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 SebagaiSalahSatu Syarat
UntukMemperoleh Gelar Sarjana Strata-1
TeknikIndustri

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,Desember2016



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

DosenPembimbing

(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 ,Ir.,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

Kupersembahkan (atas segalanya)....

Bapak…

Orang yang selalu jadi panutan dalam kehidupan sebagaitempat 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 ispirasi 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 اْلإِنْسَانُ اِنْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلاَّ مِنْ ثَلاَثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَ صَالِحٌ يْ لَهُ. .

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

مَنْ يُرِدِ اللهُ بِهِ خَيْرًا يُفَقِّهْهُ فِي الدِّيْنِ وَإِنَّمَا أَنَا قَاسِمٌ وَاللهُ هُوَ الْمُعْطِيْ وَلاَ تَزَالُ هَذِهِ اْلأُمَّةُ قَائِمَةً عَلَى أَمْرِ اللهِ لاَ يَضُرُّهُمْ مَنْ خَالَفَهُمْ حَتَّى يَأْتِيَ أَمْرُ اللهِ.

*"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 menyelisihi mereka sampai datang putusan Allah."***(HR. Al-Bukhari)**

مَنْ سَلَكَ طَرِيْقًا يَلْتَمِسُ فِيْهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللهُ لَهُ بِهِ طَرِيْقًا 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 kehadirat 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 Partyang 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 dam 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 menetukan 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 pemesan optimal (Q) = 1 unit/ pesan titik pemesan kembali (r) = 1 unit)* $\beta = 3{,}283$ *paring Disc sebanyak 2 unit (Q* = 1 unit/pesan, r = 1 unit)* $\beta = 2{,}6546$*, Friction Pad & Screwsebanyak 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*, *Correctivemaintenance*, 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. Reliabilty 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 (*Reliability*) 18
2.3.2 Manfaat *Reliability* (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 *Reliability* dan Sistem Persediaan 35

2.7.7 Penentuan Persediaan Suku Cadang Berdasarkan *Reliability* 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 Motede 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 / *Reliability* 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 *Spare Part* 98
5.2. Analisis Parameter Distribusi Kerusakan 99
5.3. Analisa keandalan *Spare Part* 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

DAFTARTABEL

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 kenadalan komponen Bowl Spindle Pn 63747-00 77
Tabel 4. 16 Nilai-nilai fungsi kenadalan 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 kenadalan 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 FungsiDistribusi 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 LatarBelakang

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 komponenmesin tersebut. Selain itu bila terjadi kerusakan komponen mesin,perusahaan tidak memiliki persedian yang cukup untuk menggantikan komponenyang mengalami kerusakan. Selama ini penentuan jumlah persediaan komponen kerusakan hanya dengan menggunakan perkiraan berdasakan 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, Komponenyangdisimpan 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 menganggu 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 menganggu kelancaran proses perawatan yang menyebabkan kerugian yang lebih tinggi.

Pada umumnya penyebab gangguan dalam dunia industri baik industri manufakturmaupun industri jasa di kategorikan faktor bahan baku,yaitu faktor manusia, faktor mesin dan lingkungan.Faktor terpenting dlam kondisi diatas adalah *performance* mesin yang digunakan.mesin sering mengalami kerusakan maupun untuk *preventive maintenance*.jika mesin mengalami kerusakan mendadak karena kurang terpelihara,kualitas produk dan produktifitas 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 kekritisan 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 pekerjaaan *(downtime)* karena kerusakan terjadi. Untuk itu perencanaan waktu perawatan terhadap komponen kritis pada mesin untuk minimasi 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 *SludgeSeparator* yang berfungsi sebagai mesinpisahkanminyakdari airdankotorandengan katalainmemisahkanminyakdarifraksiyangberatjenisnyalebihdarisatu.

Ada beberapa factor penyebab kerusakan mesin, yaitu: keausan (*wear out*), korosi (*corrosion*)dan kelelahan (*fatigue*) (Suharto,1991). Untukmenghindariterjadinyakerusakanpermanenperludiadakanperawatansecaraefektif, 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 probobilitas 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 secra 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 merencanakanwaktu 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 diangkatdalam 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 dikemukan berdasarkan pada waktu penggantian komponen krtis.

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

Manfaatyang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

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

1.6 Sistematika Penulisan

Agarlebihterstruktur,tugasakhirinidisusundengansistematikapenulisan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Memuat kajian singkat tentang latar belakang dilakukan kajian permalahan 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 dilakukansebelumnya 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 grafikdengan 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 sehinggadapat menghasilkan sebuah rekomendasi

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat danrekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahanyang 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. KajianTerdahulu

Terdapat beberapa penelitiannya sebelumnya, seperti yang dinyatakan oleh Wahyudi, *et.al*., (2010) bahwa *Reliability Centered Maintence(CRM)* 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 AileenValencia 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 EffectAnalysis (FMEA)* untuk mengetahui kegagalan fungsional dan efek kegagalan. Hasil dari penelitian mengkategorikan komponen mesin dan kegagalannya 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 CenteredMaintenance (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 *Realibility Centered Maintenance (RCM)* telahterbukti metode yang efektif untuk pemeliharaan optimasi.

Padapenelitiantugas akhir yang dilakukan Alieen (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 andEffect 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,mengidensifikasikan 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 Realibility Centered Maintenance (RCM). Tujuan dari penelitiannya adalah mengetahui implementasi RCM (Realiability Centered Maintenance) untuk dapat menentukan pemeliharaan yang optimal serta dapat memprediksi langkah untuk mengatasi kerusakan yang mungkin terjadi pada periode berikutnyaberdasarkan 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 mengaplikasi metode *Realibility Centered Maintenance* (CRM)

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Perawatan

Perawatan (*maintenance*) adalah adalah kegiatan pendukung utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi (peralatan) sehingga pada saat dibutuhkan dpat dipakaisesuai dengan kondisi yang diharapkan. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan tindakan perawatan dengan tetap memperhatikan fungsi pendukungnya dandengan 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 industrimengakibatkan perubahan ekspektasi, penelitian dan teknik atau metode yang dipakai. Perkembangan tersebut dapat dibagi dalam 3 generas. 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. Sistematik 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 performasi 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 Maintenace*

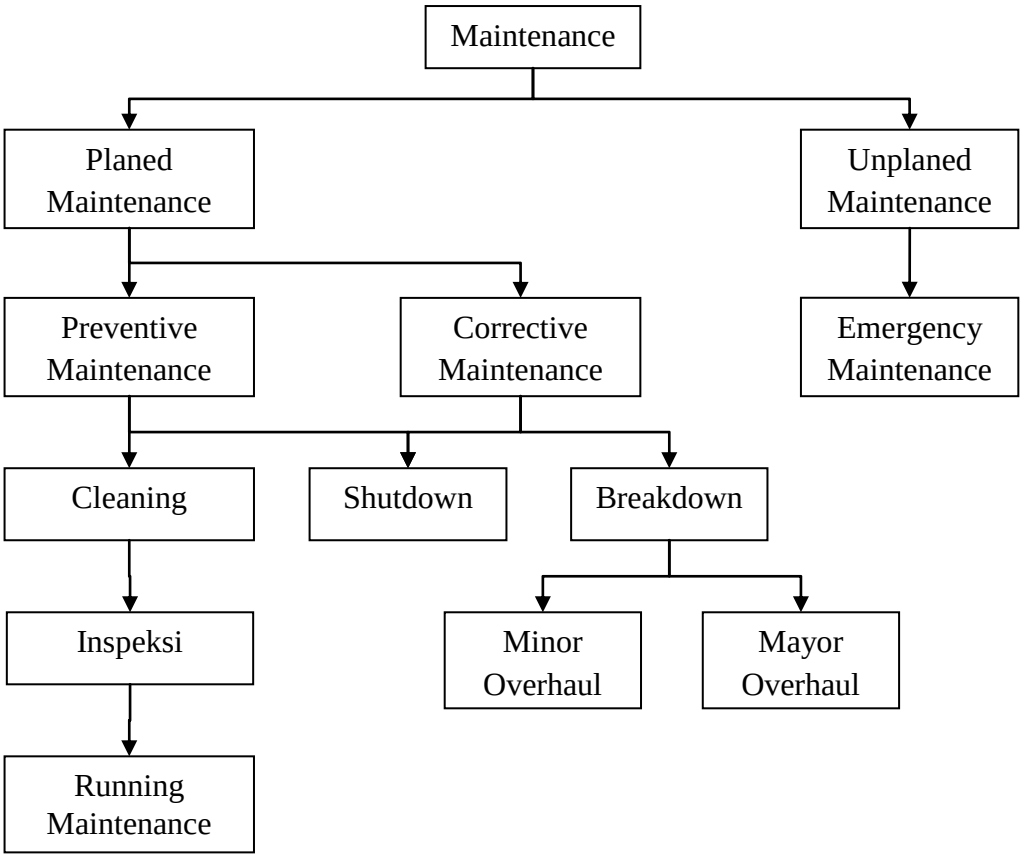
        Kegiatan pemeliharaan ini menggunakan peralatan untuk mendiagnosa perubahan kondisi dari peralatan atau aset, dengan tujuan untuk memprediksi awal penetapan interval waktu pemeliharaan.
   b. *Corrective Maintenance,* suatu kegiatan pemeliharaan yang tujuan akhirnya untuk memperbaiki fungsi mesin atau 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 pelaksanaannyatidak direncanakan.

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

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 besarbagi 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 di lakukan untuk memihara atau merawat peralatan yang ada, dan untuk memperbaiki atau mereparasi mesin-mesin atau peralatan yang rusak.
2. Alat-alatatau komponen- komponen apa yang dibutuhkan harus disediakan agar tindakan –tindakan pada bagian pertama diatas dapat dilakukan.

2.2.2. Reliabilty Centered Maintenance(RCM)

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) meliputi pembuatan kegagalanfungsi yang kemudian akan dicari mode kerusakannya, Dengan adanya mode kerusakan, penyebab kerusakan akan ditentukan sehingga dapat dianalisis pengaruh kerusakan terhadapkerja peralatan. *Metode ReliabilityCentered 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), RCMadalah salah satu manajemen perawatan yang dapat digolongkan kedalam 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 EffectAnalysis*. (FMEA). Jadi penerapan manajemen *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini dilakukan dengan melakukan analisa kualitatif dan kuantittatif.

Realibilty Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah proses sistematis yang harus dilakukanuntuk 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 kedalam sistem pemeliharaan terencana *(planned maintenance*). Konsep dasar metode RCM adalah mempertahankan fungsi dari salah satu sistemdengan upaya pemeliharaan yang dilakukan untuk menjaga agar sistem tetap berfungsi dengan baik. Metode RCM ini menitik beratkanpada 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 menitik beratkan 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. *Realibilty 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. *Realibility 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 *Realibility CenteredMaintenance* (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. Mengimpelementasikan keputusan berdasar *Reliability Centered Maintenance* (RCM).
6. Melakukan evaluasi, ketika sebuah *equipment* dioperasikan maka data secara real-life dicatat, tindakan dari *Reliability CenteredMaintenance* (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 tersebunyi.

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*

   Jenispenugasan pemeliharaan ini mengarah kepada tes diagnose secara berkalaatau 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. Selainitu 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) merupakansuatu teknik yang dipakaiuntuk mengembangkan *Preventive maintenance*. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatandan 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 *e*t,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 karateristik teknik itu sendiri, Pada kenyataannya perawatan proaktif tidak hanya menghindari kegagalan tetapi lebih cenderung untik menghindari resiko atau mengurangi kegagalan (Alghofari *e*t,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 *e*t,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 sedah dapat mengurangi frekuensi kegagalan ketika diterapkan bila dibandingkan dengan *Reactive Maintenance*.*Preventive Maintenance*dilakukantanpa mempertimbangkan kondisi komponen. Kegiatan antara lain terdiri dari pemeriksaan, penggantian komponen, kalibrasi, pelumasan, dan pembersihan, Tetapi *Preventive Maintenance* masih 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 terhadp 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 sebabgai berikut:

a. Memihara keadaan sutau 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 peratawatan 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 atauproduk.Kerusakan ini dapat bersifat ringan maupun berat. Perawatan korektif dibagi diatas tiga kegiatan :

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

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 kegitan keperawatan.

Ukurankeberhasilan suatu tindakan perawatan dapat dinyatakandalamtingkatkeandalan.Secara umum *reliability*dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu system 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 kuantitatifuntuk menilai kelayakan suatu systemmenandakan bahwa *realibility*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 standaruntuk menentukan apa yang dimaksud dengan kemampuan yang diharapkan.

3. Tujuan yang diinginkan

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

4. Waktu

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

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 kondisiselama 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 memeprediksi kapan suatu suku cadang pada suatu mesin mengalami kerusakan, sehingga dapat menentukan kapan harus dilakukan perawatan, pergantian dan penyediaan komponen.Pada kasus ini *realibility* 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 dilakukan dengan menggunakan data variable seperti tinggi, jarak,jangka waktu. Untuk suatu variable acak *x* kontinu didefinisikan berikut :

$$f(x) \geq 0 \tag{2.1}$$

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

$$P(a < X < b) = \int_{a}^{b}(x)\,dx \tag{2.3}$$

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

2. Fungsi Distribusi Kumulatif.

   Fungsi ini menyatakan probabilitas kerusakan dalam percobaaan acak, Dimana variable acak tidak lebih dari *x* :

$$F(X) = P(X \leq x) = \int_{0}^{x} f(t)dt \tag{2.4}$$

3. Fungsi keandalan

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

$$R(X) = P(T>t) \tag{2.5}$$

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 ($t_i t + \Delta t$). $F(t)$ dinyatakan sebagai probabilitas kegagalan komponen samapai waktu t, maka

$$F((t))=P(T<t)=\int_{-\infty}^{0} f(t) \tag{2.6}$$

Maka fungsikeandalan adalah :

$$R(t) = 1 - P(T<t) \tag{2.7}$$

$$= \int_0^x f(t)dt \tag{2.8}$$

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

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 terjadidalam interval waktut_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 disibtusi t_1=t, daan t_2 = t+h maka akan diperoleh laju kerusakan rata-rata (λ) adalah:

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

Berdasarkanpersamaan diatas maka fungsi laju kerusakan.

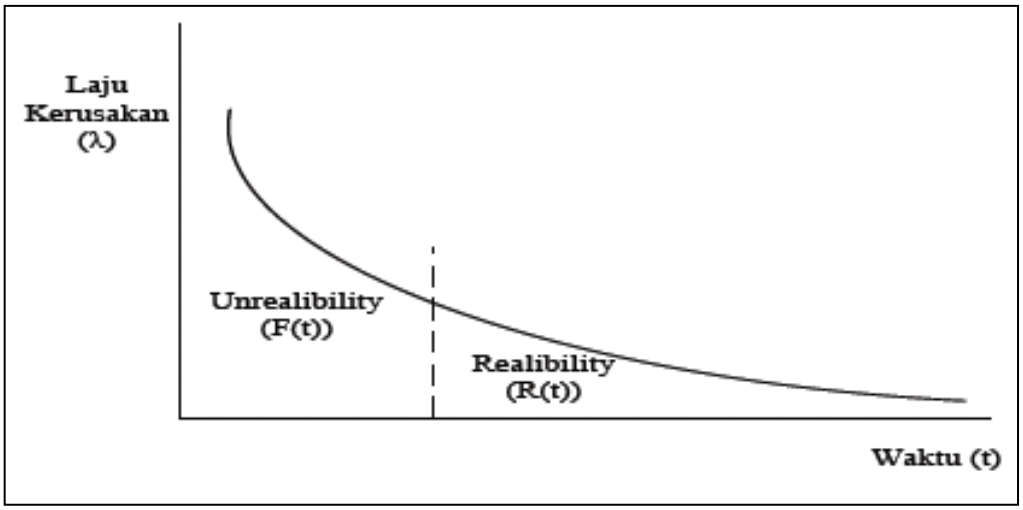
$$h(t)=lim_{n\to\infty} \frac{R(t_1)-R(h)}{hR(t_1)} \quad (2.13)$$

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

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

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 yangactual.Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karateristik 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

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.19}$$

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

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

4. Fungsi Laju Kerusakan

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

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

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

α = parameter skala/karateristik umur

β= parameter bentuk

γ= parameter lokasi kurva

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

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

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

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

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

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).

$$\beta = \frac{n\sum xiyi - \sum xi \sum yi}{\sum(xi)^2 - (\sum xi)^2} \quad (2.33)$$

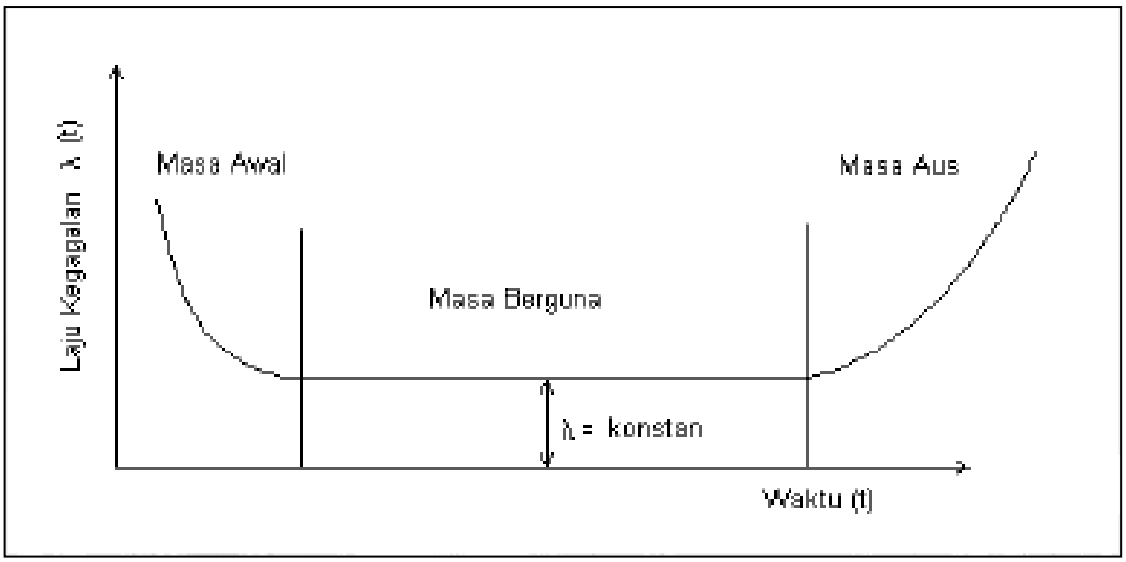
$$c = \frac{n\sum xi^2 \sum yi - \sum xi \sum yi}{n\sum xi^2 - (\sum xi)^2} \quad (2.34)$$

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

$$Y = \frac{t2-(t3-t2)(t2-t1)}{(t3-t2)-(t2-t1)} \quad (2.36)$$

2.5. Siklus hidup dan laju kerusakan komponen

Umum bentuk dari kerusakan rata-rata sebagai fungsi waktu (λ) dapat di lihat pada siklus komponen (*bathtub 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 disebabkankesalahan 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 distribusidilakukan untuk menentukan apakah distribusi yang diamati telah sesuai dengan distribusi yang diharapkan.Berdasarkan hubungan antara laju kerusakan dan waktu makadistribusi yang terbentuk dalam konsep *realibility* 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.

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

$$d = max|F(t_1) - S(t_1)| \tag{2.37}$$

Dimana:

$F(t_1)$= Fungsi distribusi Teoritis

$S(t_1)$= Fungsi distribusi Empiris

Untuk tingkat kepercayan 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 Kolmogrov-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 nialai fungsi distribusi teoritis/ nilai ketidakandalan (F(t)).

$$F(t) = 1 - R(t) \tag{2.38}$$

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

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

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

$$d = max|F(t_1) - S(t_1)| \tag{2.40}$$

7. Menentukannilai *d* Tabel berdasarkan α dan n yang ditentukan pada table kolmogrov-smirnov (*d* Tabel). Dn:α dimana n adalah jumlah data dan α adalah taraf nyata.
8. Membandingkan *d* Test dangan *d* Table yang diperoleh dari table Kolmogrov-Smirnov, data dapat di katakan berdistribusi *Weibull* bila Dmax $<d_n$:α.

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

Tahapan ujinya adalah :

H_0 = distribusi *Weibull* dua parameter

H_1 = Hipotesa awal (H_0) salah.

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

Keterangan :

X_i = ln t_i

R= jumlah *sparepart* yang rusak

R/2= bilangan bulat yang ≤ r/2

M_i= Tabel

Sα= Tabel distribusi *Weibull* dua parameter

H_0akan di terima bila nilai *Sα* test <*Sα* Tabel dan sebaliknya bila *Sα* test >*Sα* 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 persedian adalah material,dapat berupa bahan baku,barang setengah jadi, atau produk jadi, yang disimpan dalam gudang atau pada temapat dimana barang itu menunggu untuk diproses atau digunakan lebih lanjut.

Penyimpanan dan memaksimumkan tingkat ketersediaan, dan usaha untuk menentukan ukuran pemesanan optimal yang meminimumkan ongkos penyimpanan.Pada umumnya persoalan yang dihadapi dalam pengendaliaan 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 pemesan dilakukan dan selang waktu pemesan.

2.7.2 Fungsi Persediaan

Beberapafungsi 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 ancang-ancang) sebelum permintaan di penuhi.

2. Faktor Ketergantungan.

   Pada proses produksi,terdapat operasi-operasi yang saling bergantungan satu dengan yang lainnya.persediaan menyebabkan operasi-operasi yang tidak bergantungan 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 perusahan 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 perusahan 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 diatasnya.

4. Berdasarkan lead time

a. Constant lead time, adalah sistem persediaan dimana lead timetetap sepanjang waktu.

b. Variable lead time, adalah sistem persediaan dimana *lead time* bervariasimengikuti pola distribusi probabilitas tertentu.

5. Berdasarkan sistem pemesanan

a. *Perpetual*, adalah sistem persediaan dimana pemesan dilakukan saat persediaan berada pada *reorder point*.

b. *Periodic*, adalah sistem persedian 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 di buat denganmelihat 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 persedian dapat dilakukan dengan dua cara yaitu sebagai berikut :

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

2. Kebutuhan sejumlah suku cadang yang diperlukan dapat dilakukan denganpemesan 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 sukucadang yang dipesan berfluktuasi sesuai dengan persediaan yang ada pada saat pemesanan kembali. Jumlah pemesanan ditetapkan ditetapkan sebesar selisih antara jumlah maksimal yang ditetapkan dengan jumlah persediaan yang ada digudang, Persediaan keamanan diadakan untuk meredam fluktuasipermintaan selama selang pemesanan.

2.7.5 Idensifikasi 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. Prioriatas 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 (*sourching)*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 pengelompokkan 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 penggunaaan 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 penggunaaan biayaper 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 kriteria20 % 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 persedianada dua yaitu pemeriksaan persediaan yang didasarkan persediaan pada perode tertertu*(periodicreview)* 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 akahir penetapan teori keandalan.Keandalan berupaya melakukan study, pengukuran dan analisis terhadap kegagalan dan perbaikan kembali komponen kritis mesin dalam rangka meningkatkan penggunaan opersionalnya.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 komponendalam selang waktu *t*adalah :

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

Dimana :

N = Jumlah komponen tersedia

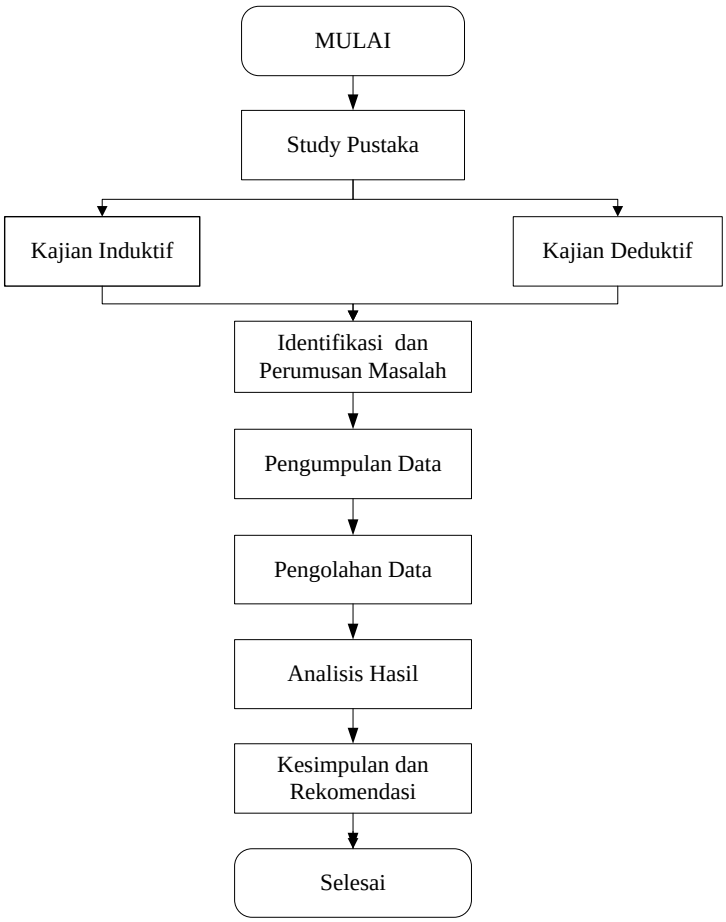
λ =α^{β} = Laju kerusakan rata-rataselama selang waktu t

α = Parameter skala

β = Parameter bentuk

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah tahapan yang dilakukan dalam menentukan pengerjaan dan penyelesaian terhadapa 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

Jenispenelitianyangdipakaipadatugasakhirini adalahpenelitianyang bersifatdeskriptifyangmenjelaskankondisidari suatusystemdenganpengamatan yangdilakukan.

3.2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan agar penulis memperoleh masukan tentang permasalahan yang akan di teliti serta lebih mengetahui objek penelitian. Teori – teoridan 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 literaturdan membaca laporan penelitian yang sudah ada sertamencariinformasi dari internet yang berhubungan dengan masalahyang akan dipecahkan dalam penelitian .
2. Mempelajari catatan yang ada dan berhubungan dengan masalahpenelitian.
3. Wawancara dengan pihak–pihak terkait dan berkompeten denganpermasalahan dalam penelitian .

3.3. Studi Literatur

Studiliteraturmerupakanlangkahyangdilakukanuntukmengetahuicara-carapengerjaandanpenyelesaianmasalahyangsudahditentukanberdasarkanteori-teoriyangsudahadadibukuataupunjurnal.Teori-teori danhasilpenelitian yang telah ada danmemiliki relevansi denganmasalahyangditeliti,dijadikan landasanteori sebagai kerangkaberfikirbagi penyelesaiantahap-tahappenelitian dariawal sampaipadatahappenulisanlaporan.

3.4. Idensifikasi Masalah

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

diidensifikasi untuk selajutnya akan dicari penyelesaiannya. Gejala yang ditimbul adalah penganganan terhadap kerusakan mesin produksi yang mengalami gangguan. Berdasrkan gejala ini maka dapat diidensifikasi bahwa sistem perawatan terencana yang belum ada penerapannya pada perusahaan ini terlihat dari kerusakan mesin yang terjadi secara tiba –tiba, perbaikan mesin dan perlatan 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

Objekyang diteliti adalah komponenmesinproduksi yangberperanvital dalamkelancaranprosesproduksidiPT.Dwikarya Mandiri yangberlokasidiYogjakarta.Dalamhaliniyangmenjadi objekpenelitianadalan mesin*SludgeSeparator*.Alasan pemilihanmesin*Sludge Separator*karenamesininimemilikiperananyangbesar,haliniterlihatdarifungsi mesin*SludgeSeparator*adalahmemisahkanminyakdari airdankotorandengan katalainmemisahkanminyakdarifraksiyangberatjenisnyalebihdarisatu.

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 mengangani pengurutan produksi dan sistem informasi yang digunakan untuk pengurutan produksi, serta wawancara dengan pihak management 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 Motede 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 baisanya menggunakan skala prioritas. Metode yang digunakan penulis untuk klarifikasi material

adalahdiagram 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 karateristik data kerusakannya. Dalam persoalan pengendalian persediaan komponen yang berhubungan dengan karateristik 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 keruskan 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 $\beta \; dan \; \alpha$ dengan regresi linear Y= A + bt. Setelah parameter $\beta \; dan \; \alpha$ 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 Seperator 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 pemesan tetap dan interval waktu pemesan 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 yangdibutuhkan 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, Yogjakarta.Berdiri diatas tanah seluas 925 m^2 yang merupakan milik ahli waris keluarga pak sukirman yang sesuai dengan perjanjian tealah disewakan keapada 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 dibidng manufakturdan mendapat izin operasi pada 1 Maret 2004.

Pada awalnya berdirinya perusahaan ini mempunyai 8 orang karyawan, dengan 4 orang bagian mesin, 2 orang bagian admistrasi, 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.

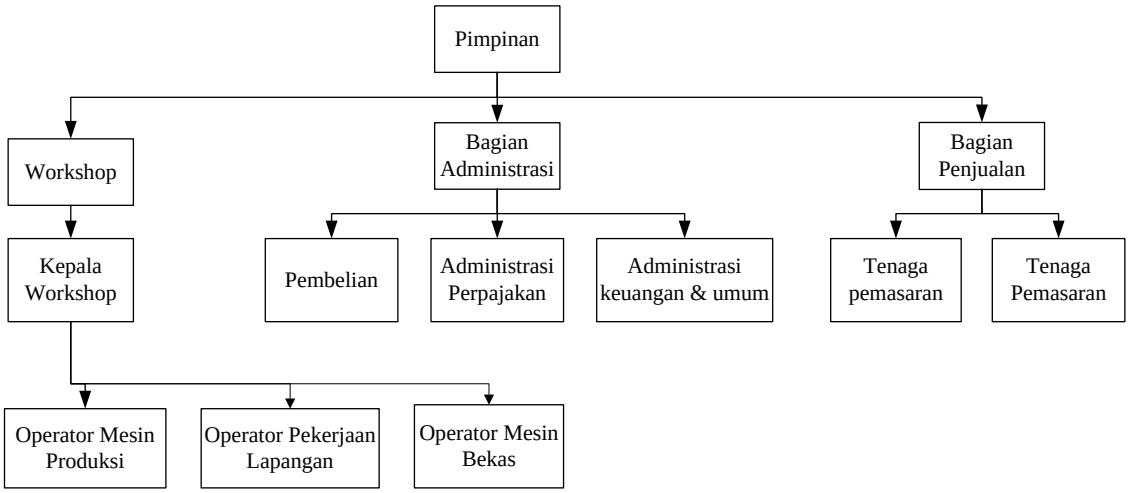
4.1.2. Misi

Adapun misi dari PT.Dwikarya Mandiri adalah meningkatkan keuntungan (*income*) perusahaan,meningkat kesejakteraan 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 istrirahat adalah 11.30 s.d.12.30 untuk hari senin s.d kamis 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 waktuterjadinyakerusakan komponenmesin 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 padaPT 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 darikomponen kritis Data waktu keruskan keseluruhan komponen dapat dilihat pada di lampiran 4.1

Tabel 4. 1Daftar 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 Sleve
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	Contactor
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 terkahir 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 komponenkritis.

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	Erotion 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	Erotion 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		

Nama komponen	Kodifikasi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nop	Des
Oil deflator	Pn.65194												
Paring disc	Pn.528537-02					25				20			
Pipa St. Steel Q” 2 x4mm x 6m													
Protectingcup	Pn.65199												
Seal ring	Pn. 38411												
Seal ring	Pn.64104												
Seal ring	Pn.67034												
Seal ring	Pn.67411												
Seal ring	Pn. 71866												
Slave Bottom Bearing	521651.2			17									
Spring Casing	Pn 65191												
Spring	Pn.66191												
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												
Contactor	SK 65-220V												
Novuse Breaker	50A-3P												
Thermal over load	25-35 A												
Thermal over load 7-11 A													

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		

Nama Komponen	Kodifikasi	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
Oil deflator	Pn.65194												
Paring disc	Pn.528537-02		7				13					22	
Pipa St. Steel Q” 2 x4mm x 6m													
Protectingcup	Pn.65199												
Seal ring	Pn. 38411	10											
Seal ring	Pn.64104												
Seal ring	Pn.67034	10											
Seal ring	Pn.67411												
Seal ring	Pn. 71866	10		29									
Slave Bottom Bearing	521651.2												
Spring Casing	Pn 65191												
Spring	Pn.66191					31							
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				4								
Contactor	SK 65-220V												
Novuse Breaker	50A-3P												
Thermal over load	25-35 A												
Thermal over load 7-11 A													

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 perioritas 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 *SludgeSeparator* untuk interval waktu satu tahun berdasarkan fungsi laju kerusakan.

4.3.1. PenentuanKomponen 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 perperiode 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 *materialinventori* 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 niali 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	Erotion 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	Erotion 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 peresentase 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	$\frac{4}{24}$x100%=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	$\frac{5}{24}$x100%=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	$\frac{15}{24}$x100% =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, penetuan waktu kerusakan dan parameter distribusi *Weibull* untuk menetukan nilai keandalan komponen nilai kritis mesin *sludge separator*dilakukan terhadap semua *Spare part*berada di kelas A (kritis),

4.3.2. Penentuan FungsiKeandalan / *Reliability*

4.3.2.1. NilaiKeandalanBerdasarkan 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 karateristik 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 ti.

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

n = banyaknya terjadinyakerusakan (event)

i = nilai event ke i,i = 1,2,3...

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 menetukan tingkat keandalan (*reliability)* yang mempunyai laju konsep laju kerusakan dalam penerapannya. Ada tiga parameter distribusi *Weibull* yang dapat digunakan dalam menetukan tingkat keandalan dalam sebuah komponen,α (parameter skala/umur) β (parameter bentuk),γ (parameter karateristik).

$$\beta = \frac{n\sum xiyi - \sum xi \sum yi}{n\sum(xi)^2 - (\sum xi)^2} \quad (4.2)$$

$$c = \frac{n\sum xi2 \sum yi - \sum xi \sum xiyi}{n\sum xi^2 - (\sum xi)^2} \quad (4.3)$$

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

$$\gamma = t2 - \frac{(t3-t2)(t2-ti)}{(t3-t2)-(t2-ti)} \quad (4.5)$$

Penentuan waktu kerusakan dan parameter distribusi *Weibull* untuk menenetukan nialai keandalan komponen kritismesin *Sludge Separator* dilakukan terhadap semua *spare part*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*= 1dengan *ti* = 3,5333 maka dapat dihitung :

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

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

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

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

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

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

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***	***Xi*2**
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 SpindlePn 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$\alpha dan \beta$ dapat dihitung dengan rumus

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

$$\beta = \frac{4\ x(-8{,}7831)-(20{,}2466)x\ (-1{,}9110)}{4\ x\ 102{,}7525-(20{,}2466)^2}$$

$$\beta = 3{,}2838$$

$$c = \frac{n\sum xi2\sum yi-\sum xi\sum xiyi}{n\sum xi^2-(\sum xi)^2}$$

$$c = \frac{(4\ x\ 102{,}7525\ x-1{,}9110)-(20{,}2446\ x-8{,}7831)}{4\ x\ 102{,}7525-(20{,}2466)^2}$$

$$c = 16{,}6163$$

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

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

$$= 157{,}5905$$

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 SpindlePn 67347-00 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Untuk *i*= 1dengan *ti*= 3,5333 maka dapat dihitung :

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

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

$$R\ (28) = 0{,}1296$$

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

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

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

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 :

$$\sum xi = 24{,}6208$$

$$\sum \text{yi} = -1{,}9110$$

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

$$\sum \text{xi}^2 = 121{,}2969$$

$$\sum \text{xi.yi} = -11{,}5872$$

Nilai konstanta$\alpha \; dan \; \beta$ dapat dihitung dengan rumus :

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

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

$$\beta = 2{,}6546$$

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

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

c = 12,0609

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

$= exp\left(\frac{12,1246}{2,6546}\right)$

= 94,0098

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= 1dengan ti = 3,3322 maka dapat dihitung :

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

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

$R\ (28) = 0,0946$

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

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

$F(28) = 0,9054$

Dengan menggunakan cara yang sama di lakukan perhitungan untuk i = 2hingga 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 :

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

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

$$\beta = 1{,}5576$$

$c = \frac{n\sum xi2\sum yi - \sum xi\sum xiyi}{n\sum xi^2 - (\sum xi)^2}$

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

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- 01590

$F(28)$ = 0,8409

Dengan menggunakan cara yang sama di lakukan perhitungan untuk i = 2hingga 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***	***Xi²***
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 :

$\sum xi = 20,2691$

$\sum yi = -1,7529$

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

$\sum xi^2 = 103,3472$

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

Nilai konstantaa dan b dapat dihitung dengan rumus :

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

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

β = 2,0970

$$c = \frac{n\sum xi2 \sum yi - \sum xi \sum xiyi}{n\sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

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

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 kumulatifdari contoh hasilpengamatan, 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 ≤ r/2

M_i = Tabel

$S\alpha$ = Tabel distribusi *Weibull* dua parameter

H_0akan di terima bila nilai *Sα* test <*Sα* Tabel dan sebaliknya bila *Sα* test >*Sα* table maka Ho ditolak.

4.3.3.1. Uji kerusakan distribusi Weibull untuk Spare part Bowl SpindlePn67347-00

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

Ti =106

Xi = *ln (ti)*

= *ln* (106)

= 4,6634

X (i+1) – Xi = 4,9972- 4,6634

= 0,3338

Mi =1,0790(nilai dari tabel distribusi *Weibull* dau parameter)

(X (i+1) - Xi) /Mi = 0,3338 / 1,0790

= 0,2901

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)**	***Xi = ln (ti)***	***X(i+1)-Xi***	***Mi (Tabel)***	***X(i+1)-Xi/Mi***
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 :

$$S_\alpha test = \frac{\sum_{i=\left(\frac{r}{2}\right)+2}^{r-1}\left(\frac{X_i+1-X_i}{M_i}\right)}{\sum_{i=1}^{r-1}\left(\frac{X_i+1-X_i}{M_i}\right)} \quad (4.11)$$

= (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_α = 0,95 (dari tabel terlampir)

Maka Stes <Sα

Kesimpulan :

Ho = dapat diterimaBowl Spindle . Pn 67347-00 berdistribusidua parameter.

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

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

Ti =118

Xi = ln (ti)

= ln (118)

= 4,7707

X (i+1) – Xi = 4,8442- 4,7707

= 0,0735

Mi =1.1157(nilai dari tabel distribusi *Weibull* dua parameter)

(X (i+1) - Xi) /Mi = 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)**	***Xi = ln (ti)***	***X(i+1)-Xi***	***Mi (Tabel)***	***X(i+1)-Xi/Mi***
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 :

Ho = dapat diterimaBowl Spindle . Pn 528537-02 berdistribusidua Parameter

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

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

Ti =28

Xi = ln (ti)

= ln (28)

= 3,3322

X (i+1) – Xi = 3,8286- 3,3322

= 0,4964

Mi =1.0790(nilai dari tabel distribusi *Weibull* dua parameter)

(X (i+1) - Xi) /Mi = 0,4964 / 1,0790

= 0.4600

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)** **(*ti*)**	***Xi*** ***= ln (ti)***	***X(i+1)-Xi***	***Mi*** ***(Tabel)***	***X(i+1)-Xi/Mi***
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	*n* (event)	TTF(Hari) (*ti*)	*Xi = ln (ti)*	*X(i+1)-Xi*	*Mi (Tabel)*	*X(i+1)-Xi/Mi*
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 :

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

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

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

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

$S_\alpha test = 0,6089$

Diketahui :S_α = 0,86 (dari tabel terlampir)

Maka $S_\alpha$test<Sα

Kesimpulan :

Ho = dapat diterimaFriction Pad & Screw . Pn 76282 Lbg 4 berdistribusi dua parameter.

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

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

Ti =82

Xi = *ln (ti)*

= *ln* (82)

= 4,4067

X (i+1) – Xi = 5,0998- 4,4067

= 0,6931

Mi =1.0790 (nilai dari tabel distribusi *Weibull* dua parameter

(X (i+1) - Xi) /Mi = 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) (ti)***	***Xi = ln (ti)***	***X(i+1)-Xi***	***Mi (Tabel)***	***X(i+1)-Xi/Mi***
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 :

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

i = (r/2) + 1

= (4/2) + 1 =3

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

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

$S_\alpha test$=0,1205

Diketahui :S_α = 0,86 (dari tabel terlampir)Maka *S*tes <Sα

Kesimpulan :

Ho = dapat diterimaNozzle 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. Penetuan konsep keandalan didasari dari distribusi *Weibull*, dimana parameter distribusi ini dugunakan untuk menetukan 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. KonsepKeandalanBowlSpindle Pn 67347-00

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= 0,2380$$

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

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

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

$$= 0,7614$$

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

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

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

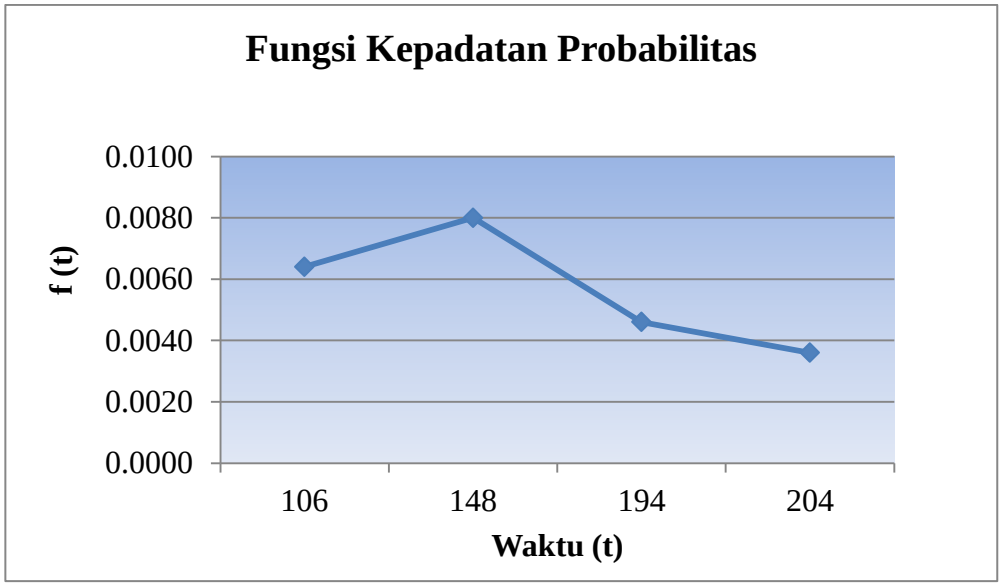
$$= 0,00842$$

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.

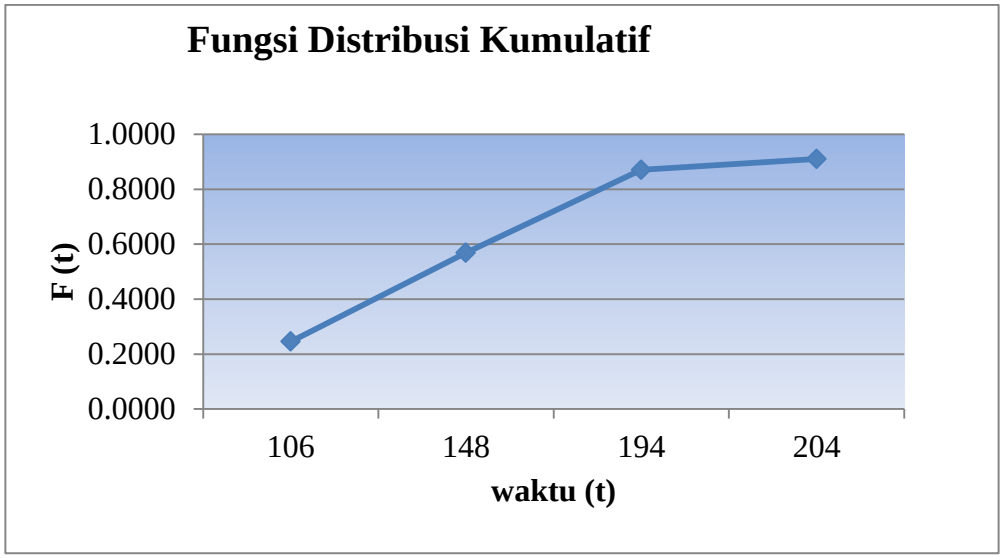
Tabel 4. 16 Nilai-nilai fungsi kenadalan komponen Bowl Spindle Pn 63747-00

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

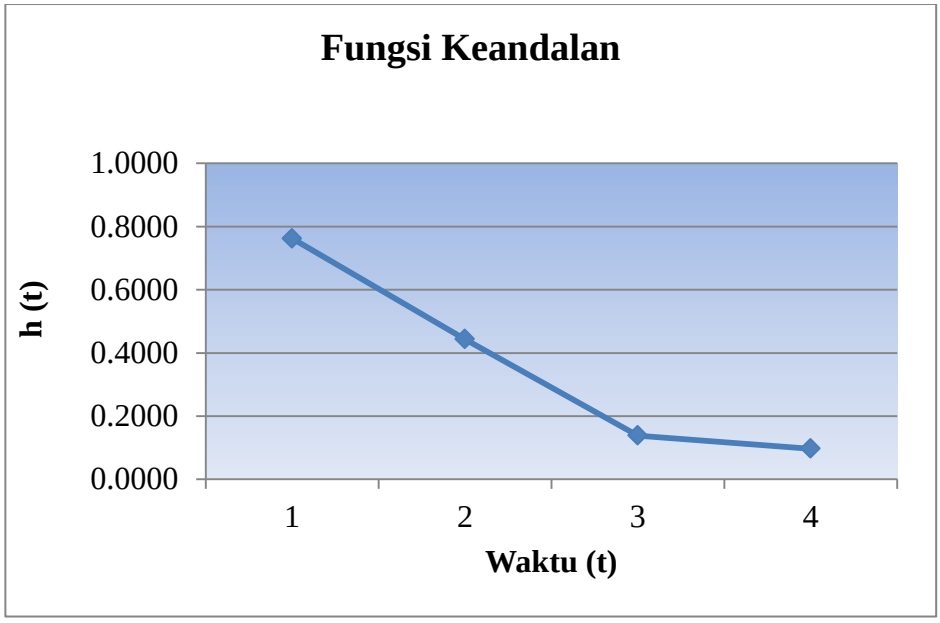
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen *Bowl Spindle* Pn 63747-00 seperti terlihat pada gambar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



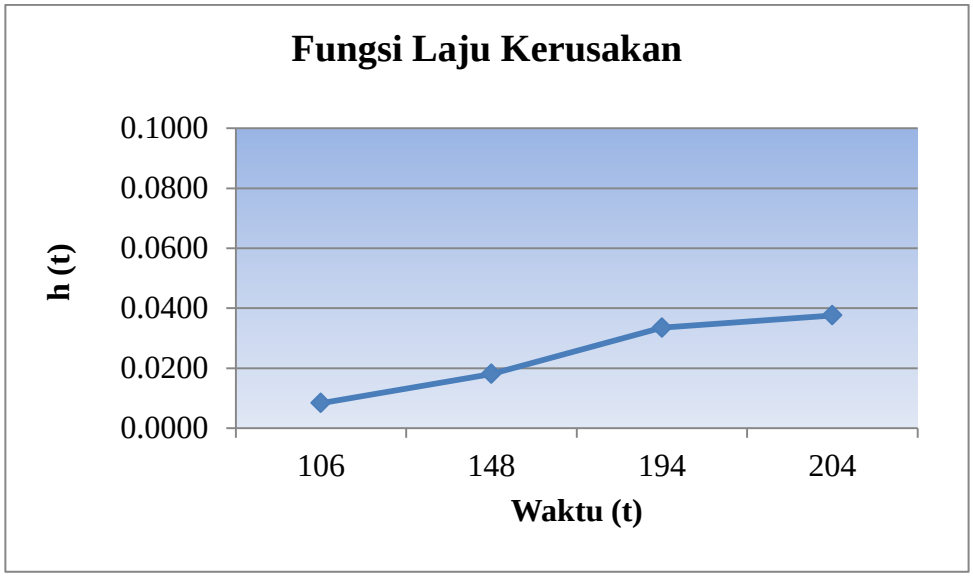
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Kepadatan Probabilitas Komponen Bowl Spindel Pn 63747-00



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/ tahun
2. Fungsidistribusi kumulatif
   F(t) = 0.2450/ tahun
3. Fungsi keandalan
   R(t) = 0,7619/ tahun
4. Fungsi laju kerusakan
   h (t)= 0.0084 / 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*.

β = 2,1253 α = 94,0098 c = 12.0609

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

$$F(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} exp = \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (4.23)$$

$$= \frac{2,1253}{94,0098}\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253-1} exp = \left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right]$$

$f(t) = 0,0028$

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

$$F(t) = 1- Exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (4.24)$$

$$F(t) = 1- Exp\left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right]$$

$$= 0,8023$$

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

$$R(t) = Exp\left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right]$$

$$= Exp\left[-\left(\frac{106}{94,0098}\right)^{2,1253}\right]$$

$$= 0,1977$$

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

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad (4.25)$$

$$= \frac{f}{R} = \frac{2{,}1253}{94{,}0098}\left(\frac{106}{94{,}0098}\right)^{2{,}1253-1}$$

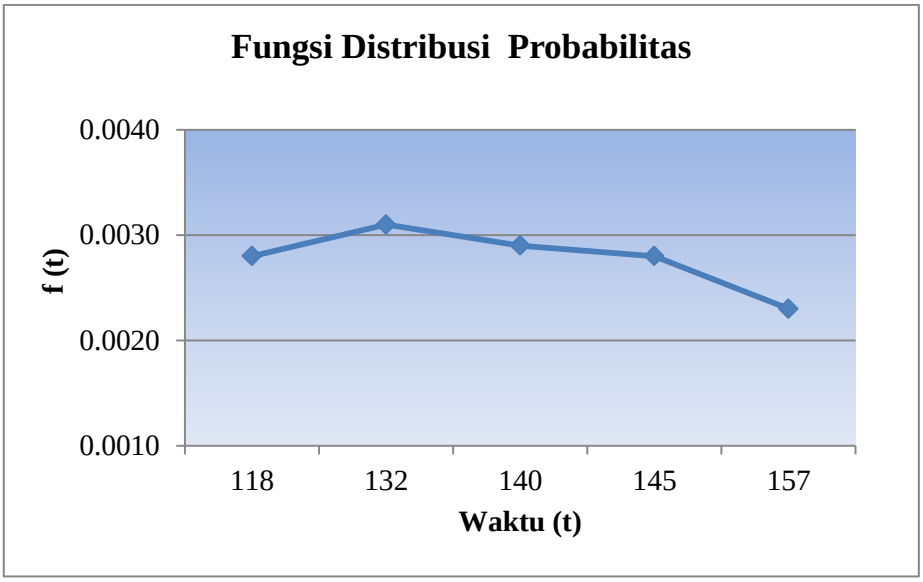
$$= 0{,}0140$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatanprobabilitas. 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.

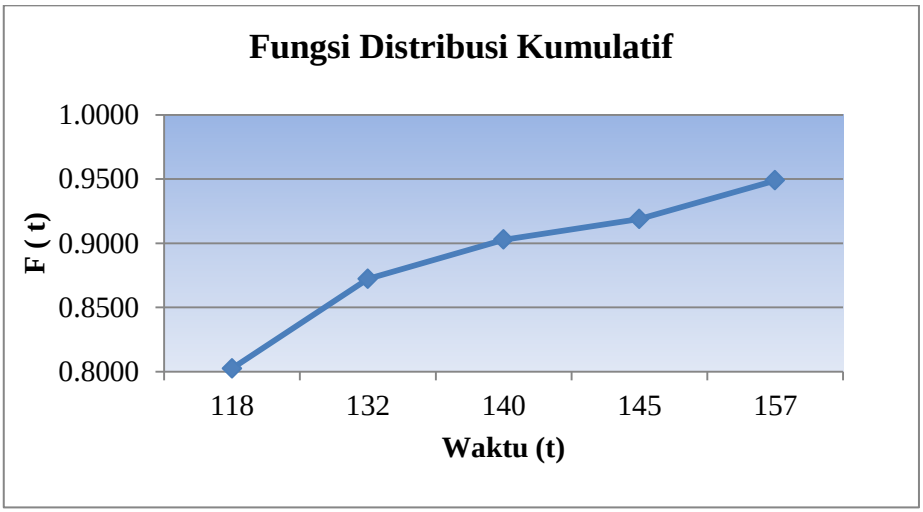
Tabel 4. 17 Nilai-nilai fungsi kenadalan komponen Paring Disc Pn 528537-02

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

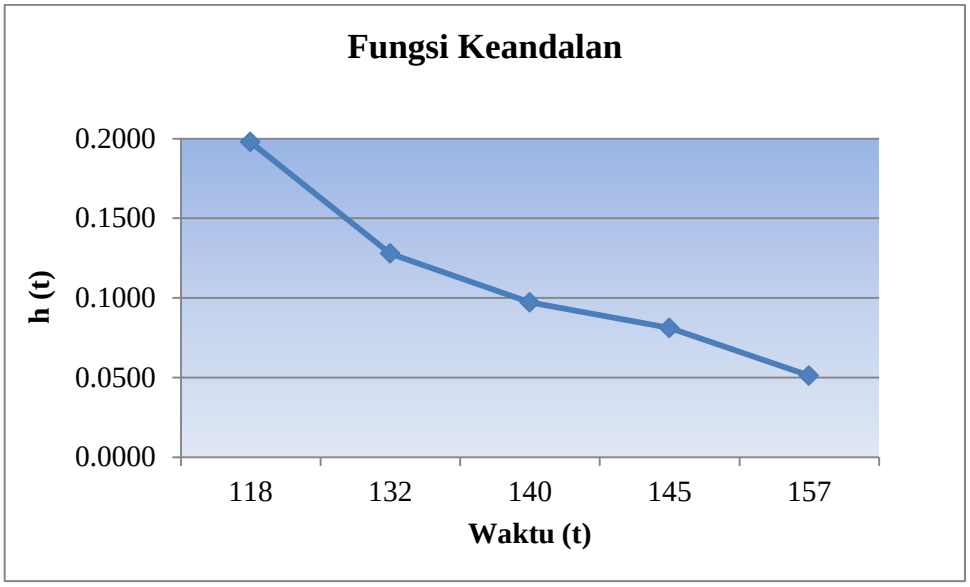
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen Paring Disc Pn 528537-02



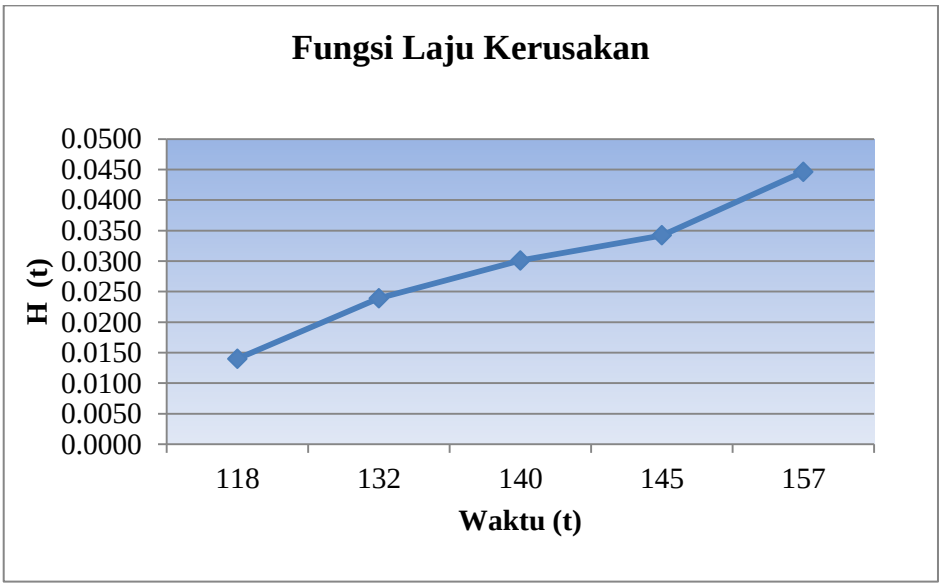
Gambar 4. 6 Grafik Distribusi Weibull Untuk Fungsi Distribusi Probabilitas Komponen Paring Disc Pn 528537-02



Gambar 4. 7 Grafik Distribusi Weibull Untuk FungsiDistribusi 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/ tahun
2. Fungsidistribusi kumulatif
   F(t) = 0.8023/ tahun
3. Fungsi keandalan
   R(t) = 0,1977/ tahun
4. Fungsi laju kerusakan
   h (t)= 0.0140 / 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.*

$\beta = 1{,}5576$ $\alpha = 81{,}5797$ 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 4yang mengikuti distribusi *Weibull*.

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

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

$$= 0{,}1722$$

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

$$R(t) = Exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (4.28)$$

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

$$= 0{,}8277$$

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

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad (4.29)$$

$$= \frac{f}{R} = \frac{1{,}5576}{81{,}5797}\left(\frac{28}{81{,}5797}\right)^{15576-1}$$

$$= 0{,}0105$$

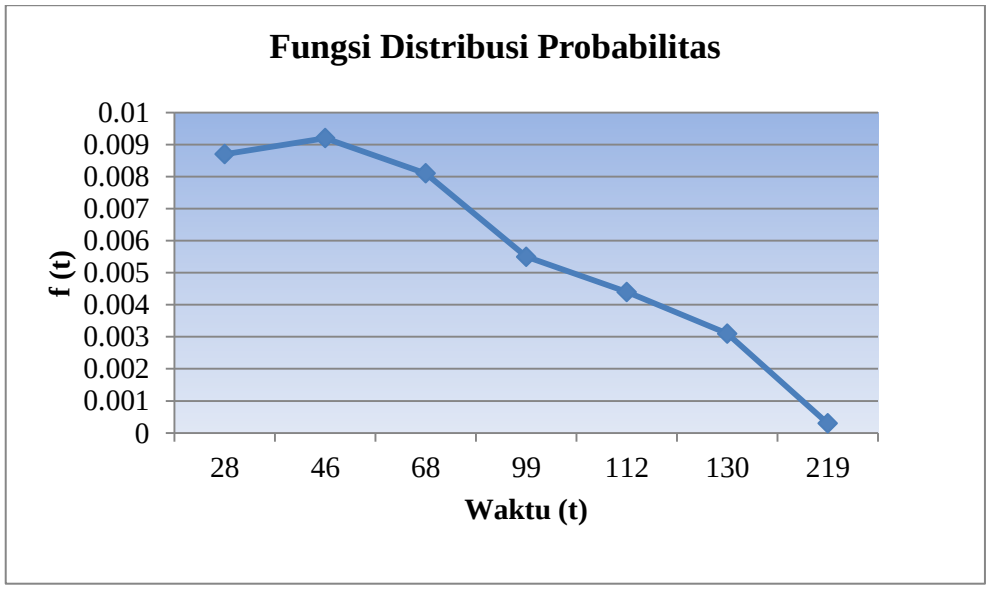
Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukanperhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas. Fungsi probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan dan fungsi laju kerusakan

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

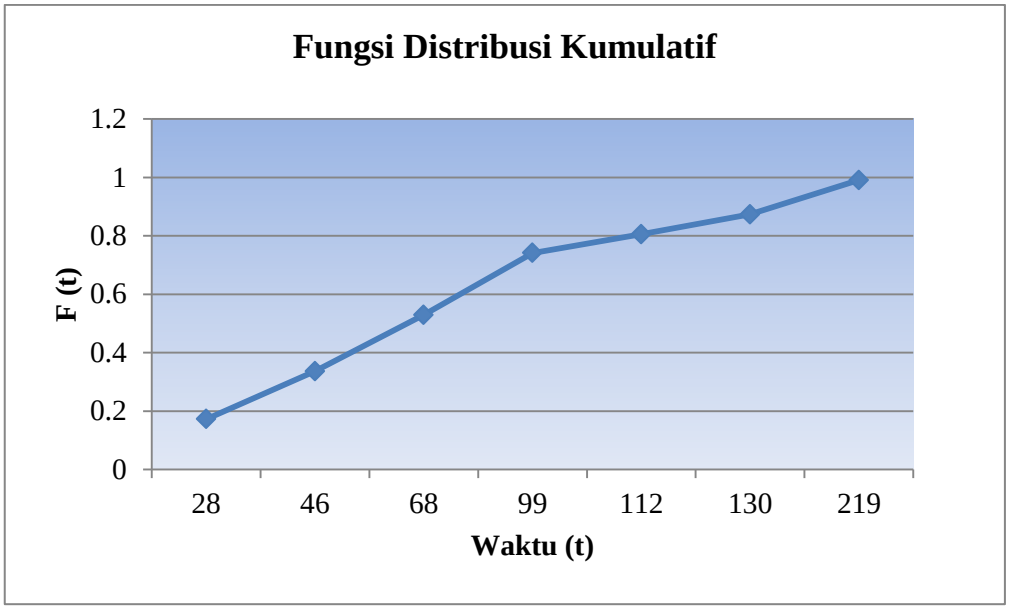
Tabel 4.18 Nilai-nilai fungsi keandalan komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg4

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

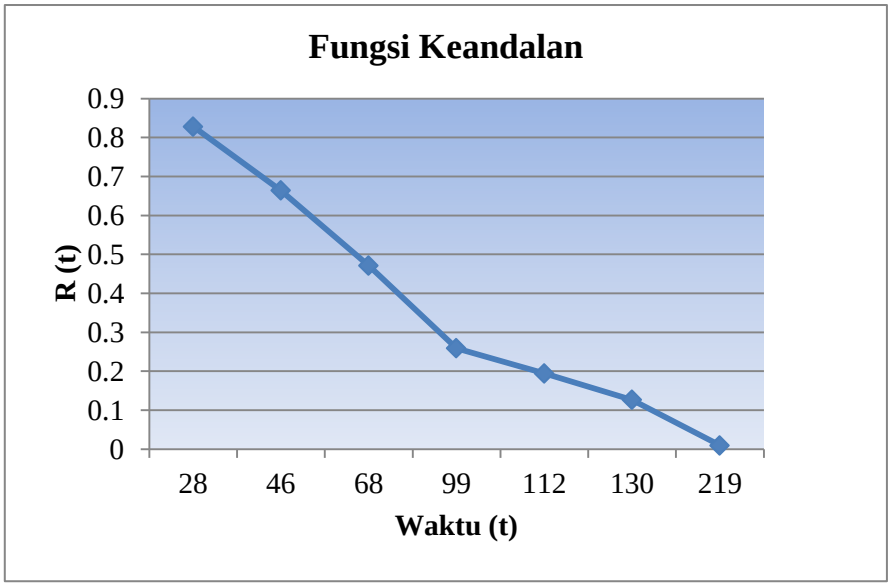
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4 sebagai berikut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



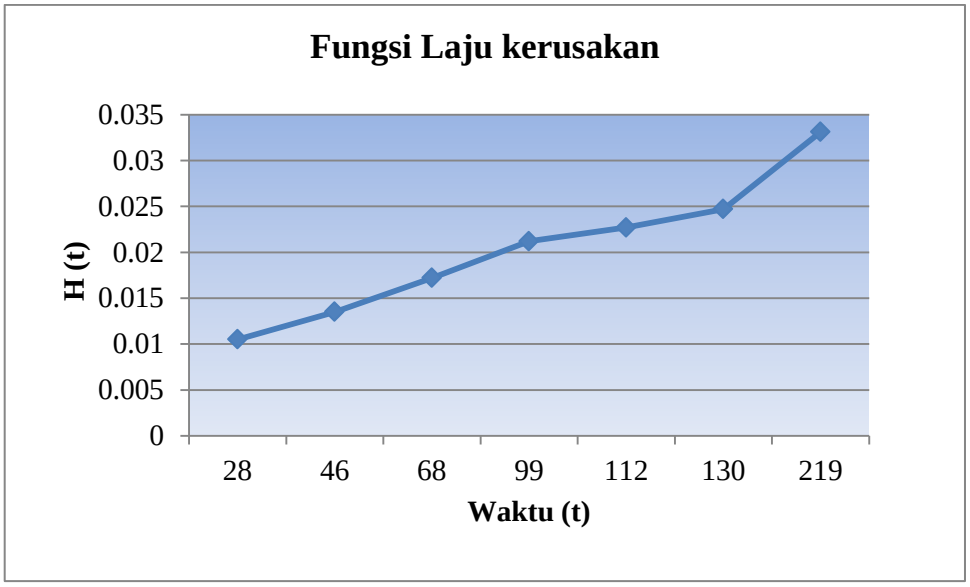
Gambar 4. 10 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Laju Kepadatan Komponen Friction Pad & Screw Pn 76282 Lbg 4



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/ tahun
2. Fungsidistribusi kumulatif
   F(t) = 0.1722/ tahun
3. Fungsi keandalan
   R(t) = 0,8277/ tahun
4. Fungsi laju kerusakan
   h (t)= 0.0105 / 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 disteribusi *Weibull*.

β = 2,0907 α =183,7176 c = 10,9327

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

$$F(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} exp = \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (4.30)$$

$$= \frac{2.0907}{183.7176}\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907-1} exp = \left[-\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907}\right]$$

$$= f(t) = 0,0045$$

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

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

$$F(t) = 1 - Exp\left[-\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907}\right]$$

$$= 0,2706$$

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

$$R(t) = Exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (4.31)$$

$$= Exp\left[-\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907}\right]$$

$$= 0,7293$$

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

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

$$= \frac{f}{R} = \frac{2.0907}{183.7176}\left(\frac{106}{183,7176}\right)^{2,0907-1}$$

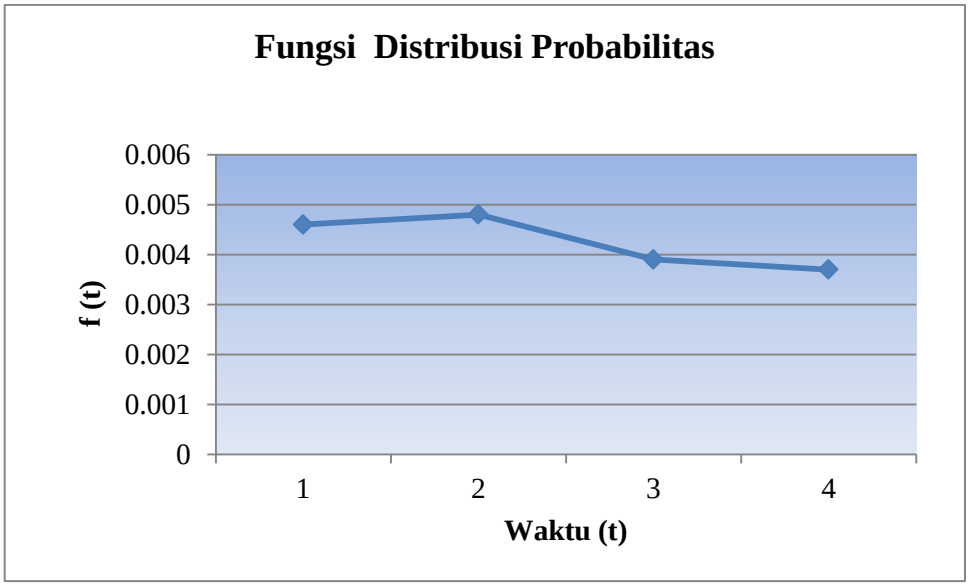
$$= 0,0062$$

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

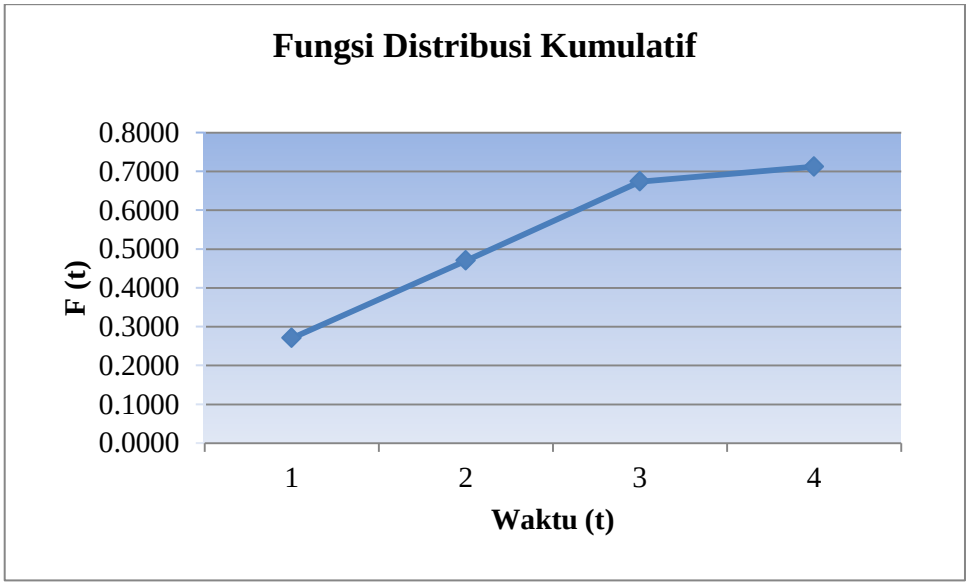
Tabel 4. 19 Nilai-nilai fungsi kenadalan komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83

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

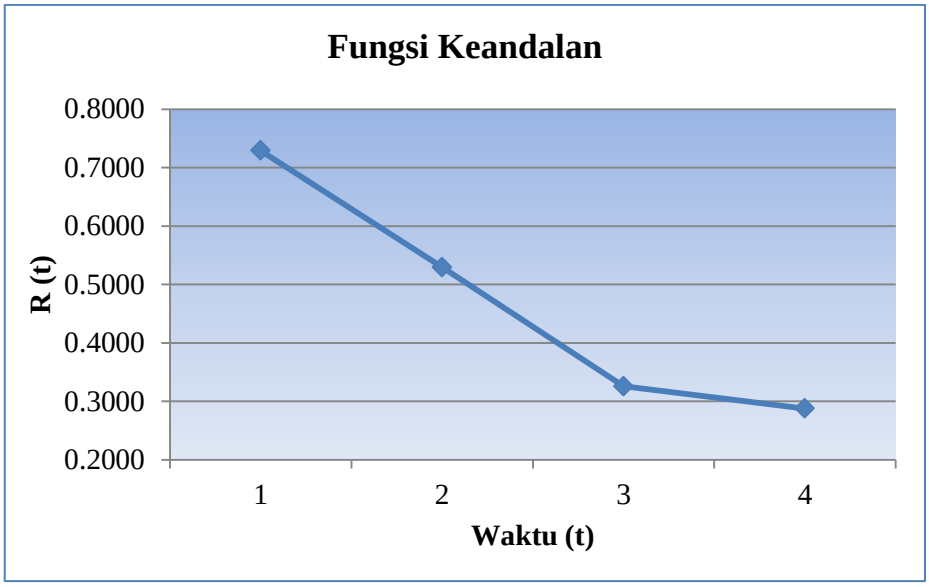
Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh dari pengolahan data diatas maka berikut ini dapat dilihat grafik distribusi *Weibull* untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan dari komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83



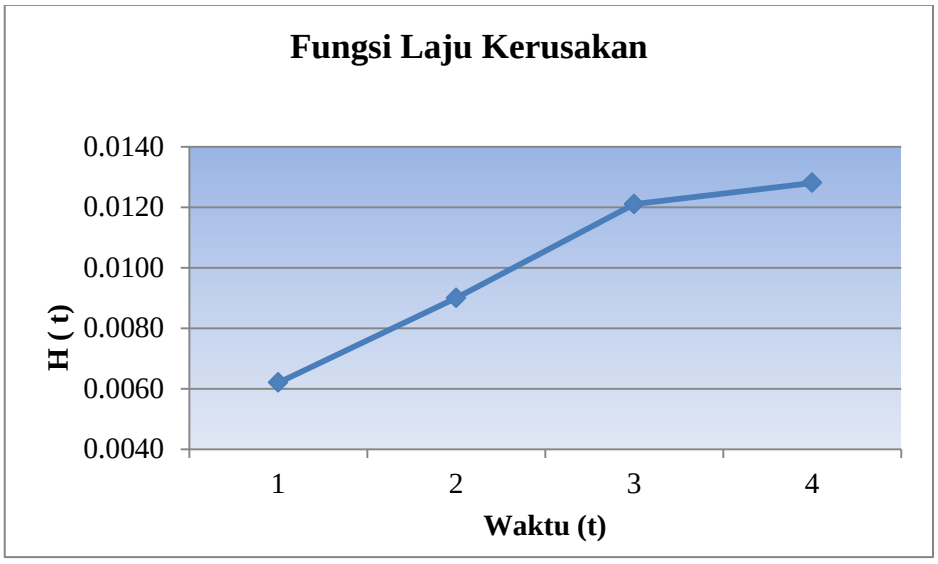
Gambar 4. 14 Grafik Distribusi *Weibull* Untuk Fungsi Laju Kepadatan Komponen Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83



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/ tahun
2. Fungsidistribusi kumulatif
   F(t) = 0.2706/ tahun
3. Fungsi keandalan
   R(t) = 0,7294/ tahun
4. Fungsi laju kerusakan
   h (t)= 0.0062/ tahun

4.3.4.5. Jumlah kebutuhan komponen.

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

4.3.4.5.1. Jumlahkebutuhan 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 :

$$=\frac{106+148+194+204}{4}$$

$$=\frac{652}{4}$$

$$= 163$$

Laju kerusakan selang antar waktu t = 163

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

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

= 0.0068/ hari

Rata-rata terjadinya kerusakan selama dua tahun adalah sebagai berikut : selama dua tahun terakhir dari tabel 4.3 terjadi kerusakan sebanyakempat 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 x 0.0068 x 720

= 9,792 ≈ 10 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/ 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 komponenParing 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 x 0.0018 x 720

= 3,24 ≈3 unit.

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

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponenFriction Pad & Screw 76282 Lbg 4, peluang terjadinya kerusakan terjadi pada selang waktu rata-rata, untuk menentukan kebutuhan Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4selama 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/ 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 komponenParing 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 x 0.0033 x 720

= 8,316 ≈8 unit.

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

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponenNozzle 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 534149.83selama 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/ 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 534149.83pada mesin *Sludge Separator* dibutuhkan 1 unit (8 set), jadi inspeksi kebutuhan komponen Paring Disc Pn 528537-02, selama dua tahun adalah :

DT= 2 x 0.0034 x 720

= 4,896 ≈5 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 DataKerusakan*Spare Part*

Berdasarkan penentuan komponen kritis dengan menggunakan metode ABC dan analisis pareto pada mesin *sludge separator*, komponen yang memiliki investasi terbesar (komponene 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 menetukan perkiraan kebtuhan suku cadang dalam dua tahun.

Untuk mengetahui apakah data kerusakan telah sesuai dengan distribusi lajukerusakan (distribusi Weibull) dilakukan uji distribusi dengan Uji Mann. Berdasarkan uji distribusi, semua data interval waktu keruskan 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**	***n* (event)**	***S* test**	***S* tabel**	**Kesimpulan (*Ho*)**
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 keruskan 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	**β> 1**	**Wear- out**
2.	Paring Disc, Pn 528537-02	96,2944	2,6546	**β > 1**	**Wear- out**
3.	Pricton Pad & Screw 76282 Lbg4	81,5797	1,5576	**β> 1**	**Wear- out**
4.	Nozzle Q 1,60 mm. Pn 534149.83	183,7176	2.0970	**β> 1**	**Wear- out**

Beradasarkan Tabel 5.2semua *Spare Part*jenis kerusakan *Wear Out* ini (**β> 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 keandalanmaka 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 pemesan 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 :

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

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

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

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

Pemesan kembali dilakukan (*reorder poin*)

r = (A/ hari karja/ tahun)*LT

r = (4 unit /720)*3 hari

r = 1 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 528537-02setiap tahun. Ongkos simpan meliputi fasilitas gudang, pajak dan asuransi, pemindahan sebesar 12%dan pencacatan barang bungaatas modal tertanam dan depresiasi sebesar 4%. Besar ongkos simpan Paring Disc, Pn 528537-02 adalah 16 % x Rp. 4.000.000 = Rp. 640.000.
2. Ongkos pemesan untuk setiap spare part : Rp. 62.000,-
3. Jumlah permintaan pertahun (A) 2 unit

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

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

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

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

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

Pemesan kembali dilakukan (*reorder poin*)

r = (A/ hari karja/ tahun)*LT

r = (4 unit /720)*3 hari

r = 1 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 76282Lbg 4 setiap tahun. Ongkos simpan meliputi fasilitas gudang, pajak dan asuransi pemindahan

dan pencacatan barang bunga atas modal tertanam dan deprisiasi. 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 4dalam dua tahun :

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

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

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

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

Pemesan kembali dilakukan (reorder poin)

r = (A/ hari karja/ tahun)*LT

r = (4 unit /720)*3 hari

r = 1 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 deprisiasi. 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 534149.83dalam dua tahun :

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

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

$Q^* = \sqrt{0.3340}$

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

Pemesan kembali dilakukan (reorder poin)

r = (A/ hari karja/ tahun)*LT

r = (4 unit /720)*3 hari

r = 1 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 pemesan kembali (*r*) ditentukan berdasarkan lama *lead time*. Dalam hal ini *lead time* untuk pemesananselama 3 hari**.**

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan analisis *reliability*ataukeandalan 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 parameternyaβ = 3,2838 (Parameter Bentuk), α = 15,5905 (Parameter skala/umur) nilai parameter Paring Disc Pn 528537-02 : β = 2,6546α = 96,2944nilai parameter Friction Pad & Screw 76282 Lbg 4 : β = 1,5576α = 81,5797 ;nilai Nozzle Q 1,60 mm Pn 534149.83 β =2,0970α = 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 selam 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 kondisisuatu 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, Yogjakarta Indonesia.

Anggono, W., (2005)."*Preventive Maintenance System dengan Modularity Design Sebagai SolusiPenurunan Biaya Maintenance*". Surabaya.

Assauri S., (1993). "*Manajemen Produksi*". LPFE, Universitas Indonesia, Edisi ke IV, Jakarta,

Corder, A.dan Hadi, K.,(1992)."*Teknik Manajemen Pemiliharaan*". Penerbit Erlangga, Jakarta,

Ebeling, C.E., (1997), "*An Introduction To Reliability and MaintaibilityEngineer*". Mc. Graw-Hill Book Co., Singapore.

Endri, F., (2011)."*Usulan Perawatan dan Keandalan Komponen Kritis Mesin Bus PadaIndustri Jasa*". Tugas Akhir Sarjana, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, (Tidak Diterbitkan),

Gaspersz, V. (2004)."*Total Quality Management*". PT Gramedika 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, Yogjakarta, (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, Yogjakarta Indonesia.

Walpole, R.E.,(1978). "*Probability and Statiscsfor 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

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		

Level Tube	Pn.516240-82	14											
Nave	Pn. 65152												
Nozzle Q 1,60 mm	Pn. 53414983				23						17		
Oil deflator	Pn.65194												
Paring disc	Pn.528537-02					25				20			
Pipa St. Steel Q" 2 x4mm x 6m													
Protecting cup	Pn.65199												
Seal ring	Pn. 38411												
Seal ring	Pn.64104												
Seal ring	Pn.67034												
Seal ring	Pn.67411												
Seal ring	Pn. 71866												
Slave Bottom Bearing	521651.2			17									
Spring Casing	Pn 65191												
Nozzle Q 1,60 mm	Pn. 53414983				23						17		
Oil deflator	Pn.65194												
Paring disc	Pn.528537-02					25				20			
Pipa St. Steel Q" 2 x4mm x 6m													
Protecting cup	Pn.65199												
Seal ring	Pn. 38411												
Seal ring	Pn.64104												
Seal ring	Pn.67034												
Seal ring	Pn.67411												
Seal ring	Pn. 71866												
Slave Bottom Bearing	521651.2			17									
Spring Casing	Pn 65191												
Spring	Pn.66191												

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												
Contactor	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				

Coupling vully	Pn.65155-00												
Distributor inset	Pn.531445.02								18				
Distributor tube	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		
Oil deflator	Pn.65194												
Paring disc	Pn.528537-02		7				13					22	
Pipa St. Steel Q" 2 x4mm x 6m													
Protecting cup	Pn.65199												
Seal ring	Pn. 38411	10											
Seal ring	Pn.64104												
Seal ring	Pn.67034	10											
Seal ring	Pn.67411												
Seal ring	Pn. 71866	10		29									
Slave Bottom Bearing	521651.2												
Spring Casing	Pn 65191												
Spring	Pn.66191					31							
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				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 Sleve
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	Contactor
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	Erotion 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	Erotion 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	Erotion 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	Erotion 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%	