwikarya Mandiri merupakan unit usaha milik swasta yang bergerak dalam bidang manufaktur yang berdiri pada tahun 2005 yang berlokasi di Dusun Jetis Kec. Caturharjo, Kab. Sleman, Yogyakarta. Berdiri diatas tanah seluas 925 m² yang merupakan milik ahli waris keluarga pak sukirman yang sesuai dengan perjanjian telah disewakan kepada pak Hanansyah selama kurun waktu 5 tahun, selanjutnya tanah dan bangunan dimanfaatkan untuk mendirikan sebuah unit usaha yang bergerak dalam mesin bubut, pada bulan Januari tahun 2004 berdirilah sebuah usaha yang bergerak dibidang manufaktur dan mendapat izin operasi pada 1 Maret 2004.

Pada awalnya berdirinya perusahaan ini mempunyai 8 orang karyawan, dengan 4 orang bagian mesin, 2 orang bagian administrasi, 2 orang penjaga malam. Pabrik yang berlokasi di Sleman digunakan untuk proses produksi dan juga sebagai *head office* dalam pemasaran produknya. Jenis produksi perusahaan ini adalah *Make To Order*.

4.1.1. Visi

Visi PT. Dwikarya Mandiri Sleman, Yogyakarta adalah sebagai berikut :

- a. Membuka lapangan pekerjaan seluas-luasnya, khususnya untuk masyarakat Sleman, Yogyakarta, sehingga dapat mengurangi pengangguran.
- b. Bertujuan untuk ikut serta dalam meningkatkan kehidupan perekonomian yang ada di Yogyakarta.

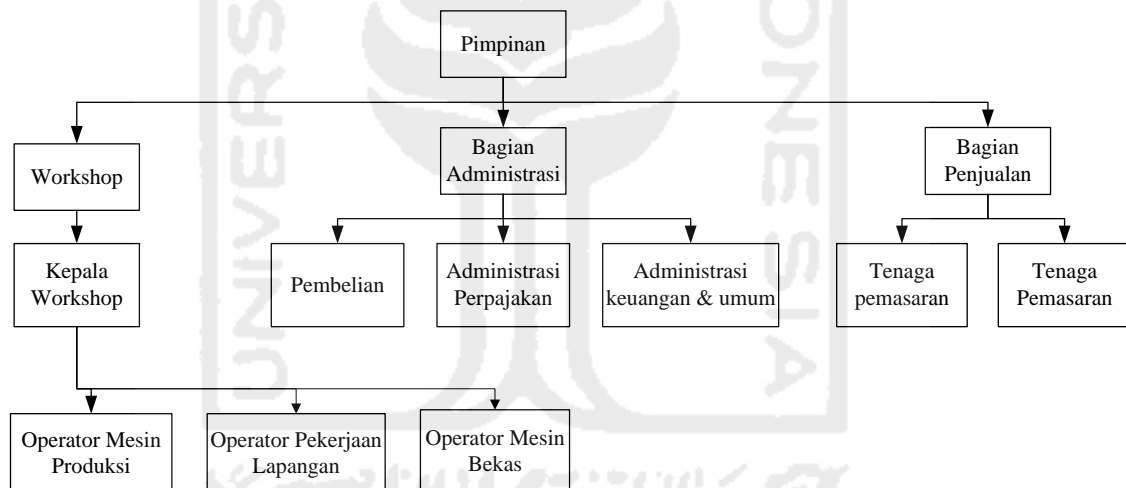
4.1.2. Misi

Adapun misi dari PT.Dwikarya Mandiri adalah meningkatkan keuntungan (*income*) perusahaan,meningkat kesejahteraan perusahaan dan karyawan melalui hasil dari penjualan dari barang-barang yang diproduksi.

4.1.3. Struktur Organisasi

PT. Dwikarya Mandiri menerapkan struktur organisasi garis (*Line Authority*) dimana wewenang dan komando dari atas sampai bawah sesuai garis vertikal, maksudnya atasan hanyadapat memerintah kepada bawahannya langsung dan sebaliknya bawahan bertanggung jawab secara langsung pada atasannya.

Struktur Organisasi PT. Dwikarya Mandiri adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT Dwikarya Mandiri

Tugas dan wewenang masing-masing jabatan adalah sebagai berikut :

a. Pimpinan

Merupakan pemilik perusahaan dan tidak terlibat langsung terhadap kelangsungan produksi perusahaan.

- b. Kepala Workshop
Merupakan kepala dari proses produksi yang mengetahui tentang jalannya produksi barang yang akan di buat Kedudukan kepala workshop berada dibawah pimpinan.
- c. Kepala produksi
Merupakan pimpinan tertinggi dalam proses produksi di masing-masing cabang perusahaan. Bertanggung jawab terhadap seluruh aktifitas divisi produksi yang meliputi penyiapan bahan, pengerjaan komponen mentah, pengerjaan komponen jadi, *finishing* dan *packing* produk jadi.
- d. Kepala bagian administrasi
Merupakan pimpinan tertinggi dalam kegiatan menyusun dan menerapkan aturan-aturan perusahaan baik untuk pihak eksternal maupun internal perusahaan seperti keamanan, ketertiban, transportasi perusahaan, tenaga kerja dan juga rumah tangga.
- e. Kepala bagian penjualan
Merupakan pimpinan tertinggi dalam melakukan aktifitas penjualan mulai produk yang akan di pasarkan sampai dengan barang yang diterima oleh *customer*.

4.1.4. Data tenaga Kerja PT.Dwikarya Mandiri

Tenaga Kerja yang ada di PT. Dwikarya Mandiri adalah 150 orang karyawan tetap. Sistem Penjadwalan Tenaga Kerja yang dilakukan adalah 6 hari kerja dan 1 hari libur dengan jam kerja 07.30–16.00 WIB. Untuk senin s.d Sabtu dan jam.07.30 s.d 17.00 untuk hari jum'at waktu istirahat adalah 11.30 s.d.12.30 untuk hari senin s.d kamsis dan 11.30 s.d 13.00 WIB untuk hari jum'at.

4.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan wawancara langsung kepada pekerja dan petunjuk pengoperasian mengenai cara kerja mesin *SludgeSeparator* serta rincian bentuk komponen dan jumlah pemakaian komonen mesin *Sludge Separator* dalam suatu kurun waktu. Data lain juga di peroleh dari bagian logistik

perusahaan (pengadaan material) berupa daftar komponen mesin, waktu pemakaian atau kerusakan mesin *sludge separator* dan daftar harga komponen *sludge separator*.

4.2.1. Data waktu terjadinya kerusakan komponen mesin Sludge Separator

Daftar komponen-komponen yang terdapat pada mesin *Sluge Separator* serta kerusakannya dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar mesin *Sludge Separator* dapat dilihat pada lampiran 3 Data terjadinya kerusakan komponen - komponen mesin *Sludge Separator* dikumpulkan dari hasil penacacatan dibagian bengkel umum pada PT Dwikarya Mandiri. Data terjadi kerusakan ini diambil dari dua tahun terakhir yaitu mulai dari awal tahun 2011 sampai dengan akhir tahun 2012. Dari data waktu terjadinya kerusakan ini nantinya akan dapat diketahui waktu antar kerusakan dari komponen kritis Data waktu keruskan keseluruhan komponen dapat dilihat pada di lampiran 4.1

Tabel 4. 1 Daftar komponen Mesin *Sludge Separator*

| No | Nama Komponen | No | Nama Komponen |
|----|-------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | Ball bearing | 26 | Nave |
| 2 | Ball bearing | 27 | Nozle Q 160 |
| 3 | Thrush ball bearing | 28 | Oil deflator |
| 4 | Radial ball bearing Pn | 29 | Paring disc |
| 5 | Radial ball bearing Pn | 30 | Pipa St. Steel Q''2x4 mmx6 m |
| 6 | Bearing SKF | 31 | Proctecting cup |
| 7 | Bearing SKF | 32 | Seal ring |
| 8 | Bearing SKF | 33 | Seal ring |
| 9 | Ball Bearing Housing | 34 | Seal ring |
| 10 | Ball volve ful bore | 35 | Seal ring |
| 11 | Ball valve reduce bore | 36 | Seal ring |
| 12 | Bowl spindle | 37 | Slave botton bearing |
| 13 | Bushing | 38 | Spring casing |
| 14 | Coupling vully | 39 | Spring |
| 15 | Distributor inset | 40 | Stop Sleeve |
| 16 | Distributor tube | 41 | Trow of dollar |
| 17 | Elastic plate | 42 | Worm |
| 18 | Elbow st. steel | 43 | Worm whell |
| 19 | Erosion guard (lower) | 44 | Kawat las nikko steel |
| 20 | Erosion guard (upper | 45 | Kawat las nikko steel |
| 21 | Friction pad & screw lubang 3 | 46 | Emaile drad |
| 22 | Friction block | 47 | Contactora |
| 23 | Friction blok u/ lubang 4 | 48 | Novusebreaker |
| 24 | Friction pad & screw | 49 | Thermal over load |
| 25 | Level tube | 50 | Thermal over load 7-11 A |

Komponen mesin *Sludge Separator* ini sangat banyak dan tidak semua komponen mengalami kerusakan pada dua tahun terakhir ini, maka penulis di sini hanya mendaftarkan harga komponen yang pernah dilakukan penggantian pada dua tahun terakhir saja beserta frekuensi kerusakannya yang dapat dilihat pada tabel 5.2. data ini nantinya digunakan untuk melakukan pemilihan komponen kritis.

Tabel 4. 2 Daftar Harga Rata-Rata Penggunaan Dan Biaya Per Unit Spare Part Mesin *Sludge Separator* Yang Sering Mengalami Kerusakan

| No | Nama Komponen | Harga (Rp) | Frek. |
|----|----------------------------------|------------|-------|
| 1 | Bowl Spindle Pn 67347-00 | 6.000.000 | 4 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 4.000.000 | 5 |
| 3 | Ball Bearing Pn 651861(6015 M) | 2.100.000 | 3 |
| 4 | Ball bearing, Pn 651857 (6014 M) | 1.900.000 | 3 |
| 5 | Bushing Pn 532680-01 | 2.880.000 | 2 |
| 6 | Level tube Pn 516240-82 | 2.280.000 | 2 |
| 7 | Friction pad & screw 76282 Lbg 4 | 28.400.000 | 7 |
| 8 | Nofuse breaker 50A-3P | 600.000 | 1 |
| 9 | Bearing SKF 6305 | 92.000 | 1 |
| 10 | Bearing SKF 6205 | 76.000 | 1 |
| 11 | Radial Ball Bearing Pn, 60992 | 1.700.000 | 3 |
| 12 | Elastic plate 60571-00 | 100.000 | 2 |
| 13 | Slave botton bearing,521651.2 | 1.650.000 | 1 |
| 14 | Eroton upper guard, 531444,80 | 2.800.000 | 2 |
| 15 | Distribution Inset Pn, 531445,02 | 5.000.000 | 2 |
| 16 | Distribution Tube, Pn 536224,01 | 1.296.000 | 1 |
| 17 | Bearing SKF 6308 | 200.000 | 1 |
| 18 | Eroton Guard Lower 535892,80 | 4.200.000 | 1 |
| 19 | Friction Block, Pn 74316 | 970.000 | 1 |
| 20 | Nozzle Q 1,60 mm, 534149,34 | 4.640.000 | 4 |
| 21 | Seal ring 38411 | 50.000 | 1 |
| 22 | Seal ring 67034 | 425.000 | 1 |
| 23 | Seal ring 71866 | 50.000 | 2 |
| 24 | Spring, Pn 66191 | 250.000 | 1 |

1. Untuk tahun 2011

Tabel 4. 3Data Komponen Kerusakan *Sludge Separator* Tahun 2011

| Nama komponen | Kodifikasi | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sept | Okt | Nop | Des |
|-------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| Ball Bearing | Pn 6015 M | 14 | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Ball Bearing | Pn.6014 M | 14 | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Thrush ball bearing | Pn 225147 M | | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6213 M | | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6208 M | | 13 | | | 22 | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6206 | | 6 | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6305 | | 6 | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6308 | | | | | | | | | | | | |
| Ball Bearing housing | 65195-00 | | | | | | | | | | | | |
| Ball valve reduced bore | Q 2''Flend VLC | | | | | 16 | | | | | | 27 | |
| Bowl Spindle | Q 2''Flend VLC | | | | | | | | | | | | |
| Bushing | Pn 532680-01 | 14 | | | | | | | | | | | |
| Coupling vully | Pn.65155-00 | | | | | | | | | | | | |
| Distributor inset | Pn.531445.02 | | | | | 1 | | | | | | | |
| Distributortube | Pn.536224.01 | | | | | 1 | | | | | | | |
| Elastic Plate | Pn.60571-00 | | | | | | | | | | | | |
| Elbow st. Steel | Q 2'' | | | | | | | | | | | | |
| Erosion guard (lower) | 535893.80 | | | | | | | | | | | | |
| Erosion guard (upper) | 531444.0 | | | | | 1 | | | | | 17 | | |
| Friction Pad & Screw lubang 3 | | 28 | | | | | | | | | | | |
| Friction Block | Pn.74316 | | | | | | | | | | | | |
| Friction Block u/ lubang 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Friction Pad & screw | 71628 Lbg 4 | 28 | | 15 | | | | 24 | | | 2 | | |
| Level Tube | Pn.516240-82 | 14 | | | | | | | | | | | |
| Nave | Pn. 65152 | | | | | | | | | | | | |
| Nozzle Q 1,60 mm | Pn. 53414983 | | | | 23 | | | | | | 17 | | |

2. Untuk tahun 2012

Tabel 4. 4Data Komponen Kerusakan *Sludge Separator* Tahun 2011

| Nama Komponen | Kodifikasi | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nop | Des |
|-------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ball Bearing | Pn 6015 M | | | | | | | | 18 | | | | |
| Ball Bearing | Pn.6014 M | | | | | | | | 18 | | | | |
| Thrush ball bearing | Pn 225147 M | | | | | | | | 18 | | 30 | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6213 M | | | | | | | | 18 | 8 | 30 | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6208 M | | | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6206 | | | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6305 | | | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6308 | | | | | | | | | | | | |
| Ball Bearing housing | 65195-00 | | | | | | | | | | | | |
| Ball valve reduced bore | Q 2''Flend VLC | | | | | | | | | | | | |
| Bowl Spindle | Q 2''Flend VLC | | | 23 | | | | | | | 12 | | |
| Bushing | Pn 532680-01 | | | | | | | | 18 | | | | |
| Coupling vully | Pn.65155-00 | | | | | | | | | | | | |
| Distributor inset | Pn.531445.02 | | | | | | | | 18 | | | | |
| Distributortube | Pn.536224.01 | | | | | | | | | | | | |
| Elastic Plate | Pn.60571-00 | | | | | 31 | | | | | | | |
| Elbow st. Steel | Q 2'' | | | | | | | | | | | | |
| Erosion guard (lower) | 535893.80 | | | | | | | | 1 | | | | |
| Erosion guard (upper) | 531444.0 | | | | | | | | | | | | |
| Friction Pad & Screw lubang 4 | 10 | | | | | | | 18 | | | 30 | | |
| Friction Block | Pn.74316 | | | | | | | | 18 | | | | |
| Friction Block u/ lubang 3 | | | | | | | | | | | | | |
| Friction Pad & screw | 71628 Lbg 3 | | | | | | | | | | | | |
| Level Tube | Pn.516240-82 | | | | | | | | | | | | |
| Nave | Pn. 65152 | | | | | | | 21 | | | | | |
| Nozzle Q 1,60 mm | Pn. 53414983 | | | | 31 | | | | | | 11 | | |

4.3. Pengolahan Data

Setelah data yang diperlukan terkumpul, maka yang dilakukan adalah :

1. Melakukan pemilihan terhadap *spare part* mesin *Sludge Separator* yang sering mengalami kerusakan, yang menjadi prioritas penelitian, dalam penentuan *spare part* prioritas digunakan metode ABC dengan analisa Pareto.
2. Penentuan fungsi komponen kritis dan parameter distribusi *Weibull* berdasarkan banyaknya kerusakan dalam satu periode (distribusi kumulatif)
3. Melakukan uji distribusi dengan Mann, bertujuan untuk mengetahui apakah data interval waktu (TTF) berdistribusi *Weibull* yang telah dipilih sebagai distribusi kerusakan telah sesuai dengan distribusi yang ditentukan (benar distribusi normal).
4. Menentukan nilai konsep keandalan komponen kritis berdasarkan data interval waktu dan parameter distribusi *Weibull*.
5. Menentukan jumlah kebutuhan persediaan untuk komponen kritis *Sludge Separator* untuk interval waktu satu tahun berdasarkan fungsi laju kerusakan.

4.3.1. Penentuan Komponen Kritis Dengan Metode ABC

Metode ABC sangat membantu dalam mengelompokkan komponen *Spare part* yang didasarkan pada biaya untuk membeli dan pengadaan satu komponen, metode ini membagi komponen atas tiga kelas, yaitu : prosedur pengelompokkan *material inventori* ke dalam kelas A, B dan C, antara lain mengikuti prinsip 80-20 :

1. Tentukan volume penggunaan per periode waktu dari *material inventori*.
2. Kalikan volume penggunaan per periode waktu dari *material inventori* dengan biaya per unitnya guna memperoleh nilai total penggunaan biaya per periode waktu untuk setiap interval inventori.
3. Jumlahkan nilai total penggunaan biaya dari semua *material inventori* itu untuk memperoleh nilai total penggunaan biaya keseluruhan.

4. Bagi nilai total penggunaan biaya dari setiap material inventori itu dengan nilai total penggunaan biaya keseluruhan, untuk menentukan presentase nilai total penggunaan biaya dari setiap material inventori.
5. Daftarkan material dalam *rank* presentase nilai total penggunaan biaya dengan urutan menurun dari terbesar sampai terkecil.
6. Klarifikasikan material-material inventori itu ke dalam kelas A,B, dan C dengan kriteria 20% kedalam kelas A (komponen kritis), 30% kedalam kelas B (komponen semi kritis), dan 50 % ke dalam kelas C (komponen non kritis).

Setelah dilakukan pemilihan komponen dengan analisa diagram pareto diatas didasarkan pada harga satuan, jumlah kebutuhan dan frekuensi kerusakan pada dua tahun terakhir, sehingga jumlah kumulatifbiaya paling besar maka komponen tersebut dianggap paling kritis. Untuk mengetahui komponen yang kritis sebaiknya dianalisa spare part seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5Analisa Presentase Nilai Komponen

| No | Nama Komponen | Harga/Set (Rp) | Frek Kerusakan | Biaya Total (Rp) |
|----|----------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| 1 | Bowl Spindle Pn 67347-00 | 6.000.000 | 4 | 24.000.000 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 4.000.000 | 5 | 20.000.000 |
| 3 | Friction pad & screw 71628 Lbg 4 | 2.840.000 | 7 | 19.880.000 |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm, 534149,34 | 4.640.000 | 4 | 18.560.000 |
| 5 | Distribution Inset Pn, 531445,02 | 5.000.000 | 2 | 10.000.000 |
| 6 | Ball Bearing Pn 651861(6015 M) | 2.100.000 | 3 | 6.300.000 |
| 7 | Bushing Pn 532680-01 | 2.880.000 | 2 | 5.760.000 |
| 8 | Ball bearing, Pn 651857 (6014 M) | 1.900.000 | 3 | 5.700.000 |
| 9 | Erotion upper guard, 531444,80 | 2.800.000 | 2 | 5.600.000 |
| 10 | Radial Ball Bearing Pn, 60992 | 1.700.000 | 3 | 5.100.000 |
| 11 | Level tube Pn 516240-82 | 2.280.000 | 2 | 4.560.000 |
| 12 | Erotion Guard Lower 535892,80 | 4.200.000 | 1 | 4.200.000 |
| 13 | Friction Block, Pn 74316 | 970.000 | 1 | 970.000 |
| 14 | Slave botton bearing,521651.2 | 1.650.000 | 1 | 1.650.000 |
| 15 | Distribution Tube, Pn 536224,01 | 1.296.000 | 1 | 1.296.000 |
| 16 | Nofuse breaker 50A-3P | 600.000 | 1 | 600.000 |
| 17 | Seal ring 67034 | 425.000 | 1 | 425.000 |
| 18 | Spring, Pn 66191 | 250.000 | 1 | 500.000 |
| 19 | Elastic plate 60571-00 | 100.000 | 2 | 200.000 |

| No | Nama Komponen | Harga/Set (Rp) | Frek Kerusakan | Biaya Total (Rp) |
|-------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| 20 | Bearing SKF 6308 | 200.000 | 1 | 200.000 |
| 21 | Seal ring 71866 | 50.000 | 2 | 100.000 |
| 22 | Bearing SKF 6305 | 92.000 | 1 | 92.000 |
| 23 | Bearing SKF 6205 | 76.000 | 1 | 76.000 |
| 24 | Seal ring 38411 | 50.000 | 1 | 50.000 |
| Total | | 34.260.000 | 52 | 137.509.000 |

Selanjutnya dihitung presentase penyerapan biaya setiap komponen dan diurutkan dari jumlah yang terbesar hingga terkecil ,seperti pada tabel 4.6

Tabel 4. 6Analisa Presentase Nilai Komponen

| No | Nama Komponen | Jumlah / biaya(Rp) | Persen(%) | PersenKumulatif (%) |
|-------|----------------------------------|--------------------|------------|---------------------|
| 1 | Bowl Spindle Pn 67347-00 | 24.000.000 | 17.4534 | 17.4534 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 20.000.000 | 14.5445 | 31.9979 |
| 3 | Friction pad & screw 71628 Lbg 4 | 19.880.000 | 14.4572 | 46.4551 |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm, 534149,34 | 18.560.000 | 13.4973 | 59.9524 |
| 5 | Distribution Inset Pn, 531445,02 | 10.000.000 | 7.2723 | 67.2247 |
| 6 | Ball Bearing Pn 651861(6015 M) | 6.300.000 | 4.5815 | 71.8065 |
| 7 | Bushing Pn 532680-01 | 5.760.000 | 4.1888 | 75.9950 |
| 8 | Ball bearing, Pn 651857 (6014 M) | 5.700.000 | 4.1452 | 80.1402 |
| 9 | Eroton upper guard, 531444,80 | 5.600.000 | 4.0725 | 84.2127 |
| 10 | Radial Ball Bearing Pn, 60992 | 5.100.000 | 3.7088 | 87.9215 |
| 11 | Level tube Pn 516240-82 | 4.560.000 | 3.3161 | 91.2377 |
| 12 | Eroton Guard Lower 535892,80 | 4.200.000 | 3.0543 | 94.2920 |
| 13 | Friction Block, Pn 74316 | 970.000 | 2.1162 | 96.4082 |
| 14 | Slave botton bearing,521651.2 | 1.650.000 | 1.1999 | 97.6082 |
| 15 | Distribution Tube, Pn 536224,01 | 1.296.000 | 0.9425 | 98.5506 |
| 16 | Nofuse breaker 50A-3P | 600.000 | 0.4363 | 98.9870 |
| 17 | Seal ring 67034 | 425.000 | 0.3091 | 99.2960 |
| 18 | Spring, Pn 66191 | 500.000 | 0.1818 | 99.4779 |
| 19 | Elastic plate 60571-00 | 200.000 | 0.1454 | 99.6233 |
| 20 | Bearing SKF 6308 | 200.000 | 0.1454 | 99.7687 |
| 21 | Seal ring 71866 | 100.000 | 0.0727 | 99.8415 |
| 22 | Bearing SKF 6305 | 92.000 | 0.0669 | 99.9084 |
| 23 | Bearing SKF 6205 | 76.000 | 0.0553 | 99.9636 |
| 24 | Seal ring 38411 | 50.000 | 0.0364 | 100.0000 |
| Total | | 137.509.000 | 100.0000 % | |

Kemudian setelah dilakukan analisa persentase nilai komponen selanjutnya dianalisis dengan diagram pareto dan di bagi menjadi tiga kelas seperti pada tabel 4.7

Tabel 4. 7Klasifikasi Komponen Menurut Konsep ABC

| No | Nama Komponen | Presentase Nilai tiap barang | Persentase nilai barang (%) | Persentase Jumlah barang (%) | Kategori |
|----|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------|
| 1 | Bowl Spindle Pn 67347-00 | 17.4534 | 59.9524 | $\frac{4}{24} \times 100\% = 16.6666$ | A |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 14.5445 | | | |
| 3 | Friction pad & screw 71628 Lbg 4 | 14.4572 | | | |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm, 534149,34 | 13.4973 | | | |
| 5 | Distribution Inset Pn, 531445,02 | 7.2723 | 24,2602 | $\frac{5}{24} \times 100\% = 20,8333$ | B |
| 6 | Ball Bearing Pn 651861(6015 M) | 4.5815 | | | |
| 7 | Bushing Pn 532680-01 | 4.1888 | | | |
| 8 | Ball bearing, Pn 651857 (6014 M) | 4.1452 | | | |
| 9 | Erotion upper guard, 531444,80 | 4.0725 | | | |
| 10 | Radial Ball Bearing Pn, 60992 | 3.7088 | 15,7873 | $\frac{15}{24} \times 100\% = 62,5000$ | C |
| 11 | Level tube Pn 516240-82 | 3.3161 | | | |
| 12 | Erotion Guard Lower 535892,80 | 3.0543 | | | |
| 13 | Friction Block, Pn 74316 | 2.1162 | | | |
| 14 | Slave botton bearing,521651.2 | 1.1999 | | | |
| 15 | Distribution Tube, Pn 536224,01 | 0.9425 | | | |
| 16 | Nofuse breaker 50A-3P | 0.4363 | | | |
| 17 | Seal ring 67034 | 0.3091 | | | |
| 18 | Spring, Pn 66191 | 0.1818 | | | |
| 19 | Elastic plate 60571-00 | 0.1454 | | | |
| 20 | Bearing SKF 6308 | 0.1454 | | | |
| 21 | Seal ring 71866 | 0.0727 | | | |
| 22 | Bearing SKF 6305 | 0.0669 | | | |
| 23 | Bearing SKF6205 | 0.0553 | | | |
| 24 | Seal ring 38411 | 0.0364 | | | |

Berdasarkan analisa pareto (metode ABC) diatas diperoleh bahwa terdapat empat komponen yang termasuk kedalam kelas A yaitu, Bowl Spindle Pn 67347-00, Paring Disc. Pn 528537-02, Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4, dan Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83, penentuan waktu kerusakan dan parameter distribusi *Weibull* untuk menentukan nilai keandalan komponen nilai kritis mesin *sludge separator* dilakukan terhadap semua *Spare part* berada di kelas A (kritis),

4.3.2. Penentuan Fungsi Keandalan / *Reliability*

4.3.2.1. Nilai Keandalan Berdasarkan Distribusi Kumulatif

Fungsi ini diperoleh dari pendekatan dengan menggunakan metode harga tengah atau median (50%)

$$F(t) = \frac{i-0,3}{n+0,4} R(t) = 1 - F(t) \quad (4.1)$$

Metode ini digunakan untuk menaksirkan keandalan yang berdistribusi *Weibull*. selain itu metode yang digunakan untuk penelitian memiliki salah satu karakteristik sebagai berikut:

1. Ukuran sampel penelitian yang kecil .
2. Data mengenai populasi penelitian yang kurang lengkap.
3. Distribusi antar waktu kerusakan sample penelitian tidak simetris.

Dimana :

$R(t)$ = nilai keandalan pada waktu t .

$F(t)$ = fungsi ketidakandalan pada waktu t .

n = banyaknya terjadinyakerusakan (event)

i = nilai event ke $i, i = 1, 2, 3, \dots$

t =waktu mulai dari awal sampai terjadinya kerusakan pertamakali(TTF)

4.3.2.2. Penentuan Parameter Distribusi Weibull

Distribusi Weibull adalah distribusi yang digunakan dalam menggambarkan bentuk dari laju kerusakan dari sebuah komponen. Distribusi ini sesuai digunakan dalam menentukan tingkat keandalan (*reliability*) yang mempunyai laju konsep laju kerusakan dalam penerapannya. Ada tiga parameter distribusi *Weibull* yang dapat digunakan dalam menentukan tingkat keandalan dalam sebuah komponen, α (parameter skala/umur) β (parameter bentuk), γ (parameter karakteristik).

$$\beta = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum (x_i)^2 - (\sum x_i)^2} \quad (4.2)$$

$$c = \frac{n \sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (4.3)$$

$$\alpha = \exp\left(-\frac{c}{\beta}\right) \quad (4.4)$$

$$\gamma = t_2 - \frac{(t_3 - t_2)(t_2 - t_1)}{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)} \quad (4.5)$$

Penentuan waktu kerusakan dan parameter distribusi *Weibull* untuk menentukan nilai keandalan komponen kritis mesin *Sludge Separator* dilakukan terhadap semua *spare party* yang berada dalam kelas A (kritis).

4.3.2.2.1. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Bowl Spindle, Pn 67347-00.

Dalam distribusi Weibull dua parameter terdapat parameter α dan β . Untuk menaksirkan nilai parameter α dan β dilakukan perhitungan dengan cara regresi linear $Y = a + bt$ seperti yang dijelaskan pada metodologi penelitian.

Perhitungan parameter kompone Bowl Spindle Pn, 67347-00 adalah sebagai berikut :

Untuk $i = 1$ dengan $t_i = 3,5333$ maka dapat dihitung :

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

$$R(28) = \frac{1-0,3}{4+0,4}$$

$$R(28) = 0,1590$$

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

$$F(28) = 1 - 0,1590$$

$$F(28) = 0,8409$$

Tabel 4. 8Menentukan Nilai Parameter Komponen Bowl spindle Pn 67347-00

| No (i) | (TTF) Hari | Rank(ti) | R(t) | Yi (ln(ln1/R(t))) | F (ti) | Xi | xi.yi | Xi2 |
|--------------|---------------|----------|--------|----------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 106 | 3,5333 | 0,8409 | -1,7529 | 0,1591 | 4,6634 | -8,1745 | 21,7477 |
| 2 | 148 | 4,9333 | 0,6136 | -0,7164 | 0,3864 | 4,9972 | -3,5816 | 24,9721 |
| 3 | 194 | 6,4667 | 0,3864 | -0,0503 | 0,6136 | 5,2679 | -0,2648 | 27,7503 |
| 4 | 204 | 6,8000 | 0,1591 | -0,6088 | 0,8409 | 5,3181 | 3,2378 | 28,2824 |
| Total | | | | -1,9110 | 2,0000 | 20,2466 | -8,7831 | 102,7525 |

Penentuan nilai keandalan dan parameter-parameter fungsi distribusi *Weibull* berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) untuk Bowl Spindle Pn 67347-00 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Keterangan :

Dari tabel 4.8 diperoleh :

$$\sum xi = 20,2466$$

$$\sum yi = -1,9110$$

$$(\sum xi)^2 = 409,9248$$

$$\sum = 102,7525$$

$$\sum xi.yi = -8,7831$$

Nilai konstanta α dan β dapat dihitung dengan rumus

$$\beta = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{n \sum (xi)^2 - (\sum xi)^2} \quad (4.6)$$

$$\beta = \frac{4x(-8,7831) - (20,2466)x(-1,9110)}{4x102,7525 - (20,2466)^2}$$

$$\beta = 3,2838$$

$$c = \frac{n \sum xi^2 \sum yi - \sum xi \sum xi yi}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$c = \frac{(4x102,7525x-1,9110) - (20,2446x-8,7831)}{4x102,7525 - (20,2466)^2}$$

$$c = 16,6163$$

$$\alpha = \exp\left(\frac{c}{\beta}\right)$$

$$= \exp\left(\frac{16,6163}{3,2838}\right)$$

$$= 157,5905$$

4.3.2.2.2. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Paring Disc, Pn528537-02

Penentuan nilai keandalan dan parameter-parameter fungsi distribusi *Weibull* berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) untuk Bowl Spindle Pn 67347-00 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Untuk $i=1$ dengan $t_i=3,5333$ maka dapat dihitung :

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

$$R(28) = \frac{1-0,3}{5+0,4}$$

$$R(28) = 0,1296$$

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

$$F(28) = 1 - 0,1296$$

$$F(28) = 0,8704$$

Tabel 4. 9Menentukan Nilai Parameter Komponen Paring Disc, Pn 528537-02

| No | (TTF) Hari (i) | Rank(ti) | R(t) | Yi (ln(ln1/R(t))) | F (ti) | Xi | xi.yi | Xi2 |
|--------------|----------------------|----------|---------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 118 | 4,7707 | 0,8704 | -1,9745 | 0,1296 | 4,7707 | -9,4195 | 22,7594 |
| 2 | 127 | 4,8442 | 0,6852 | -0,9727 | 0,3148 | 4,8442 | -4,7119 | 23,4661 |
| 3 | 140 | 4,9416 | 0,5000 | -0,3665 | 0,5000 | 4,9416 | -1,8112 | 24,4198 |
| 4 | 145 | 4,9767 | 0,3148 | 0,1448 | 0,6852 | 4,9767 | 0,7205 | 24,7679 |
| 5 | 162 | 5,0876 | 0,1296 | 0,7145 | 0,8704 | 5,0876 | 3,6349 | 25,8836 |
| Total | | | 1,6296 | -1,9110 | -2,4544 | 24,6208 | -11,5872 | 121,2969 |

Keterangan :

Dari tabel 4.7, diperoleh :

$$\sum xi = 24,6208$$

$$\sum yi = -1,9110$$

$$\left(\sum xi\right)^2 = 606,1837$$

$$\sum xi^2 = 121,2969$$

$$\sum xi.yi = -11,5872$$

Nilai konstanta α dan β dapat dihitung dengan rumus :

$$\beta = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{n \sum (xi)^2 - (\sum xi)^2} \quad (4.7)$$

$$\beta = \frac{5 x (-11,5872) - (24,6208) x (-2,4544)}{5 x 121,2969 - (24,6208)^2}$$

$$\beta = 2,6546$$

$$c = \frac{n \sum xi^2 \sum yi - \sum xi \sum xi yi}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$c = \frac{(5 x 121,2969 x -2,4544) - (24,6208 x -11,5872)}{5 x 121,2969 - (24,6208)^2}$$

$$\begin{aligned}
 c &= 12,0609 \\
 \alpha &= \exp\left(\frac{c}{\beta}\right) \\
 &= \exp\left(\frac{12,1246}{2,6546}\right) \\
 &= 94,0098
 \end{aligned}$$

4.3.2.2.3. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Friction pad & screw, Pn 76282 Lbg 4.

Penentuan nilai keandalan dan parameter – parameter fungsi distribusi *Weibull* berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) untuk Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 dapat dilihat pada tabel 4.10.

Untuk $i = 1$ dengan $t_i = 3,3322$ maka dapat dihitung :

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

$$R(28) = \frac{1-0,3}{7+0,4}$$

$$R(28) = 0,0946$$

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

$$F(28) = 1 - 0,0946$$

$$F(28) = 0,9054$$

Dengan menggunakan cara yang sama di lakukan perhitungan untuk $i = 2$ hingga $i = 7$. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 10. Menentukan Nilai Parameter Komponen Friction pad & screw, Pn 76282

Lbg 4.

| No | (TTF) Hari (i) | Rank (ti) | R(t) | Yi (ln(ln1/R(t))) | F (ti) | Xi | xi.yi | Xi2 |
|--------------|----------------------|--------------|----------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------|
| 1 | 28 | 3,3322 | 0,9054 | -2,3089 | 0,0946 | 3,3322 | -7,6937 | 11,1036 |
| 2 | 46 | 3,8286 | 0,7703 | -1,3432 | 0,2297 | 3,8286 | -5,1496 | 14,6585 |
| 3 | 68 | 4,2195 | 0,6351 | -0,7898 | 0,3649 | 4,2195 | -3,3327 | 17,8042 |
| 4 | 99 | 4,5951 | 0,5000 | -0,3665 | 0,5000 | 4,5951 | -1,6842 | 21,1151 |
| 5 | 112 | 4,7185 | 0,3649 | 0,0082 | 0,6351 | 4,7185 | 0,0387 | 22,2642 |
| 6 | 130 | 4,8675 | 0,2297 | 0,3858 | 0,7703 | 4,8675 | 1,8781 | 23,6929 |
| 7 | 219 | 5,3891 | 0,0946 | 0,8579 | 0,9054 | 5,3891 | 4,6232 | 29,0421 |
| Total | | | -3,5565 | 3,5000 | 30,9506 | -11,3132 | 139.6807 | |

Keterangan :

Dari tabel 4.10 diperoleh :

$$\sum xi = 30,9506$$

$$\sum yi = -3,5565$$

$$(\sum xi)^2 = 975,9598$$

$$\sum xi^2 = 291,7557$$

$$\sum xi.yi = -11,3132$$

Nilai konstanta a dan b dapat dihitung dengan rumus :

$$\beta = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{n \sum (xi)^2 - (\sum xi)^2} \quad (4.8)$$

$$\beta = \frac{7 \times (-3,5565) - (30,9506) \times (-3,5565)}{7 \times 291,7557 - (17,0809)^2}$$

$$\beta = 1,5576$$

$$c = \frac{n \sum xi^2 \sum yi - \sum xi \sum xi yi}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$c = \frac{(2915775x-3,5565)-(30,9506 x-3,5565)}{7 x 291,7557-(17,0809)^2}$$

$$c = -6,4572$$

$$\alpha = \exp\left(\frac{c}{\beta}\right)$$

$$= \exp\left(\frac{-6,4572}{1,5576}\right)$$

$$= 81,5797$$

4.3.2.2.4. Penentuan Parameter Distribusi Weibull Untuk Komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149,83

Penentuan nilai keandalan dan parameter – parameter fungsi distribusi *Weibull* berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) untuk Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149,83 dapat dilihat pada tabel 4.11

Untuk $i = 1$ dengan $ti = 2,7333$ maka dapat dihitung :

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

$$R(28) = \frac{1-0,3}{4+0,4}$$

$$R(28) = 0,1590$$

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

$$F(28) = 1 - 0,1590$$

$$F(28) = 0,8409$$

Dengan menggunakan cara yang sama di lakukan perhitungan untuk $i = 2$ hingga $i = 4$. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Menentukan Nilai Parameter Komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83

| No | (TTF) Hari(i) | Rank(ti) | R(t) | Yi (ln(ln1/R(t))) | F (ti) | Xi | xi.yi | Xi ² |
|--------------|------------------|----------|----------------|----------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 82 | 2,7333 | 0,8409 | -1,7529 | 0,1591 | 3,3322 | -7,7245 | 19,4192 |
| 2 | 164 | 5,4666 | 0,6136 | -0,7167 | 0,3864 | 3,8286 | -3,6552 | 26,0086 |
| 3 | 208 | 6,9333 | 0,3863 | -0,0503 | 0,6136 | 4,2195 | -0,2683 | 28,4893 |
| 4 | 227 | 7,5666 | 0,1590 | 0,6088 | 0,8409 | 4,5951 | 3,3029 | 29,4301 |
| Total | | | -3,5565 | 2 | | 20,2690 | -8,3451 | 103,347 |

Keterangan :

Dari tabel 4.11 diperoleh :

$$\sum xi = 20,2691$$

$$\sum yi = -1,7529$$

$$(\sum xi)^2 = 103,3472$$

$$\sum xi^2 = 103,3472$$

$$\sum xi \cdot yi = -8,3451$$

Nilai konstantaa dan b dapat dihitung dengan rumus :

$$\beta = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{n \sum (xi)^2 - (\sum xi)^2} \quad (4.9)$$

$$\beta = \frac{4 \times (-8,3451) - (20,2691) \times (-1,7529)}{4 \times 103,3472 - (20,2691)^2}$$

$$\beta = 2,0970$$

$$c = \frac{n \sum xi^2 \sum yi - \sum xi \sum xi yi}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$c = \frac{(103,3472 \times -1,9110) - (20,2691 \times -8,3451)}{4 \times 103,3472 - (20,2691)^2}$$

$$c = 10,9327$$

$$\alpha = \exp\left(\frac{c}{\beta}\right)$$

$$= \exp\left(\frac{-10,9327}{2,0970}\right)$$

$$= 183,7176$$

4.3.3. Uji Distribusi Weibull

Uji kecocokan distribusi dilakukan untuk menentukan apakah sebaran data diamati telah sesuai dengan distribusi yang diharapkan. Pada penelitian ini uji distribusi yang digunakan adalah uji Mann. Uji *Mann* berfungsi untuk menguji distribusi *Weibull* dari dasar dari test adalah distribusi kumulatif dari contoh hasil pengamatan, diharapkan mendekati distribusi yang sebenarnya. Pemilihan test Kolmogorov- Smirnov karena merupakan uji non- parametrik, Pada dasarnya, jika uji parametrik dan uji non parametrik seharusnya dihindari dan sebaiknya digunakan uji parametrik yang lebih efisien. Akan tetapi, karena asumsi normalitas seringkali tidak dapat dijamin berlaku, dan juga karena hasil pengukuran tidak selalu bersifat kuantitatif, maka para stastistika telah menyediakan sejumlah metode non parametrik dan salah satunya adalah uji Kolmogrov-Smirnov.

Tahapan uji ini adalah :

H_0 = distribusi Weibull dua parameter

H_1 = Hipotesa awal (H_0) salah

$$S_{\alpha} \text{ test} = \frac{\sum_{i=\left(\frac{r}{2}\right)+2}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i}\right)}{\sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i}\right)} \quad (4.10)$$

Keterangan :

X_i = $\ln t_i$

R = jumlah *sparepart* yang rusak

$R/2$ = bilangan bulat yang $\leq r/2$

M_i = Tabel

S_{α} = Tabel distribusi *Weibull* dua parameter

H_0 akan di terima bila nilai $S\alpha$ test $< S\alpha$ Tabel dan sebaliknya bila $S\alpha$ test $> S\alpha$ table maka H_0 ditolak.

4.3.3.1. Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare part Bowl Spindle Pn67347-00

Pengujian kecocokan distribusi dengan tingkat kepercayaan 95% dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T_i &= 106 \\
 X_i &= \ln(t_i) \\
 &= \ln(106) \\
 &= 4,6634 \\
 X(i+1) - X_i &= 4,9972 - 4,6634 \\
 &= 0,3338 \\
 M_i &= 1,0790 \text{ (nilai dari tabel distribusi Weibull dan parameter)} \\
 (X(i+1) - X_i) / M_i &= 0,3338 / 1,0790 \\
 &= 0,2901
 \end{aligned}$$

Demikian selanjutnya untuk perhitungan pengujian distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen *Bowl Spindle*. Pn 673447-00 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.12. dibawah ini :

Tabel 4. 12 Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untukkomponen Bowl Spindle,

Pn 67347-00

| No | n (event) | TTF (Hari) (ti) | X_i $= \ln (t_i)$ | $X(i+1)-X_i$ | M_i (Tabel) | $X(i+1)-X_i/M_i$ |
|-------|---------------|------------------------|------------------------|---------------|------------------|------------------|
| 1 | 1 | 106 | 4,6634 | 0,3338 | 1,1507 | 0,2901 |
| 2 | 2 | 148 | 4,9972 | 0,2706 | 0,7067 | 0,3830 |
| 3 | 3 | 194 | 5,2679 | 0,0503 | 0,6796 | 0,0740 |
| 4 | 4 | 204 | 5,3181 | | | |
| Total | | | 20,2466 | 0,6547 | 2,5370 | 0,7471 |

Dari tabel 4.12 diperoleh :

$$S_{\alpha} test = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} \binom{r-1}{i} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)}{\sum_{i=1}^{r-1} \binom{r-1}{i} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)} \quad (4.11)$$

$$= (4/2) + 1 = 3$$

$$S_{\alpha} test = \frac{0,0740}{0,291+0,3830+0,0740}$$

$$= \frac{0,0740}{0,7470}$$

$$S_{\alpha} test = 0,0990$$

Diketahui : $S_{\alpha} = 0,95$ (dari tabel terlampir)

Maka Stes $< S_{\alpha}$

Kesimpulan :

Ho = dapat diterima Bowl Spindle . Pn 67347-00 berdistribusi dua parameter.

4.3.3.2. Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare Part Paring Disc, Pn 528537-02

Pengujian kecocokan distribusi dengan tingkat kepercayaan 95% dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T_i = 118$$

$$X_i = \ln(t_i)$$

$$= \ln(118)$$

$$= 4,7707$$

$$X(i+1) - X_i = 4,8442 - 4,7707$$

$$= 0,0735$$

$$M_i = 1,1157 \text{ (nilai dari tabel distribusi Weibull dua parameter)}$$

$$(X(i+1) - X_i) / M_i = 0,0735 / 1,1157$$

$$= 0,0659$$

Demikian selanjutnya untuk perhitungan pengujian distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Paring Disc Pn, 528537-02 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.13. dibawah ini

Tabel 4. 13 Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Bowl Spindle, Pn 528537-02

| No | n (event) | TTF (Hari) (ti) | X_i $= \ln(t_i)$ | $X(i+1)-X_i$ | M_i (Tabel) | $X(i+1)-X_i/M_i$ |
|--------------|----------------|------------------------|-----------------------|---------------|------------------|------------------|
| 1 | 1 | 118 | 4,7707 | 0,0735 | 1,1157 | 0,0659 |
| 2 | 2 | 132 | 4,8442 | 0,0975 | 0,6454 | 0,1510 |
| 3 | 3 | 140 | 4,9416 | 0,0391 | 0,5324 | 0,0659 |
| 4 | 4 | 145 | 4,9767 | 0,1109 | 0,5833 | 0,1901 |
| 5 | 5 | 157 | 5,0876 | | | |
| Total | 24,6208 | 0,3169 | 2,8768 | 0,4729 | | |

Kesimpulan :

H_0 = dapat diterima Bowl Spindle . Pn 528537-02 berdistribusi dua

Parameter

4.3.3.3. Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare Part Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4

Pengujian kecocokan distribusi dengan tingkat kepercayaan 95% dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T_i = 28$$

$$\begin{aligned} X_i &= \ln(t_i) \\ &= \ln(28) \\ &= 3,3322 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X(i+1) - X_i &= 3,8286 - 3,3322 \\ &= 0,4964 \end{aligned}$$

$$M_i = 1,0790 \text{ (nilai dari tabel distribusi Weibull dua parameter)}$$

$$\begin{aligned} (X(i+1) - X_i) / M_i &= 0,4964 / 1,0790 \\ &= 0,4600 \end{aligned}$$

Demikian selanjutnya untuk perhitungan pengujian distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.14. dibawah ini.

Tabel 4. 14 Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Friction pad & Screw, Pn 76282-02

| No | n (event) | TTF(Hari) (t_i) | X_i $= \ln(t_i)$ | $X(i+1)-X_i$ | M_i (Tabel) | $X(i+1)-X_i/M_i$ |
|----|-----------------|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|
| 1 | 1 | 28 | 3,3322 | 0,4964 | 1,0790 | 0,4600 |
| 2 | 2 | 46 | 3,8286 | 0,3909 | 0,5916 | 0,6606 |
| 3 | 3 | 68 | 4,2195 | 0,3756 | 0,4428 | 0,8482 |
| 4 | 4 | 99 | 4,5951 | 0,1234 | 0,3872 | 0,3186 |

| No | <i>n</i> (event) | TTF(Hari) (<i>t_i</i>) | <i>X_i</i> = ln (<i>t_i</i>) | <i>X_(i+1)</i> - <i>X_i</i> | <i>M_i</i> (Tabel) | <i>X_(i+1)</i> - <i>X_i</i> / <i>M_i</i> |
|--------------|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 5 | 5 | 112 | 4,7185 | 0,1490 | 0,3878 | 0,3843 |
| 6 | 6 | 130 | 4,8675 | 0,5215 | 0,4807 | 1,0849 |
| 7 | 7 | 219 | 5,3891 | | | |
| Total | | | 30,9506 | 2,0569 | 3,3691 | 3,7569 |

Dari tabel 4.12 diperoleh :

$$S_{\alpha test} = \frac{\sum_{i=(\frac{r}{2})+2}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)}{\sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)} \quad (4.12)$$

$$= (7/2) + 1 = 4,5 = 5$$

$$S_{\alpha test} = \frac{0,3136 + \dots + 1,0849}{0,4600 + \dots + 1,0849}$$

$$\frac{2,2876}{3,7570}$$

$$S_{\alpha test} = 0,6089$$

Diketahui : $S_{\alpha} = 0,86$ (dari tabel terlampir)

Maka $S_{\alpha test} < S_{\alpha}$

Kesimpulan :

H₀ = dapat diterima Friction Pad & Screw . Pn 76282 Lbg 4 berdistribusi dua parameter.

4.3.3.4. Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare Part Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83

Pengujian kecocokan distribusi dengan tingkat kepercayaan 95% dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T_i = 82$$

$$X_i = \ln(t_i)$$

$$= \ln(82)$$

$$= 4,4067$$

$$X(i+1) - X_i = 5,0998 - 4,4067$$

$$= 0,6931$$

$$M_i = 1.0790 \text{ (nilai dari tabel distribusi Weibull dua parameter)}$$

$$(X(i+1) - X_i) / M_i = 0,6931 / 1,1507$$

$$= 0.6023$$

Demikian selanjutnya untuk perhitungan pengujian distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Friction Nozzle Q 1,60 mm Pn 534148,83 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.15. dibawah ini :

Tabel 4. 15 Uji kerusakan distribusi Weibull 2 parameter untuk komponen Nozzle Q 160 mm, Pn 534148,83

| No | N (event) | TTF (Hari) (t_i) | X_i $= \ln(t_i)$ | $X(i+1)-X_i$ | M_i (Tabel) | $X(i+1)-X_i/M_i$ |
|-------|---------------|-----------------------------|-----------------------|--------------|------------------|------------------|
| 1 | 1 | 82 | 4.406719 | 0,69315 | 1.15073 | 0,60236 |
| 2 | 2 | 164 | 5.099866 | 0.23767 | 0.70670 | 0,33631 |
| 3 | 3 | 208 | 5.337538 | 0,08741 | 0.67960 | 0.12862 |
| 4 | 4 | 227 | 5.42495 | | | |
| Total | | 681 | 20.26907 | 1.01823 | | 1.06729 |

Dari tabel 4.15 diperoleh :

$$S_{\alpha} \text{ test} = \frac{\sum_{i=(\frac{r}{2})+2}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)}{\sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{X_{i+1}-X_i}{M_i} \right)} \quad (4.13)$$

$$i = (r/2) + 1$$

$$= (4/2) + 1 = 3$$

$$S_{\alpha test} = \frac{0,1286}{0,6023 + \dots + 1,1286}$$

$$= \frac{1,1286}{1,0672}$$

$$S_{\alpha test} = 0,1205$$

Diketahui : $S_{\alpha} = 0,86$ (dari tabel terlampir) Maka $S_{tes} < S_{\alpha}$

Kesimpulan :

H_0 = dapat diterima Nozzle Q 160 mm, Pn 534148,83 berdistribusi dua parameter.

4.3.4. Penentuan Konsep Keandalan

Hal ini dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai fungsi laju kerusakan dari komponen kritis mesin *sludge separator* sehingga dapat dipakai untuk menentukan berapa jumlah persediaan yang dapat ditentukan dalam selang waktu tersebut. Penentuan konsep keandalan didasari dari distribusi *Weibull*, dimana parameter distribusi ini digunakan untuk menentukan dari konsep keandalan. Konsep keandalan terdiri atas empat bagian dan dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \quad (4.14)$$

2. Fungsi distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - \exp^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \quad (4.15)$$

3. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (4.16)$$

$$R(t) = 1 - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}\right)$$

$$R(t) = \exp^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \quad (4.17)$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$H(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}}{e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}} \quad (4.18)$$

$$H(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1} \quad (4.19)$$

Penentuan konsep keandalan komponen kritis *sludge separator* didasarkan pada tingkat interval waktu kerusakan (TTF) yang terjadi selama dua tahun (2011-2012) dan nilai parameter distribusi *Weibull* untuk komponen kritis kelas A.

4.3.4.1. Konsep Keandalan Bowl Spindle Pn 67347-00

Nilai keandalan berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) *SparePart* selama dua tahun (2011-2012) dengan distribusi *Weibull*.

$$\beta = 3,2838 \quad \alpha = 157,5905 \quad c = 16,4938$$

Fungsi kepadatan probabilitas *bowl spindle* Pn 67347-00 yang mengikuti distribusi *Weibull* adalah

$$F(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp = \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta} \right] \quad (4.20)$$

$$= \frac{3,2838}{157,5905} \left(\frac{106}{157,5905} \right)^{3,2838-1} \exp = \left[- \left(\frac{106}{157,5905} \right)^{3,2838} \right]$$

$$f(t) = 0,0062$$

Fungsi distribusi kumulatif komponen *bowl spindle* Pn 63747-00 yang mengikutidistribusi *Weibull*.

$$F(t) = 1 - \text{Exp} \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta} \right]$$

$$F(t) = 1 - \text{Exp} \left[- \left(\frac{106}{157,5905} \right)^{3,2838} \right]$$

$$= 0,2380$$

Fungsikeandalan komponen *Bowl Spindle* Pn 63747-00 yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$R(t) = \text{Exp} \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta} \right] \quad (4.21)$$

$$= \text{Exp} \left[- \left(\frac{106}{157,5905} \right)^{3,2838} \right]$$

$$= 0,7614$$

Fungsi laju kerusakan komponen *Bowl Spindle* Pn 63747-00 yang mengikuti *Weibull*.

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1} \quad (4.22)$$

$$= \frac{f}{R} = \frac{3,2383}{157,5905} \left(\frac{106}{157,5909} \right)^{15576-1}$$

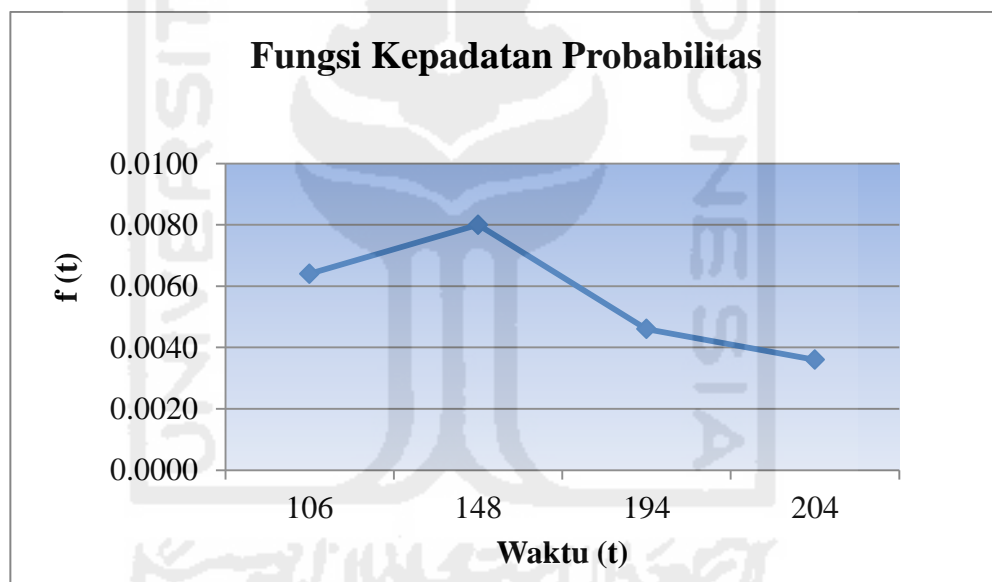
$$= 0,00842$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas. Fungsi probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan dan fungsi laju kerusakan komponen *Bowl Spindle* Pn 63747-00. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.16.

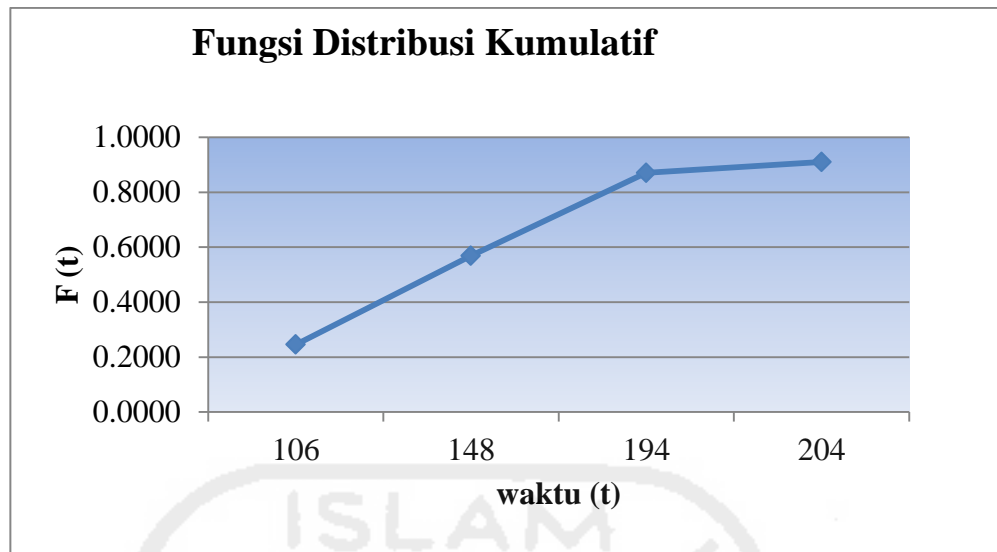
Tabel 4. 16 Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Bowl Spindle Pn 63747-00

| No | Ti | f(t) | F(t) | R(t) | h(t) |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 3.5333 | 0.0064 | 0.2450 | 0.7619 | 0.0084 |
| 2 | 4.9333 | 0.0080 | 0.5688 | 0.4432 | 0.0181 |
| 3 | 6.4667 | 0.0046 | 0.8707 | 0.1382 | 0.0335 |
| 4 | 6.8000 | 0.0036 | 0.9104 | 0.0969 | 0.0376 |

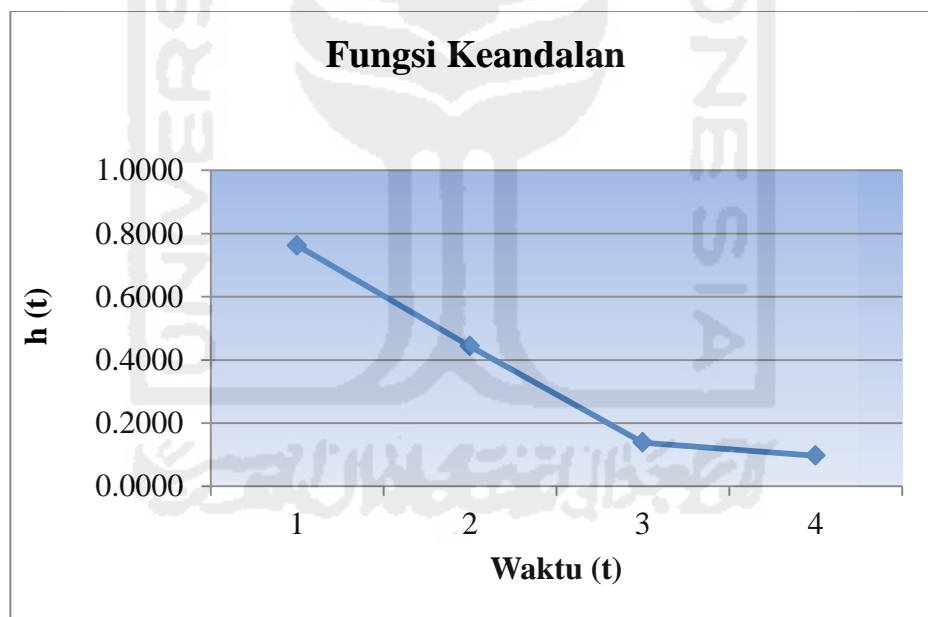
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen *Bowl Spindle* Pn 63747-00 seperti terlihat pada gambar 4.2.



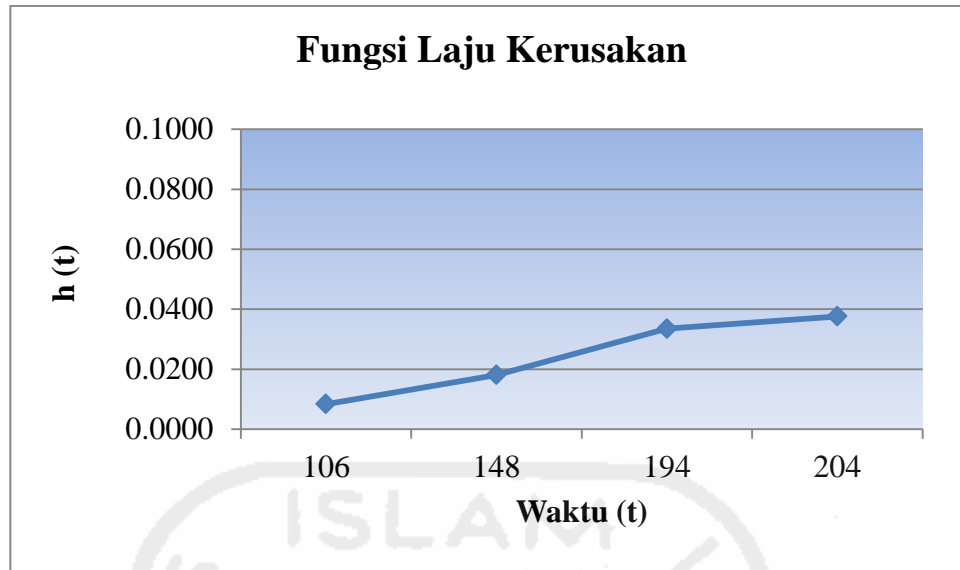
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Kepadatan Probabilitas Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00



Gambar 4. 3 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Kumulatif Komponen Bowl
Spindel Pn 63747-00



Gambar 4. 4 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Bowl
Spindel Pn 63747-00



Gambar 4. 5 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00

Pengukuran waktu tingkat keandalan distribusi *Weibull* pada interval waktu dua tahun, dengan rata-rata waktu operasi sebelum mesin mengalami kerusakan (TTF) 106 hari.

1. Fungsi kepadatan probabilitas.

$$f(t) = 0.0064/ \text{tahun}$$

2. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 0.2450/ \text{tahun}$$

3. Fungsi keandalan

$$R(t) = 0,7619/ \text{tahun}$$

4. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = 0.0084 / \text{tahun.}$$

4.3.4.2. Konsep Keandalan Paring Disc Pn 528537-02

Nilai keandalan berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) *Spare Part* selama dua tahun (2011-2012) dengan distribusi *Weibull*.

$$\beta = 2,1253 \quad \alpha = 94,0098 \quad c = 12.0609$$

Fungsi kepadatan probabilitas Paring Disc Pn 528537-02 yang mengikuti distribusi *Weibull* adalah

$$\begin{aligned}
 F(t) &= \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp = \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] & (4.23) \\
 &= \frac{2,1253}{94,0098} \left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253-1} \exp = \left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right] \\
 f(t) &= 0,0028
 \end{aligned}$$

Fungsi distribusi kumulatif komponen Paring Disc 528537-02 yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$\begin{aligned}
 F(t) &= 1 - \text{Exp} \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] & (4.24) \\
 F(t) &= 1 - \text{Exp} \left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right] \\
 &= 0,8023
 \end{aligned}$$

Fungsi keandalan komponen Paring Disc Pn 528537-02 yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$\begin{aligned}
 R(t) &= \text{Exp} \left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right] \\
 &= \text{Exp} \left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right] \\
 &= 0,1977
 \end{aligned}$$

Fungsi laju kerusakan komponen *Paring Disc* Pn 528537-02 yang mengikuti *Weibull*.

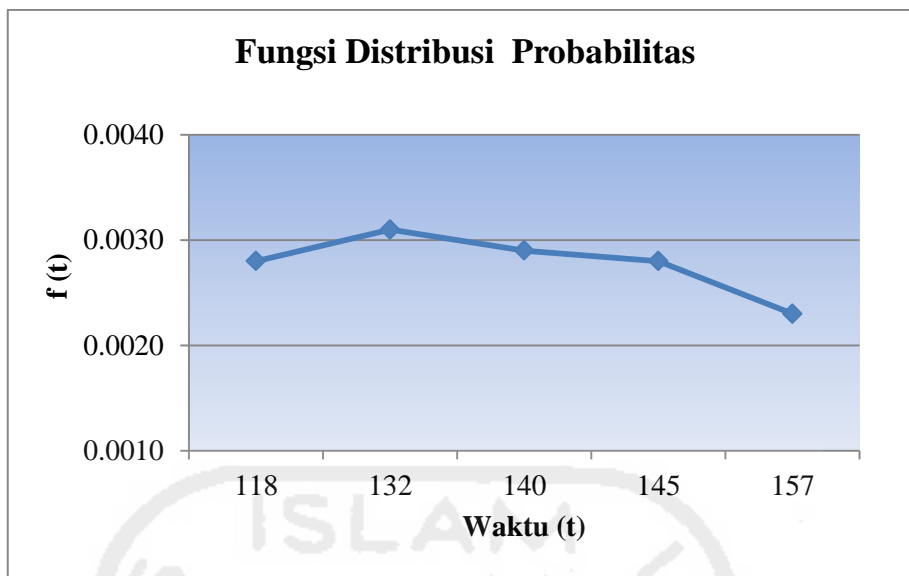
$$\begin{aligned}
 h(t) &= \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} & (4.25) \\
 &= \frac{f}{R} = \frac{2,1253}{94,0098} \left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253-1} \\
 &= 0,0140
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas. Fungsi probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan dan fungsi laju kerusakan komponen *Paring Disc* Pn 528537-02. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.15.

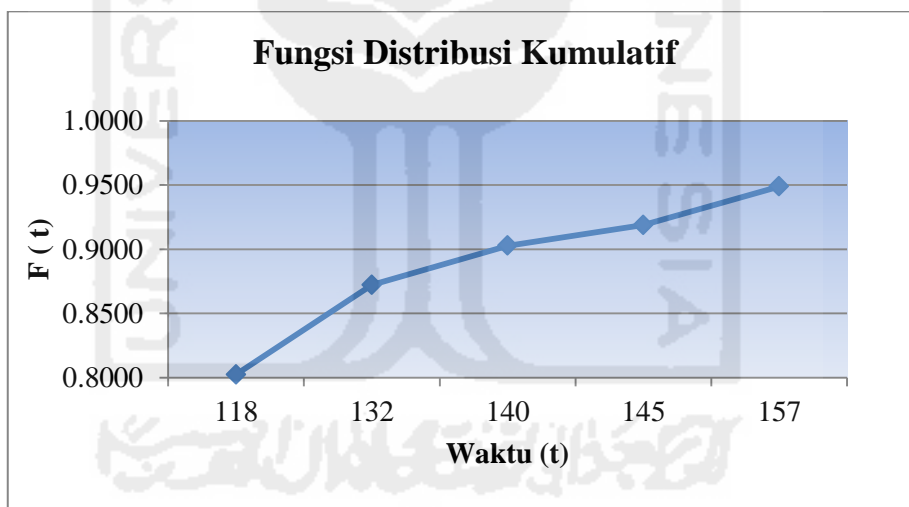
Tabel 4. 17 Nilai-nilai fungsi kenadalan komponen *Paring Disc* Pn 528537-02

| No | Ti | f(t) | F(t) | R(t) | h(t) |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 3.9333 | 0.0028 | 0.8023 | 0.1977 | 0.0140 |
| 2 | 4.4000 | 0.0031 | 0.8722 | 0.1278 | 0.0239 |
| 3 | 5.6666 | 0.0029 | 0.9028 | 0.0972 | 0.0301 |
| 4 | 4.8333 | 0.0028 | 0.9189 | 0.0811 | 0.0342 |
| 5 | 5.2333 | 0.0023 | 0.9489 | 0.0511 | 0.0446 |

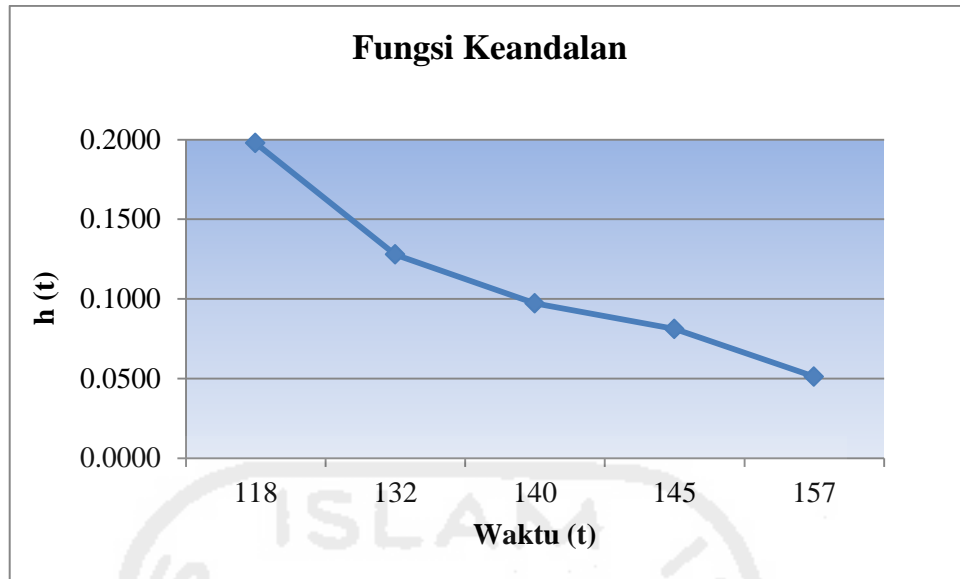
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen *Paring Disc* Pn 528537-02



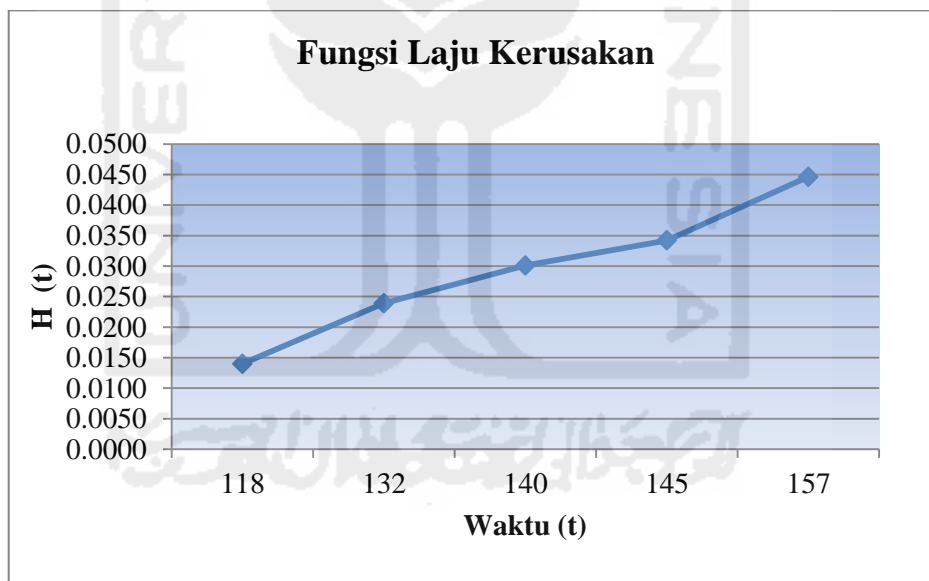
Gambar 4. 6 Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Probabilitas Komponen Paring Disc Pn 528537-02



Gambar 4. 7 Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen Paring Disc Pn 528537-02



Gambar 4. 8 Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Paring
Disc Pn 528537-02



Gambar 4. 9 Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Paring
Disc Pn 528537-02

Pengukuran waktu tingkat keandalan distribusi *Weibull* pada interval waktu dua tahun, dengan rata-rata waktu operasi sebelum mesin mengalami kerusakan (TTF) 118 hari.

1. Fungsi kepadatan probabilitas.

$$f(t) = 0.0028/ \text{tahun}$$

2. Fungsidistribusi kumulatif

$$F(t) = 0.8023/ \text{tahun}$$

3. Fungsi keandalan

$$R(t) = 0,1977/ \text{tahun}$$

4. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = 0.0140 / \text{tahun}$$

4.3.4.3. Konsep Keandalan Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4

Nilai keandalan berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) *Spare part* selama dua tahun (2011-2012) dengan distribusi *Weibull*.

$$\beta = 1,5576 \quad \alpha = 81,5797 \quad c = -6,4572$$

Fungsi kepadatan probabilitas Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 yang mengikuti distribusi *Weibull* adalah

$$F(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp = \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (4.26)$$

$$= \frac{1,5576}{81,5797} \left(\frac{28}{81,5797}\right)^{1,5576-1} \exp = \left[-\left(\frac{28}{81,5797}\right)^{1,5576}\right]$$

$$f(t) = 0,8272$$

Fungsi distribusi kumulatif komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$F(t) = 1 - \text{Exp} \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right] \quad (4.27)$$

$$\begin{aligned} F(t) &= 1 - \text{Exp} \left[- \left(\frac{28}{81,5797} \right)^{1,5576} \right] \\ &= 0,1722 \end{aligned}$$

Fungsi keandalan komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$\begin{aligned} R(t) &= \text{Exp} \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right] \\ &= \text{Exp} \left[- \left(\frac{28}{81,5797} \right)^{1,5576} \right] \\ &= 0,8277 \end{aligned} \quad (4.28)$$

Fungsi laju kerusakan komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4yang mengikuti *Weibull*.

$$\begin{aligned} h(t) &= \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1} \\ &= \frac{f}{R} = \frac{1,5576}{81,5797} \left(\frac{28}{81,5797} \right)^{1,5576-1} \\ &= 0,0105 \end{aligned} \quad (4.29)$$

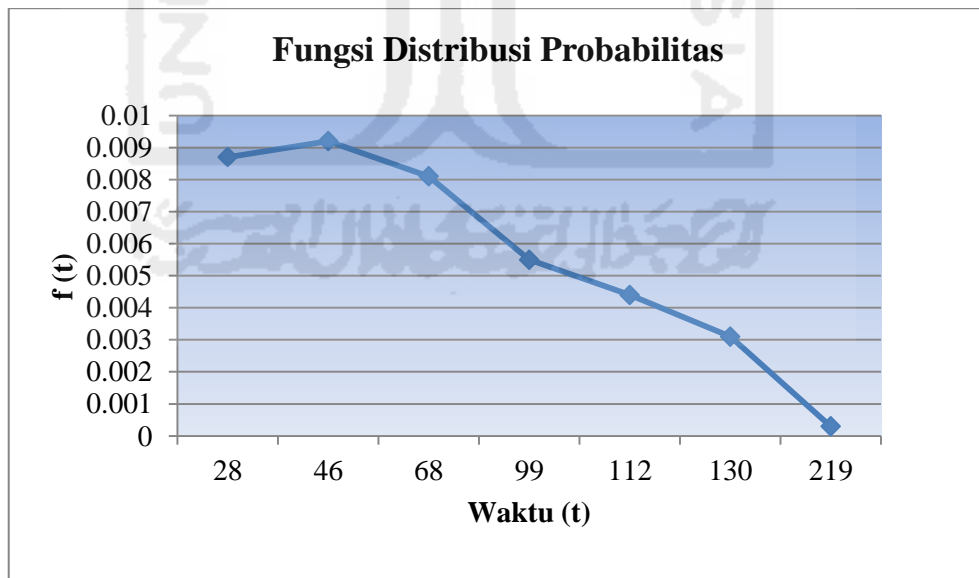
Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas. Fungsi probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan dan fungsi laju kerusakan

komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.18.

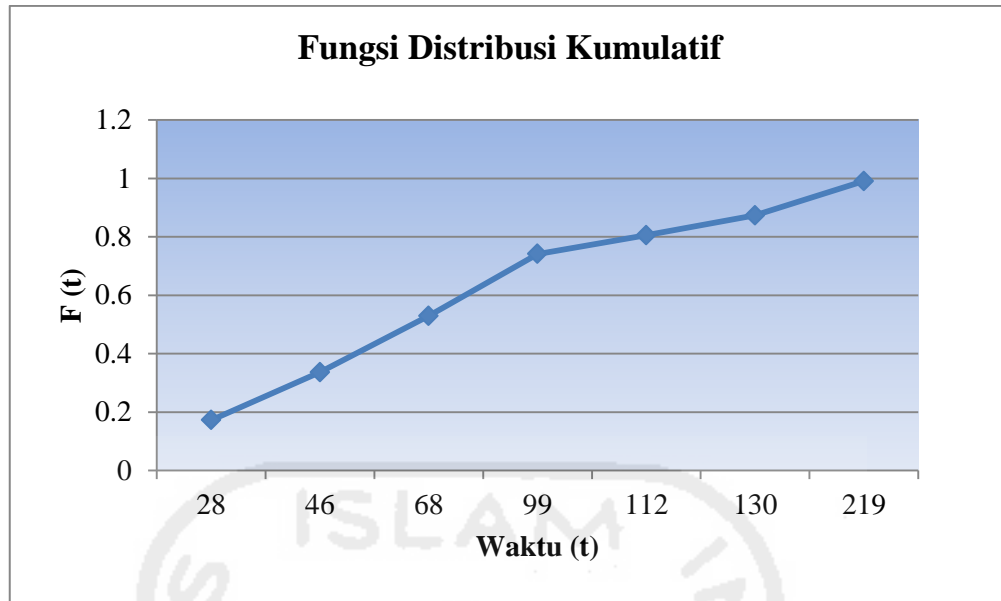
Tabel 4.18 Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg4

| No | Ti | f(t) | F(t) | R(t) | h(t) |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.9333 | 0.0087 | 0.1722 | 0.8277 | 0.0105 |
| 2 | 1,5333 | 0.0092 | 0.3361 | 0.6638 | 0.0135 |
| 3 | 2,2667 | 0.0081 | 0.5290 | 0.4709 | 0.0172 |
| 4 | 3.3000 | 0.0055 | 0.7412 | 0.2587 | 0.0212 |
| 5 | 3.7333 | 0.0044 | 0.8056 | 0.1943 | 0.0227 |
| 6 | 4.3333 | 0.0031 | 0.8733 | 0.1266 | 0.0247 |
| 7 | 7.3000 | 0.0003 | 0.9904 | 0.0095 | 0.0331 |

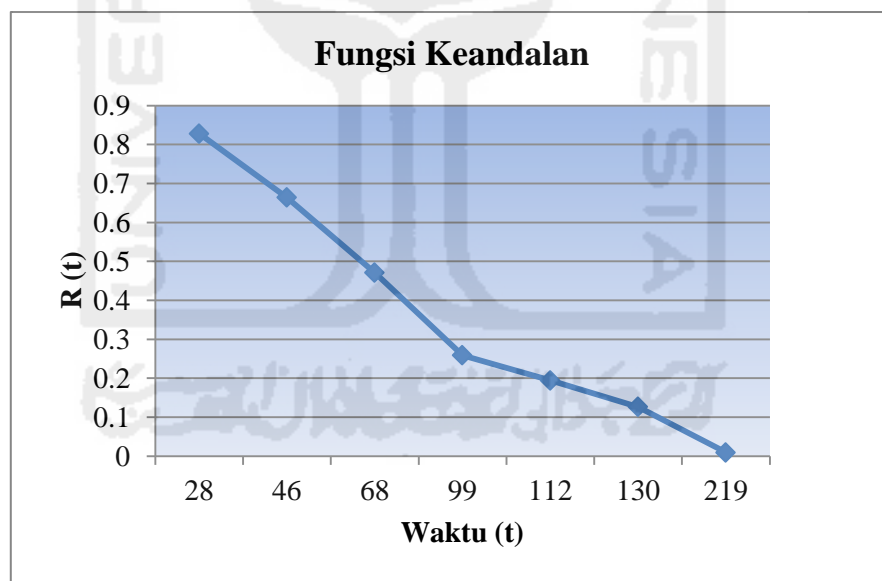
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 sebagai berikut :



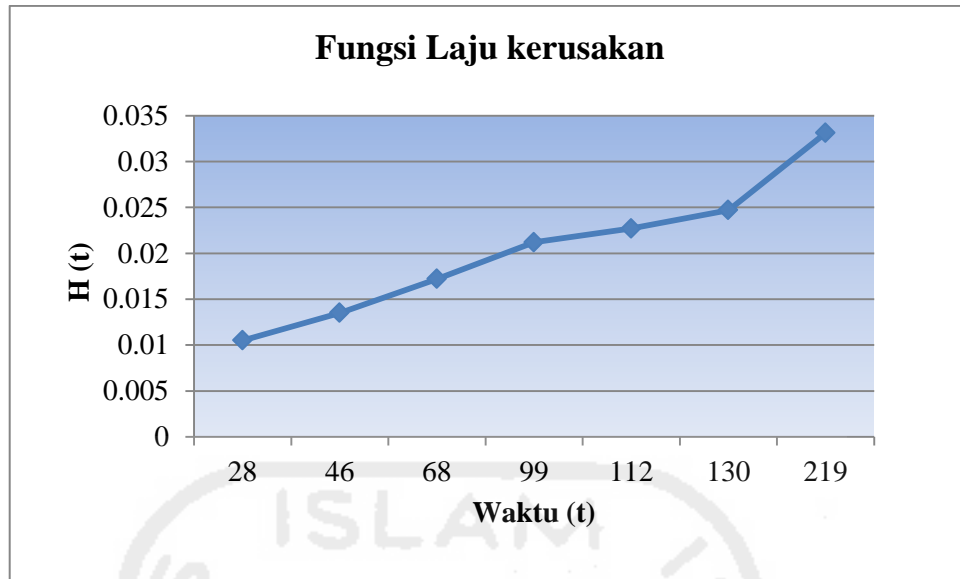
Gambar 4. 10 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Laju Kepadatan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4



Gambar 4. 11 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4



Gambar 4. 12 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4



Gambar 4. 13 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4

Pengukuran waktu tingkat keandalan distribusi *Weibull* pada interval waktu dua tahun, dengan rata-rata waktu operasi sebelum mesin mengalami kerusakan (TTF) 28 hari.

1. Fungsi kepadatan probabilitas.

$$f(t) = 0.0087/ \text{tahun}$$

2. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 0.1722/ \text{tahun}$$

3. Fungsi keandalan

$$R(t) = 0,8277/ \text{tahun}$$

4. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = 0.0105 / \text{tahun}$$

4.3.4.4. Konsep Keandalan Nozzle Q 1,60mm Pn 534149.83

Nilai keandalan berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) *SparePart* selama dua tahun (2011-2012) dengan distribusi *Weibull*.

$$\beta = 2,0907 \quad \alpha = 183,7176 \quad c = 10,9327$$

Fungsi kepadatan probabilitas Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 yang mengikuti distribusi *Weibull* adalah

$$\begin{aligned} F(t) &= \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right] & (4.30) \\ &= \frac{2,0907}{183,7176} \left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907-1} \exp \left[-\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907} \right] \\ &= f(t) = 0,0045 \end{aligned}$$

Fungsi Distribusi kumulatif komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$\begin{aligned} F(t) &= 1 - \exp \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right] \\ F(t) &= 1 - \exp \left[-\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907} \right] \\ &= 0,2706 \end{aligned}$$

Fungsi keandalan komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 yang mengikuti distribusi *Weibull*.

$$\begin{aligned} R(t) &= \exp \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right] & (4.31) \\ &= \exp \left[-\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907} \right] \\ &= 0,7293 \end{aligned}$$

Fungsi laju kerusakan komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 yang mengikuti Weibull.

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad (4.32)$$

$$= \frac{f}{R} = \frac{2.0907}{183.7176} \left(\frac{106}{183.7176}\right)^{2.0907-1}$$

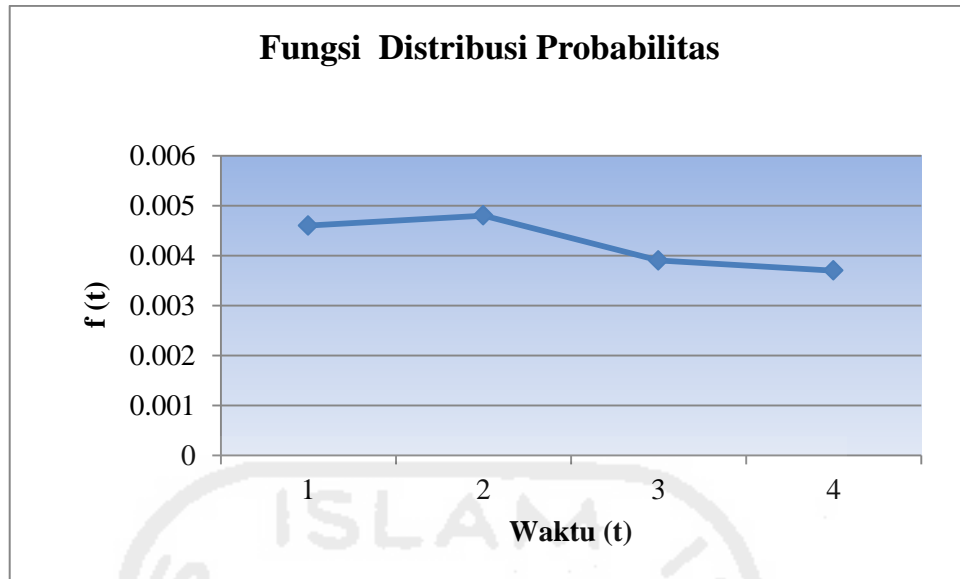
$$= 0,0062$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas. Fungsi probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan dan fungsi laju kerusakan komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.19

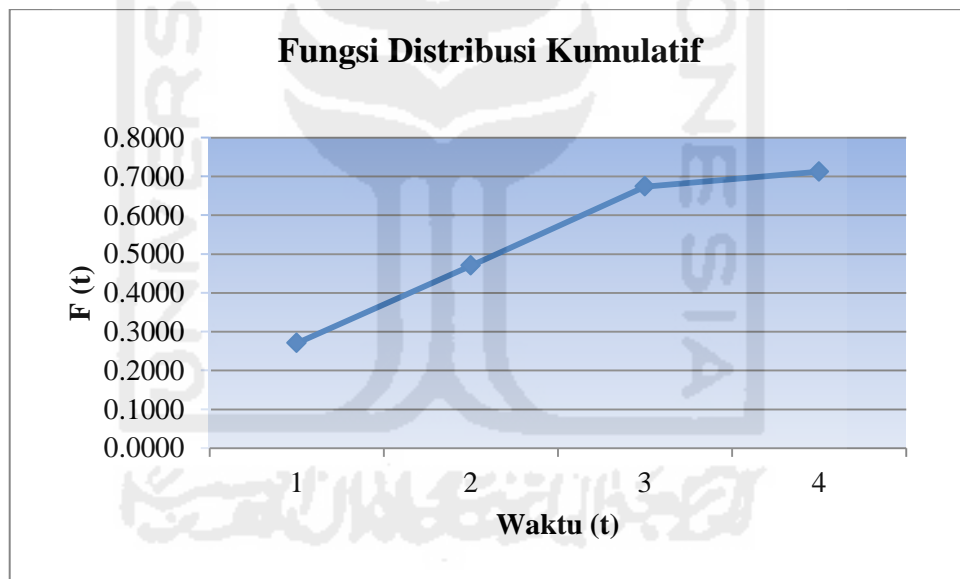
Tabel 4. 19 Nilai-nilai fungsi kenadalan komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83

| No | Ti | f(t) | F(t) | R(t) | h(t) |
|----|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 4.406719 | 0.0046 | 0.2706 | 0.7294 | 0.0062 |
| 2 | 5.099866 | 0.0048 | 0.4703 | 0.5297 | 0.0090 |
| 3 | 5.337528 | 0.0039 | 0.6740 | 0.3260 | 0.0121 |
| 4 | 5.42495 | 0.0037 | 0.7122 | 0.2878 | 0.0128 |
| 5 | 4.406719 | 0.0046 | 0.2706 | 0.7294 | 0.0062 |

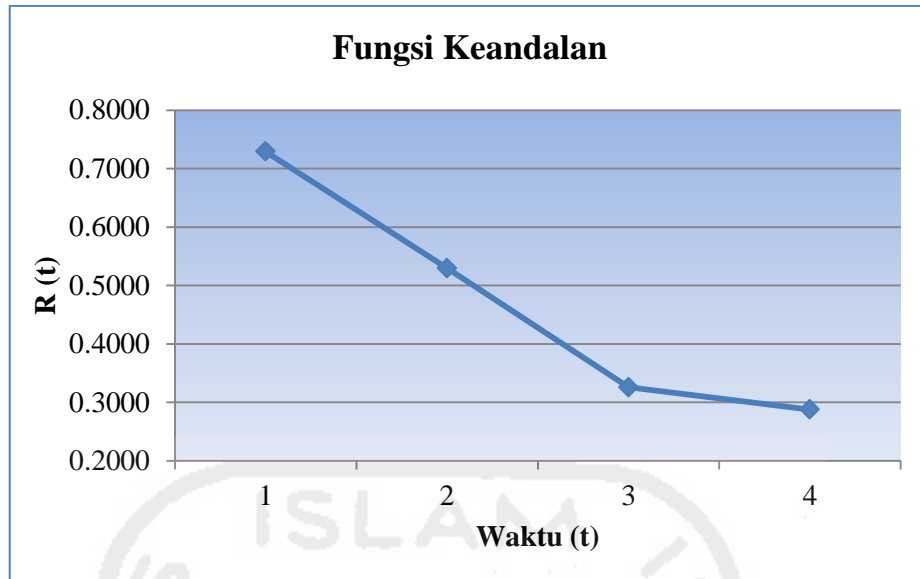
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83



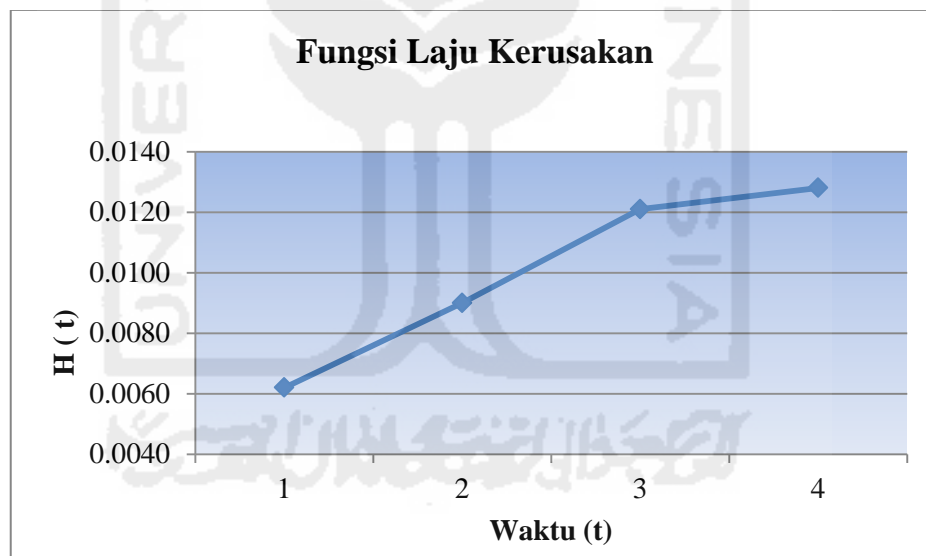
Gambar 4. 14 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Kepadatan Komponen
Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83



Gambar 4. 15 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen
Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83



Gambar 4. 16 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Keandalan Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83



Gambar 4. 17 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Kerusakan Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83

Pengukuran waktu tingkat keandalan distribusi *Weibull* pada interval waktu dua tahun, dengan rata-rata waktu operasi sebelum mesin mengalami kerusakan (TTF) 82 hari.

1. Fungsi kepadatan probabilitas.

$$f(t) = 0.0046/ \text{ tahun}$$

2. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 0.2706/ \text{ tahun}$$

3. Fungsi keandalan

$$R(t) = 0,7294/ \text{ tahun}$$

4. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = 0.0062/ \text{ tahun}$$

4.3.4.5. Jumlah kebutuhan komponen.

Jumlah kebutuhan komponen Kritis *Sludge Separator* didasarkan pada tingkat laju kerusakan yang dialami masing-masing komponen kritis dalam jangka waktu dua tahun. Laju kerusakan untuk masing-masing komponen dianggap konstan.

4.3.4.5.1. Jumlah kebutuhan untuk Bowl Spindle, Pn 67347-00

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponen Bowl Spindle, Pn 67347-00, peluang terjadinya kerusakan terjadi pada selang waktu rata-rata, untuk menentukan kebutuhan Bowl Spindle, Pn 67347-00 selama dua tahun ditentukan berdasarkan pada nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata.

Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{106+148+194+204}{4} \\ &= \frac{652}{4} \\ &= 163 \end{aligned}$$

Laju kerusakan selang antar waktu $t = 163$

$$\lambda = \frac{(t/\alpha)\beta}{t}$$

$$= \frac{(163/157,0959)3,2838}{163}$$

$$= 0.0068/ \text{hari}$$

Rata-rata terjadinya kerusakan selama dua tahun adalah sebagai berikut : selama dua tahun terakhir dari tabel 4.3 terjadi kerusakan sebanyak empat kali jadi rata-rata tiap tahunnya adalah 2.

Jumlah komponen Bowl Spindle Pn 67347-00 pada mesin *SludgeSeparator* dibutuhkan 1 unit, jadi inspeksi kebutuhan komponen Bowl Spindle Pn 67347-00, selama dua tahun adalah :

$$DT = 2 \times 0.0068 \times 720$$

$$= 9,792 \approx 10 \text{ unit.}$$

4.3.4.5.2. Jumlah kebutuhan untuk Paring Disc, Pn 528537-02

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponen Paring Disc, Pn 528537-02, peluang terjadinya kerusakan terjadi pada selang waktu rata-rata, untuk menentukan kebutuhan Paring Disc, Pn 528537-02 selama dua tahun ditentukan berdasarkan pada nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata. Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah :

$$= \frac{118+132+140+145+157}{5}$$

$$= \frac{692}{5}$$

$$= 138,4$$

Laju kerusakan selang antar waktu $t = 4,7807$

$$\lambda = \frac{(t/\alpha)^\beta}{t}$$

$$= \frac{(138,4/94,0098)^{2,1253}}{138,4}$$

$$= 0.0018/\text{hari}$$

Rata-rata terjadinya kerusakan selama dua tahun adalah sebagai berikut : selama dua tahun terakhir dari tabel 4.3 terjadi kerusakan sebanyak lima kali jadi rata-rata tiap tahunnya adalah 2,5.

Jumlah komponen Paring Disc, Pn 528537-02 pada mesin *Sludge Separator* dibutuhkan 1 unit, jadi inspeksi kebutuhan komponen Paring Disc Pn 528537-02, selama dua tahun adalah :

$$DT = 2,5 \times 0.0018 \times 720$$

$$= 3,24 \approx 3 \text{ unit.}$$

4.3.4.5.3. Jumlah kebutuhan untuk Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponen Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4, peluang terjadinya kerusakan terjadi pada selang waktu rata-rata, untuk menentukan kebutuhan Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 selama Dua tahun ditentukan berdasarkan pada nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata.

Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah :

$$= \frac{28+46+68+99+112+130+219}{7}$$

$$= \frac{702}{7}$$

$$= 85,1428$$

Laju kerusakan selang antar waktu $t = 85,1428$

$$\lambda = \frac{(t/\alpha)^\beta}{t}$$

$$= \frac{(85,1428/81,5797)^{1,5576}}{138,4}$$

$$= 0.0033/ \text{hari}$$

Rata-rata terjadinya kerusakan selama dua tahun adalah sebagai berikut : selama dua tahun terakhir dari tabel 4.3 terjadi kerusakan sebanyak lima kali jadi rata-rata tiap tahunnya adalah 3,5.

Jumlah komponen Paring Disc, Pn 528537-02 pada mesin *Sludge Separator* dibutuhkan 1 unit, jadi inspeksi kebutuhan komponen Paring Disc Pn 528537-02, selama dua tahun adalah :

$$DT = 3,5 \times 0.0033 \times 720$$

$$= 8,316 \approx 8 \text{ unit.}$$

4.3.4.5.4. Jumlah kebutuhan untuk Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83, peluang terjadinya kerusakan terjadi pada selang waktu rata-rata, untuk menentukan kebutuhan Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 selama dua tahun ditentukan berdasarkan pada nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata.

Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah :

$$= \frac{82+164+208+227}{4}$$

$$= \frac{681}{4}$$

$$= 170,25$$

Laju kerusakan selang antar waktu $t = 170,25$

$$\lambda = \frac{(t/\alpha)\beta}{t}$$

$$= \frac{(170,25/165,9897)2,09706}{170,25}$$

$$= 0.0034/ \text{hari}$$

Selama dua tahun terakhir terjadi kerusakan dapat dilihat dari tabel 4.3 terjadi kerusakan sebanyak lima kali jadi rata-rata tiap tahunnya adalah 2.

Jumlah komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 pada mesin *Sludge Separator* dibutuhkan 1 unit (8 set), jadi inspeksi kebutuhan komponen Paring Disc Pn 528537-02, selama dua tahun adalah :

$$DT = 2 \times 0.0034 \times 720$$

$$= 4,896 \approx 5 \text{ unit.}$$

BAB V

PEMBAHASAN

Bab ini memuat perencanaan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam memecahkan masalah serta menganalisis hasil pengukuran, perhitungan persediaan dengan pendekatan metode *reliability*.

5.1. Analisis Data Kerusakan Spare Part

Berdasarkan penentuan komponen kritis dengan menggunakan metode ABC dan analisis pareto pada mesin *sludge separator*, komponen yang memiliki investasi terbesar (komponen kritis kelas A) ada empat komponen yaitu Bowl Spindle. Pn 67347-00, Paring Disc. Pn 528537-02, Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 dan Nozzle Q 1,60 mm. Pn 534149.83 dengan presentase total nilai penggunaan biaya mencapai 59,9524%. Data yang digunakan untuk menentukan laju kerusakan pada *Spare Part* adalah data interval waktu kerusakan (TTF), yang dianggap dijadikan dalam menentukan perkiraan kebutuhan suku cadang dalam dua tahun.

Untuk mengetahui apakah data kerusakan telah sesuai dengan distribusi laju kerusakan (distribusi Weibull) dilakukan uji distribusi dengan Uji Mann. Berdasarkan uji distribusi, semua data interval waktu kerusakan komponen kritis mesin *sludge separator* sesuai dengan uji distribusi dapat dilihat ditabel 5.1

Tabel 5. 1 Hasil Uji Distribusi Spare Part Mesin Sludge Separator

| No | Nama Spare Part | <i>n</i> (event) | <i>S</i> test | <i>S</i> tabel | Kesimpulan (<i>H₀</i>) |
|----|-----------------------------------|---------------------|---------------|-------------------|----------------------------------------|
| 1 | Bowl Spindle Pn,67347-00 | 4 | 0.090 | 0,76 | Diterima |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 5 | 0,5413 | 0,86 | Diterima |
| 3 | Pricton Pad & Screw 76282 Lbg4 | 7 | 0,6089 | 0,80 | Diterima |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm. Pn 534149.83 | 4 | 0,5580 | 0,76 | Diterima |

Dari hasil uji distribusi dengan Mann Test dengan nilai tingkat kepercayaan (α) adalah 95 % memperlihatkan bahwa semua data mengikuti distribusi kerusakan yaitu distribusi Weibull.

5.2. Analisis Parameter Distribusi Kerusakan

Pada penelitian distribusi kerusakan yang dipakai adalah distribusi *Weibull*. Pada distribusi ini terdapat parameter- parameter yang berguna untuk menentukan bagaimana kondisi serta jenis kerusakan yang dialami oleh *Spare Part*. Parameter α (parameter umur) β (parameter bentuk). Pada tabel 5.2 akan diperlihatkan hasil parameter distribusi kerusakan Weibull.

Tabel 5. 2 Nilai Parameter Distribusi Spare Part Mesin Sludge Separator

| No | Nama Spare Part | α | β | Kesimpulan | |
|----|-----------------------------------|----------|---------|-------------|-----------|
| | | | | Bentuk | Failures |
| 1. | Bowl Spindle Pn,67347-00 | 15,5905 | 3,2838 | $\beta > 1$ | Wear- out |
| 2. | Paring Disc, Pn 528537-02 | 96,2944 | 2,6546 | $\beta > 1$ | Wear- out |
| 3. | Pricton Pad & Screw 76282 Lbg4 | 81,5797 | 1,5576 | $\beta > 1$ | Wear- out |
| 4. | Nozzle Q 1,60 mm. Pn 534149.83 | 183,7176 | 2.0970 | $\beta > 1$ | Wear- out |

Berdasarkan Tabel 5.2 semua *Spare Part* jenis kerusakan *Wear Out* ini ($\beta > 1$) menunjukkan bahwa laju kerusakan meningkat seiring dengan bertambahnya umur mesin.

5.3. Analisa keandalan Spare Part

Keandalan adalah probabilitas suatu sistem yang dapat bekerja dengan baik pada kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan perhitungan dengan waktu data kerusakan diperoleh. Dari hasil perhitungan keandalan maka akan dapat diperoleh suatu fungsi laju kerusakan sehingga dapat ditentukan berapa persediaan optimal yang dibutuhkan selama dua tahun seperti pada tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Analisa Keandalan untuk Persediaan Optimal Per Tahun

| No | Nama Spare Part | Pemakaian Per Tahun (unit) | Keandalan R (t) | Laju Kerusakan h(t) | Persediaan Optimal/tahun (Q) |
|----|--------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|
| 1 | Bowl Spindle Pn,67347-00 | 2 | 0.2381 | 0.0084 | 3 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 2 | 0.1977 | 0.0239 | 2 |
| 3 | Pricton Pad & Screw 76282 Lbg4 | 3 | 0.8277 | 0.0105 | 4 |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm. Pn 534149.83 | 2 | 0.7294 | 0.0062 | 3 |

Untuk dapat mengatasi kebutuhan masing-masing *spare part* perlu dibuat suatu sistem persediaan untuk memenuhi kebutuhan dari spare part yang mengalami kerusakan. Dari tabel 5.3 diatas dapat dilihat bahwa laju keusakan pada selang berapa peluang terjadi kerusakan yang tinggi. Ternyata ketika selang waktu yang kecil atau mendekati nol maka probabilitas atau peluang kerusakannya akan semakin kecil pula atau menuju nol, dan ketika selang waktu semakin besar atau mendekati nilai β maka peluangnya semakin kecil dan menuju nol juga. Jadi dari tabel diatas peluang terjadinya kerusakan kecil pada selang waktu nol, meningkat pada selang waktu rata-rata dan kemudian turun kembali pada selang waktu mendekati β (bertambah besar) peluang terjadinya kerusakan mendekati distribusi normal.

Untuk fungsi laju keandalan tiap komponen dibawah 0,9 dan menurun seiring bertambahnya waktu. Ketidakandalan terjadi karena adanya kerusakan maka agar kerusakan dapat segera maka komponen digudang harus selalu tersedia maka perlu adanya sistem persediaan.

5.4. Analisis Pemesanan Optimal dan Titik Pemesan Kembali

Berdasarkan nilai biaya simpan, ongkos pesan dan jumlah kebutuhan barang/ tahun dapat ditentukan jumlah pemesan (Q^*) dan pemesan kembali (r) barang yang optimal dari segi biaya untuk masing-masing *Spare Part*.

5.4.1 BowlSpindle, Pn 67347-00

1. Menentukan ongkos simpan untuk Bown Spindle, Pn 67347-00 setiaptahun. Ongkos simpan meliputi fasilitas gudang, pajak dan asuransi, pemindahan sebesar 12% dan pencacatan barang bungaatas modal tertanam dan depresiasi sebesar 4%. Besar ongkos simpan Bowl Spindle, Pn 67347-00 adalah 16 % x Rp. 6.000.000 = Rp. 960.000.
2. Ongkos pemesan untuk setiap spare part : Rp. 62.000,-
3. Jumlah permintaan pertahun (A) 2 unit

Berdasarkan biaya tersebut maka besarnya pemesanan untuk Bowl Spindle, Pn 67347-00 dalam dua tahun :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot AP}{C}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot (2) \cdot (\text{Rp.}62.000)}{\text{Rp.}960.000}}$$

$$Q^* = \sqrt{0,25833}$$

$$Q^* = 0,5082 \approx 1 \text{ unit / pesan}$$

Pemesan kembali dilakukan (*reorder poin*)

$$r = (A / \text{hari kerja / tahun}) \cdot LT$$

$$r = (4 \text{ unit} / 720) \cdot 3 \text{ hari}$$

$$r = 1 \text{ unit}$$

Pemesan dilakukan ketika sisa persediaan yang ada digudang tinggal 1 unit lagi.

5.4.2 Paring Disc, Pn 528537-02

1. Menentukan ongkos simpan untuk Paring Disc, Pn 528537-02 setiap tahun. Ongkos simpan meliputi fasilitas gudang, pajak dan asuransi, pemindahan sebesar 12% dan pencacatan barang bunga atas modal tertanam dan depresiasi sebesar 4%. Besar ongkos simpan Paring Disc, Pn 528537-02 adalah $16\% \times \text{Rp. } 4.000.000 = \text{Rp. } 640.000$.
2. Ongkos pemesanan untuk setiap spare part : Rp. 62.000,-
3. Jumlah permintaan pertahun (A) 2 unit

Berdasarkan biaya tersebut maka besarnya pemesanan untuk Paring Disc, Pn 528537-02 dalam dua tahun :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot AP}{C}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot (2) (\text{Rp. } 62.000)}{\text{Rp. } 640.000}}$$

$$Q^* = \sqrt{0,3875}$$

$$Q^* = 0,6224 \approx 1 \text{ unit / pesan}$$

Pemesan kembali dilakukan (*reorder poin*)

$$r = (A / \text{hari kerja / tahun}) \cdot LT$$

$$r = (4 \text{ unit} / 720) \cdot 3 \text{ hari}$$

$$r = 1 \text{ unit}$$

Pemesan dilakukan ketika sisa persediaan yang ada digudang tinggal 1 unit lagi.

5.4.3 Komponen Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4

1. Menentukan ongkos simpan untuk Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 setiap tahun. Ongkos simpan meliputi fasilitas gudang, pajak dan asuransi pemindahan

dan pencacatan barang bunga atas modal tertanam dan depreciasi.

BesarongkossimpanFriction Pad & Screw 76282Lbg 4 adalah : 18% x Rp.

2.840.000 = Rp. 81.760.-

2. Ongkos pemesan untuk setiap spare part : Rp. 62.000,-
3. Jumlah permintaan pertahun (A) 2 unit

Berdasarkan biaya tersebut maka besarnya pemesanan untuk Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 dalam dua tahun :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot AP}{C}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot (4) \cdot (\text{Rp.} 62.000)}{\text{Rp.} 511.200}}$$

$$Q^* = \sqrt{6,0665}$$

$$Q^* = 2,4630 \approx 3 \text{ unit / pesan}$$

Pemesan kembali dilakukan (reorder poin)

$$r = (A / \text{hari kerja / tahun}) \cdot LT$$

$$r = (4 \text{ unit} / 720) \cdot 3 \text{ hari}$$

$$r = 1 \text{ unit}$$

Pemesan dilakukan ketika sisa persediaan yang ada digudang tinggal 1 unit lagi.

5.4.4 Komponen Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83

1. Menentukan ongkos simpan untuk Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 setiap tahun. Ongkos simpan meliputi fasilitas gudang, pajak dan asuransi pemindahan dan pencacatan barang bunga atas modal tertanam dan depreciasi. Besarongkossimpan Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 adalah : 16% x Rp. 4.640.000 = Rp. 742.000.-

2. Ongkos pemesan untuk setiap spare part : Rp. 62.000,-
3. Jumlah permintaan pertahun (A) 2 unit

Berdasarkan biaya tersebut maka besarnya pemesanan untuk Nozzle Q 1,60 mm, Pn 534149.83 dalam dua tahun :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot AP}{c}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot (2) \cdot (\text{Rp.}62.000)}{\text{Rp.}742.000}}$$

$$Q^* = \sqrt{0.3340}$$

$$Q^* = 0,5779 \approx 1 \text{ unit / pesan}$$

Pemesan kembali dilakukan (reorder poin)

$$r = (A / \text{hari kerja / tahun}) \cdot LT$$

$$r = (4 \text{ unit} / 720) \cdot 3 \text{ hari}$$

$$r = 1 \text{ unit}$$

Pemesan dilakukan ketika sisa persediaan yang ada digudang tinggal 1 unit lagi.

Tabel 5. 4 Persediaan Selama Lead Time Untuk Pemesanan Kembali

| No | Nama Spare Part | Jumlah Kebutuhan Barang/ tahun (Unit) | Harga/unit (Rp) | Biaya Simpan (18%*Harga/unit (Rp) | Ongkos Pemesan /pesanan (Rp) | Q^* (Unit) | r unit |
|----|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------|----------|
| 1 | Bowl Spindle Pn,67347-00 | 2 | 6.000.000 | 960.000 | 62.000 | 1 | 1 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 2 | 4.000.000 | 640.000 | 62.000 | 1 | 1 |

| | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-----------|---------|--------|---|---|
| 3 | Pricton Pad & Screw 76282 Lbg4 | 4 | 2.840.000 | 511.200 | 62.000 | 3 | 1 |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm. Pn 534149.83 | 2 | 4.640.000 | 742.000 | 62.000 | 1 | 1 |

Untuk pemesanan kembali (r) ditentukan berdasarkan lama *lead time*. Dalam hal ini *lead time* untuk pemesanan selama 3 hari.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada Bab IV maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis *reliability* atau keandalan dengan menggunakan konsep nilai tengah, semua nilai tengah nilai keandalan memiliki nilai yang terus menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Dengan menurunnya tingkat keandalan menunjukkan bahwa mesin akan mengalami kerusakan pada waktu yang akan datang. Untuk itu perlu dilakukan persediaan untuk memenuhi kebutuhan *spare part* kelas A bila terjadi kerusakan dan nilai keandalan interval waktu kerusakan maka diperoleh nilai parameter-parameter distribusi Weibull. Untuk Bowl Spindle, Pn 67347-00 nilai parameter $\beta = 3,2838$ (Parameter Bentuk), $\alpha = 15,5905$ (Parameter skala/umur) nilai parameter Paring Disc Pn 528537-02 : $\beta = 2,6546$ $\alpha = 96,2944$ nilai parameter Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 : $\beta = 1,5576$ $\alpha = 81,5797$; nilai Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 $\beta = 2,0970$ $\alpha = 183,7176$.
2. Berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan dengan metode Weibull dikaitkan dengan nilai fungsi laju kerusakan pada metode *reliability* maka jumlah persediaan untuk komponen kritis selama periode waktu dua tahun dapat ditentukan yaitu : Untuk Bowl Spindle, Pn 67347-00 sebanyak 3 unit, Paring Disc Pn 528537-02 sebanyak 2 unit, Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 sebanyak 4 unit, nilai Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 sebanyak 3 unit setiap tahunnya.

6.2. Saran

Berikut ini merupakan saran-saran yang dapat diberikan kepada pihak PT. Dwikarya Mandiri, antara lain :

1. Bagi pihak PT Dwikarya Mandiri, disarankan untuk mempertimbangkan lebih jauh aspek penyediaan suku cadang mesin produksi, agar tidak terlalu lama dan data *downtime* disimpan agar dapat di evaluasi.
2. Analisis keandalan perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kondisinya mesin apakah mesin tersebut masih handal atau tidak. Dengan analisa keandalan, yang berkaitan erat dengan penentuan kebutuhan komponen berdasarkan laju kerusakannya, maka dapat ditentukan kebutuhan *Spare Part* pertahunnya.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan metode lain serta mencari penjadwalan maintenance melalui metode RCM.



DAFTAR PUSTAKA

- Angellia, L.D., (2006). "*Analisis Maintenance task pada Deaeration di Unit Utility Kaltim dengan metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*", Laporan Keja Praktek. Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Indonesia.
- Anggono, W., (2005). "*Preventive Maintenance System dengan Modularity Design Sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintenance*". Surabaya.
- Assauri S., (1993). "*Manajemen Produksi*". LPFE, Universitas Indonesia, Edisi ke IV, Jakarta,
- Corder, A. dan Hadi, K., (1992). "*Teknik Manajemen Pemeliharaan*". Penerbit Erlangga, Jakarta,
- Ebeling, C.E., (1997), "*An Introduction To Reliability and Maintaibility Engineer*". Mc. Graw-Hill Book Co., Singapore.
- Endri, F., (2011). "*Usulan Perawatan dan Keandalan Komponen Kritis Mesin Bus Pada Industri Jasa*". Tugas Akhir Sarjana, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (Tidak Diterbitkan),
- Gaspersz, V. (2004). "*Total Quality Management*". PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Govil.A.K., (1993). "*Realibility Engineering*". Mc. Graw Hill Publising Co. New Delhi,
- Hadley G. dan Within, T.M., (1974). "*Analysis of Inventory System*". Prentice Hall, USA,
- Kartika, S.W., (2010). "*Perhitungan Realibility Untuk Penjadualan Predictive Maintenance Serta Biaya Perawatan Mesin Kritis Oil Shipping Dump*". Tugas Akhir Sarjana, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (Tidak Diterbitkan),
- Kapur, K.C. dan Lamberson, L.R., (1977). "*Realibility in Engineering Desain*". Departement of Industrial Engineering and Operation Research Wayne State University Destroit, John Wiley & Sons, New York,

- Prasetyowati, A.F., (2009). "*Analisis Umur dan Biaya Maintenance Mesin Pembangkit Pada Perusahaan Jasa*". Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Prabowo, H.A., (2004). "*Modul Maintenance Management*". Jakarta.
- Richard, E.K.,(1983)."*Improving Productivity And Effictiviness*". Prentice Hall, Inc New Jersey,
- Siregar,R., (2008)."*Menentukan Keandalan Pada Model Strengh-Strengh pada suatuKomponen*".Fakultas MIPA Jurusan Matematika., USU. Jurnal Internet.
- Surjadi, P.A.,(1983)."*Pendahuluan Teori Kemungkinan & Stistika*", Penerbit ITB, Bandung
- Suharto, (1991). "*Manajemen Perawatan Mesin*", Penerbit PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Utami, D.S., (2002). "*Penerapan Analisis Keandalan Dalam Penentuan Interval Perawtan Mesin Produksi Untuk Meningkatkan Availibilitynya di PT Wapin Duta Jaya*". Tugas Akhir. Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Indonesia.
- Walpole, R.E.,(1978). "*Probability and Staticsfor Engineering &Scientists*". Macmillan Publishing Co, New York,
- Widiarto, H., (2009). "*Usulan Waktu Perawatan Pencegahan Komponen Kritis Pada Mesin Kompresor Pendingin Dengan Pendekatan RCM*". Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.



Lampiran 1. DATA KOMPONEN KERUSAKAN SLUDGE SEPARATOR TAHUN 2011 DAN 2012

1. Untuk tahun 2011

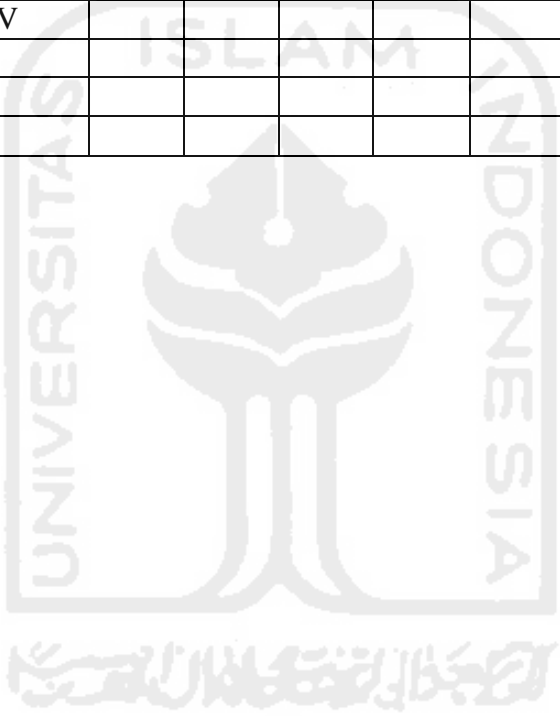
| Nama komponen | Kodifikasi | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sept | 0kt | Nop | Des |
|-------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| Ball Bearing | Pn 6015 M | 14 | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Ball Bearing | Pn.6014 M | 14 | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Thrush ball bearing | Pn 225147 M | | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6213 M | | 27 | | | 22 | | | | | | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6208 M | | 13 | | | 22 | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6206 | | 6 | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6305 | | 6 | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6308 | | | | | | | | | | | | |
| Ball Bearing housing | 65195-00 | | | | | | | | | | | | |
| Ball valve reduced bore | Q 2''Flend VLC | | | | | | | | | | | | |
| Bowl Spindle | Q 2''Flend VLC | | | | 16 | | | | | | 27 | | |
| Bushing | Pn532680-01 | 14 | | | | | | | | | | | |
| Coupling vully | Pn.65155-00 | | | | | | | | | | | | |
| Distributor inset | Pn.531445.02 | | | | | 1 | | | | | | | |
| Distributor tube | Pn.536224.01 | | | | | 1 | | | | | | | |
| Elastic Plate | Pn.60571-00 | | | | | | | | | | | | |
| Elbow st. Steel | Q 2'' | | | | | | | | | | | | |
| Erosion guard (lower) | 535893.80 | | | | | | | | | | | | |
| Erosion guard (upper) | 531444.0 | | | | | 1 | | | | | 17 | | |
| Friction Pad & Screw lubang 3 | | 28 | | | | | | | | | | | |
| Friction Block | Pn.74316 | | | | | | | | | | | | |
| Friction Block u/ lubang 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Friction Pad & screw | 71628 Lbg 4 | 28 | | 15 | | | | 24 | | | 2 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Stop slave | Pn.65188 | | | | | | | | | | | | | |
| Trow of collar | Pn.65200 | | | | | | | | | | | | | |
| Worm | Pn 67348 | | | | | | | | | | | | | |
| Worm whell | Pn. 528102.91 | | | | | | | | | | | | | |
| Kawat las Nikko Steel | RD260 Q 4cm | | | | | | | | | | | | | |
| Kawat las Nikko Steel | NSN 308 L | | | | | | | | | | | | | |
| Email drad | Q 1,25mm | | | | | | | | | | | | | |
| Contactore | SK 65-220V | | | | | | | | | | | | | |
| Novuse Breaker | 50A-3P | | | | | | | | | | | | | |
| Thermal over load | 25-35 A | | | | | | | | | | | | | |
| Thermal over load 7-11 A | | | | | | | | | | | | | | |

2. Untuk tahun 2012

| Nama komponen | Kodifikasi | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sept | 0kt | Nop | Des |
|-------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| Ball Bearing | Pn 6015 M | | | | | | | | 18 | | | | |
| Ball Bearing | Pn.6014 M | | | | | | | | 18 | | | | |
| Thrush ball bearing | Pn 225147 M | | | | | | | | 18 | | 30 | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6213 M | | | | | | | | 18 | 8 | 30 | | |
| Radial Ball bearing pn. | Pn 6208 M | | | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6206 | | | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6305 | | | | | | | | | | | | |
| Bearing SKF | 6308 | | | | | | | | | | | | |
| Ball Bearing housing | 65195-00 | | | | | | | | | | | | |
| Ball valve reduced bore | Q 2''Flend VLC | | | | | | | | | | | | |
| Bowl Spindle | Q 2''Flend VLC | | | 23 | | | | | | | 12 | | |
| Bushing | Pn532680-01 | | | | | | | | 18 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Trow of collar | Pn.65200 | | | | | | | | | | | | | |
| Worm | Pn 67348 | | | | | | | | | | | | | |
| Worm whell | Pn. 528102.91 | | | | | | | | | | | | | |
| Kawat las Nikko Steel | RD260 Q 4cm | | | | | | | | | | | | | |
| Kawat las Nikko Steel | NSN 308 L | | | | | | | | | | | | | |
| Email drad | Q 1,25mm | | | | | 4 | | | | | | | | |
| Contactor | SK 65-220V | | | | | | | | | | | | | |
| Novuse Breaker | 50A-3P | | | | | | | | | | | | | |
| Thermal over load | 25-35 A | | | | | | | | | | | | | |
| Thermal over load 7-11 A | | | | | | | | | | | | | | |



Daftar komponen mesin *Sludge Separator*

Tabel 4.1 Daftar komponen Mesin Sludge Separator

| No | Nama Komponen | No | Nama Komponen |
|----|-------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | Ball bearing | 26 | Nave |
| 2 | Ball bearing | 27 | Nozle Q 160 |
| 3 | Thrush ball bearing | 28 | Oil deflator |
| 4 | Radial ball bearing Pn | 29 | Paring disc |
| 5 | Radial ball bearing Pn | 30 | Pipa St. Steel Q''2x4 mmx6 m |
| 6 | Bearing SKF | 31 | Proctecting cup |
| 7 | Bearing SKF | 32 | Seal ring |
| 8 | Bearing SKF | 33 | Seal ring |
| 9 | Ball Bearing Housing | 34 | Seal ring |
| 10 | Ball volve ful bore | 35 | Seal ring |
| 11 | Ball valve reduce bore | 36 | Seal ring |
| 12 | Bowl spindle | 37 | Slave botton bearing |
| 13 | Bushing | 38 | Spring casing |
| 14 | Coupling vully | 39 | Spring |
| 15 | Distributor inset | 40 | Stop Sleeve |
| 16 | Distributor tube | 41 | Trow of dollar |
| 17 | Elastic plate | 42 | Worm |
| 18 | Elbow st.steel | 43 | Worm whell |
| 19 | Erosion guard (lower) | 44 | Kawat las nikko steel |
| 20 | Erosion guard (upper | 45 | Kawat las nikko steel |
| 21 | Friction pad & screw lubang 3 | 46 | Emaile drad |
| 22 | Friction block | 47 | Contactora |
| 23 | Friction blok u/ lubang 4 | 48 | Novuse breaker |
| 24 | Friction pad & screw | 49 | Thermal over load |
| 25 | Level tube | 50 | Thermal over load 7-11 A |

**Tabel Daftar Harga Rata-Rata Penggunaan Dan Biaya Per Unit Spare Part
Mesin Sludge Separator Yang Sering Mengalami Kerusakan**

| No | Nama Komponen | Harga | Frek |
|----|----------------------------------|------------|------|
| 1 | Bowl Spindle Pn 67347-00 | 6.000.000 | 4 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 4.000.000 | 5 |
| 3 | Ball Bearing Pn 651861(6015 M) | 2.100.000 | 3 |
| 4 | Ball bearing, Pn 651857 (6014 M) | 1.900.000 | 3 |
| 5 | Bushing Pn 532680-01 | 2.880.000 | 2 |
| 6 | Level tube Pn 516240-82 | 2.280.000 | 2 |
| 7 | Friction pad & screw 76282 Lbg 4 | 28.400.000 | 7 |
| 8 | Nofuse breaker 50A-3P | 600.000 | 1 |
| 9 | Bearing SKF 6305 | 92.000 | 1 |
| 10 | Bearing SKF 6205 | 76.000 | 1 |

| | | | |
|----|----------------------------------|-----------|---|
| 11 | Radial Ball Bearing Pn, 60992 | 1.700.000 | 3 |
| 12 | Elastic plate 60571-00 | 100.000 | 2 |
| 13 | Slave botton bearing,521651.2 | 1.650.000 | 1 |
| 14 | Eroton upper guard, 531444,80 | 2.800.000 | 2 |
| 15 | Distribution Inset Pn, 531445,02 | 5.000.000 | 2 |
| 16 | Distribution Tube, Pn 536224,01 | 1.296.000 | 1 |
| 17 | Bearing SKF 6308 | 200.000 | 1 |
| 18 | Eroton Guard Lower 535892,80 | 4.200.000 | 1 |
| 19 | Friction Block, Pn 74316 | 970.000 | 1 |
| 20 | Nozzle Q 1,60 mm, 534149,34 | 4.640.000 | 4 |
| 21 | Seal ring 38411 | 50.000 | 1 |
| 22 | Seal ring 67034 | 425.000 | 1 |
| 23 | Seal ring 71866 | 50.000 | 2 |
| 24 | Spring, Pn 66191 | 250.000 | 1 |

Tabel Analisa Presentase Nilai Komponen

| No | Nama Komponen | Jumlah / biaya (Rp) | Persen (%) | Persen Kumulatif (%) |
|-------|----------------------------------|---------------------|------------|----------------------|
| 1 | Bowl Spindle Pn 67347-00 | 24.000.000 | 17.4534 | 17.4534 |
| 2 | Paring Disc, Pn 528537-02 | 20.000.000 | 14.5445 | 31.9979 |
| 3 | Friction pad & screw 71628 Lbg 4 | 19.880.000 | 14.4572 | 46.4551 |
| 4 | Nozzle Q 1,60 mm, 534149,34 | 18.560.000 | 13.4973 | 59.9524 |
| 5 | Distribution Inset Pn, 531445,02 | 10.000.000 | 7.2723 | 67.2247 |
| 6 | Ball Bearing Pn 651861(6015 M) | 6.300.000 | 4.5815 | 71.8065 |
| 7 | Bushing Pn 532680-01 | 5.760.000 | 4.1888 | 75.9950 |
| 8 | Ball bearing, Pn 651857 (6014 M) | 5.700.000 | 4.1452 | 80.1402 |
| 9 | Eroton upper guard, 531444,80 | 5.600.000 | 4.0725 | 84.2127 |
| 10 | Radial Ball Bearing Pn, 60992 | 5.100.000 | 3.7088 | 87.9215 |
| 11 | Level tube Pn 516240-82 | 4.560.000 | 3.3161 | 91.2377 |
| 12 | Eroton Guard Lower 535892,80 | 4.200.000 | 3.0543 | 94.2920 |
| 13 | Friction Block, Pn 74316 | 970.000 | 2.1162 | 96.4082 |
| 14 | Slave botton bearing,521651.2 | 1.650.000 | 1.1999 | 97.6082 |
| 15 | Distribution Tube, Pn 536224,01 | 1.296.000 | 0.9425 | 98.5506 |
| 16 | Nofuse breaker 50A-3P | 600.000 | 0.4363 | 98.9870 |
| 17 | Seal ring 67034 | 425.000 | 0.3091 | 99.2960 |
| 18 | Spring, Pn 66191 | 500.000 | 0.1818 | 99.4779 |
| 19 | Elastic plate 60571-00 | 200.000 | 0.1454 | 99.6233 |
| 20 | Bearing SKF 6308 | 200.000 | 0.1454 | 99.7687 |
| 21 | Seal ring 71866 | 100.000 | 0.0727 | 99.8415 |
| 22 | Bearing SKF 6305 | 92.000 | 0.0669 | 99.9084 |
| 23 | Bearing SKF 6205 | 76.000 | 0.0553 | 99.9636 |
| 24 | Seal ring 38411 | 50.000 | 0.0364 | 100.0000 |
| Total | | | 100.0000% | |