

**PERANCANGAN PENJADWALAN *PREVENTIVE*
MAINTENANCE PADA MESIN BUBUT TIPE CW 6280
B-800**

SKRIPSI



**Oleh :
Virgiawan Valiano
150410123**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2019**

**PERANCANGAN PENJADWALAN *PREVENTIVE*
MAINTENANCE PADA MESIN BUBUT TIPE CW 6280
B-800**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh :
Virgiawan Valiano
150410123**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Batam, 8 Agustus 2019
Yang membuat pernyataan,

Virgiawan Valiano
150410123

**PERANCANGAN PENJADWALAN *PREVENTIVE*
MAINTENANCE PADA MESIN BUBUT TIPE CW 6280
B-800**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**

**Oleh
Virgiawan Valiano
150410123**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini**

Batam, 08 Agustus 2019



**Ganda Sirait, S.Si., M.Si.
Pembimbing**

ABSTRAK

Semakin hari, permintaan produksi semakin meningkat dan perusahaan semakin bergantung pada mesin dan keandalannya. Ada banyak cara yang dilakukan untuk menjaga keandalan mesin, salah satunya dengan kegiatan perawatan. Tujuan dari kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin pada industri adalah menjaga agar dapat berjalan lancar serta efisien dengan mengurangi terjadinya kemacetan dan kerusakan mesin menjadi seminim mungkin. Sebelumnya kegiatan perawatan yang dilakukan di department *BSP Division* adalah *breakdown maintenance*. Kegiatan perawatan ini dapat menyebabkan terhentinya proses produksi dalam waktu yang cukup lama, sehingga membuang waktu produktif dan berakibat target produksi kurang tercapai. Dengan demikian perlu diadakannya sistem kegiatan perawatan yang sudah terskedul pada mesin-mesin produksi di departemen *BSP Division* agar dapat mengurangi terganggunya proses produksi dan menambah masa keandalan setiap komponen mesin. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *age replacement* dengan kriteria minimasi biaya perawatan dengan interval waktu penggantian untuk komponen *contactor* selama 7 hari, dan 6 hari untuk komponen *fuse*, dengan arti bahwa komponen *contactor* harus sudah diganti sebelum beroperasi selama 7 hari, sedangkan komponen *fuse* harus sudah diganti sebelum beroperasi selama 6 hari. Hasil dari penelitian ini apabila sistem perawatan menggunakan metode *age replacement* dapat mengurangi biaya sebesar Rp. 3.170.720,- atau 22,7% untuk komponen *contactor* dan Rp. 1.191.124,- atau 19,3% untuk komponen *fuse*.

Kata Kunci : *Preventive Maintenance, Age Replacement, Downtime, Reliability.*

ABSTRACT

Increasingly, the demand for production is increasing and the company is increasingly dependent on machinery and reliability. There are many ways to maintain machine reliability, one of which is maintenance activities. The purpose of machine maintenance and maintenance activities in the industry is to keep it running smoothly and efficiently by reducing the occurrence of engine congestion and damage to a minimum. Previously, the maintenance activities carried out at BSP Division were maintenance breakdowns. This maintenance activity can cause the cessation of the production process in a long time, so that it wastes productive time and results in less production targets. Thus, it is necessary to establish a system of maintenance activities that are already in place for the production machinery in the BSP Division in order to reduce the disruption of the production process and increase the reliability of each machine component. The method used in this study is age replacement with the criteria for minimizing maintenance costs with a replacement time interval for contactor components for 7 days, and 6 days for fuse components, meaning that the contactor component must have been replaced before operating for 7 days, while the fuse component must have been replaced before operating for 6 days. The results of this research if the maintenance system using the age replacement method can reduce costs by Rp. 3.170.720,- or 22,7% for contactor components and Rp. 1.191.124,- or 19,3% for fuse components.

Keywords : *Preventive Maintenance, Age Replacement, Downtime, Reliability.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Perancangan Penjadwalan *Preventive Maintenance* Pada Mesin Bubut Tipe CW 6280 B-800”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Skripsi ini disusun agar dapat menambah wawasan dan pemahaman pembaca untuk mengetahui tentang suatu pengendalian kualitas pelayanan terhadap kepuasan konsumen pada perusahaan. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama penyelesaian Skripsi ini. Ucapan terima kasih, penyusun sampaikan kepada yang terhormat :

1. Rektor Universitas Putera Batam Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI
2. Bapak Amrizal, S.Kom., M.Si. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Putera Batam.
3. Bapak Welly Sugianto S.T, M.M, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
4. Bapak Ganda Sirait S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan segala masukan dan bimbingan dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.

6. Kedua orang tua Hendriyanto dan Handayani, adik Luvy Destianty yang tidak henti-hentinya selalu mendoakan dan memberikan dorongan moril maupun materil.
7. PT. Mencast Offshore and Marine yang telah memberikan izin penelitian.
8. Bapak Noormizan Bin Imam selaku *Head of Departement BSP Division* PT. Mencast Offshore and Marin, Bapak Nurman, Dedi Suriyadi dan Sarkim Herik selaku pembimbing lapangan dalam penelitian ini, serta Ibu Debora Nababan, dan juga Vivi Sandra.
9. Seluruh Staff dan karyawan PT. Mencast Offshore and Marine.
10. Kepada sahabat baik penulis yaitu Yudy Pratama S.T, Canggih Tri Pambudi S.Kom, Giovani Pagosta, Vanbasten Sianipar, Alexander, Muhammad Anshori, Dhani Al-Fajri, Aditya Fajri Saputra, Aggi Kurniawan, Ahmad Agus Rianto, dan masih banyak lagi yang selalu bersedia menemani dan memberi dukungan penuh pada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pihak manapun guna perbaikan karya selanjutnya. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kalangan Civitas Akademika dan PT. Mencast Offshore and Marine.

Batam, 8 Agustus 2019

Virgiawan Valiano

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPEL DEPAN	i
HALAMAN SAMPEL.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Definisi Perawatan (<i>Maintenance</i>)	6
2.1.2 Tujuan Perawatan	7
2.1.3 Jenis-jenis Perawatan.....	8
2.1.4 Kegiatan-kegiatan Perawatan	10
2.1.5 Faktor-faktor Dalam Perawatan.....	12
2.1.6 Penjadwalan.....	13
2.1.7 Mesin Bubut	14
2.1.8 <i>Least Square Curve Fitting</i>	16
2.1.9 Keandalan	17
2.1.10 Parameter Distribusi.....	20

2.1.11 Konsep ABC (<i>Activity Based Costing</i>)	21
2.1.12 Perhitungan Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR).....	22
2.1.13 Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF) dan <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR)	23
2.1.14 Pengertian Age Replacement	24
2.2 Penelitian Terdahulu	26
2.3 Kerangka Pemikiran	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian	32
3.2 Variabel Penelitian.....	33
3.3 Teknik Pengumpulan Data	33
3.4 Teknik Analisa Data	34
3.4.1 Konsep ABC (<i>Activity Based Costing</i>).....	34
3.4.2 Menghitung TTF.....	35
3.4.3 Identifikasi Distribusi	35
3.4.4 Menghitung Parameter Distribusi.....	35
3.4.5 Menghitung MTTF	36
3.4.6 Menghitung Cost of Failure (Cf) dan Cost of Preventive (Cp)	36
3.4.7 Menghitung Selang Waktu Pencegahan	36
3.4.8 Menghitung Interval Waktu Penggantian Komponen Kritis dengan Model <i>Age Replacement</i>	37
3.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	38
3.5.1 Lokasi Penelitian	38
3.5.2 Waktu Penelitian.....	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Profil Perusahaan	40
4.1.1 Profil Perusahaan	43
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	43
4.1.3 Struktur Organisasi	45
4.2 Data <i>Breakdown</i> Mesin Bubut.....	46
4.3 Konsep ABC (<i>Activity Based Costing</i>).....	49
4.4 Menghitung <i>Time To Failure</i> (TTF).....	51
4.5 Pemilihan Pola Distribusi	53
4.5.1 Perhitungan Manual.....	53

4.6	Perhitungan Parameter Distribusi	64
4.7	Perhitungan MTTF (<i>Mean Time To Failure</i>)	66
4.8	Perhitungan Cost of Failure dan Cost of Preventive	66
4.8.1	Perhitungan Selang Waktu Penggantian Pencegahan.....	68
4.9	Metode Age Replacement.....	68
4.9.1	Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen <i>Contact</i> or.....	68
4.9.2	Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen <i>Fuse</i>	70
4.10	Perhitungan Biaya Perawatan Saat ini dan Usulan.....	72
4.10.1	Perhitungan Biaya Komponen <i>Contact</i> or	72
4.10.2	Perhitungan Biaya Komponen <i>Fuse</i>	73
4.11	Pembahasan	75
4.11.1	Penentuan Komponen Kritis	75
4.11.2	Pemilihan Pola Distribusi.....	75
4.11.3	Penentuan Parameter dengan Metode <i>Maximum Likelihood Estimator</i>	76
4.11.4	Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen	76
4.11.5	Perbandingan Biaya Perawatan saat Ini dan Usulan.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN		
Lampiran 1.Data Penelitian		
Lampiran 2.Daftar Riwayat Hidup		
Lampiran 3.Surat Keterangan Penelitian		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Mesin Bubut	14
Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran	31
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian	32
Gambar 3.2 Peta Lokasi PT. Mencast Offshore and Marine	38
Gambar 4.1 Profil Perusahaan	40
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT. Mencast Offshore & Marine	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	38
Tabel 4.1 Data Breakdown Mesin Bulan Januari.....	46
Tabel 4.2 Data Breakdown Mesin Bulan Februari.....	47
Tabel 4.3 Data Breakdown Mesin Bulan Maret.....	47
Tabel 4.4 Data Breakdown Mesin Bulan April.....	48
Tabel 4.5 Data Breakdown Mesin Bulan Mei.....	48
Tabel 4.6 Data Breakdown Mesin Bulan Juni.....	49
Tabel 4.7 Identifikasi Komponen Kritis.....	50
Tabel 4.8 Klasifikasi Komponen Kritis.....	50
Tabel 4.9 Grafik Total Downtime Komponen	51
Tabel 4.10 Data Time To Failure Komponen Contactor.....	51
Tabel 4.11 Data Time To Failure Komponen Fuse.....	52
Tabel 4.12 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Normal Komponen Contactor ..	54
Tabel 4.13 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Lognormal Komponen Contactor	55
Tabel 4.14 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Eksponensial Komponen Contactor.....	56
Tabel 4.15 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Weibull Komponen Contactor..	57
Tabel 4.16 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Normal Komponen Fuse	58
Tabel 4.17 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Lognormal Komponen Fuse	59
Tabel 4.18 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Eksponensial Komponen Fuse .	60
Tabel 4.19 Perhitungan Index Of Fit Distribusi Weibull Komponen Fuse.....	61
Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Distribusi Komponen Contactor	63
Tabel 4.21 Rekapitulasi Perhitungan Distribusi Komponen Fuse.....	63
Tabel 4.22 Perhitungan Parameter Komponen Contactor.....	64
Tabel 4.23 Perhitungan Parameter Komponen Fuse	65
Tabel 4.24 Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen Contactor.....	69
Tabel 4.25 Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen Fuse	71

Tabel 4.26 Rekapitulasi Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen Menggunakan Metode Age Replacement	72
Tabel 4.27 Perbedaan Biaya Perawatan Saat Ini dan Usulan PT. Mencast Offshore and Marine	74

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Index of fit.....	16
Rumus 2.2 Nilai distribusi kumulatif	16
Rumus 2.3 Perhitungan index of fit	16
Rumus 2.4 Nilai Xi distribusi weibull.....	16
Rumus 2.5 Nilai Yi distribusi weibull.....	16
Rumus 2.6 Nilai Xi distribusi normal	17
Rumus 2.7 Nilai Yi distribusi normal	17
Rumus 2.8 Nilai Xi distribusi lognormal	17
Rumus 2.9 Nilai Yi distribusi lognormal	17
Rumus 2.10 Nilai Xi distribusi eksponensial	17
Rumus 2.11 Nilai Yi distribusi eksponensial	17
Rumus 2.12 Fungsi kepadatan probabilitas	18
Rumus 2.13 Fungsi distribusi kumulatif	18
Rumus 2.14 Fungsi keandalan	18
Rumus 2.15 Fungsi laju kerusakan	18
Rumus 2.16 Fungsi kepadatan probabilitas	18
Rumus 2.17 Fungsi distribusi kumulatif	18
Rumus 2.18 Fungsi keandalan	18
Rumus 2.19 Fungsi laju kerusakan	18
Rumus 2.20 Fungsi kepadatan probabilitas	19
Rumus 2.21 Fungsi distribusi kumulatif	19
Rumus 2.22 Fungsi keandalan	19
Rumus 2.23 Fungsi laju kerusakan	19
Rumus 2.24 Fungsi kepadatan probabilitas	19
Rumus 2.25 Fungsi distribusi kumulatif	19
Rumus 2.26 Fungsi keandalan	19
Rumus 2.27 Fungsi laju kerusakan	19
Rumus 2.28 Parameter distribusi weibull	20
Rumus 2.29 Parameter distribusi normal	20
Rumus 2.30 Parameter distribusi lognormal	20

Rumus 2.31 Parameter distribusi eksponensial.....	20
Rumus 2.32 Mencari Intercept	22
Rumus 2.33 Mencari Slope.....	22
Rumus 2.34 Parameter skala	23
Rumus 2.35 Parameter bentuk	23
Rumus 2.36 MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Eksponensial.....	23
Rumus 2.37 MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Lognormal	23
Rumus 2.38 MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Weibull	23
Rumus 2.39 MTTF dan MTTR Untuk data berdistribusi Normal	24
Rumus 2.40 Formulasi Age Replacement.....	25
Rumus 2.41 Nilai rata-rata kerusakan	25
Rumus 3.1 Distribusi Weibull.....	36
Rumus 3.2 Distribusi Exponential	36
Rumus 3.3 Distribusi Normal.....	36
Rumus 3.4 Distribusi Lognormal.....	36
Rumus 3.5 Formulasi Age Replacement.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin hari, permintaan produksi semakin meningkat dan perusahaan semakin bergantung pada mesin dan keandalannya. Ada banyak cara yang dilakukan untuk menjaga keandalan mesin, salah satunya dengan kegiatan perawatan. Sebelumnya perawatan terhadap mesin dilakukan apabila sudah terjadinya kerusakan atau yang biasa disebut dengan *breakdown maintenance*. Selanjutnya kegiatan perawatan mengalami perkembangan hingga menjadi pencegahan (*preventive maintenance*).

Perawatan ialah himpunan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk memelihara peralatan agar kerap dapat digunakan setiap waktu. Apabila perawatan dilaksanakan dengan baik, maka kerusakan dapat diperlambat. Untuk itu, penting diadakannya sebuah manajemen perawatan yang bertujuan menghindari kerusakan pada mesin. Mesin merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk dapat menjaga kualitas produk. Setiap mesin pasti akan mengalami penurunan performa jika digunakan secara terus menerus yang kemudian dapat menyebabkan mesin rusak. Masalah mesin mati atau rusak berkaitan dengan pemeliharaan dan penggantian komponen mesin. Keadaan mesin yang kurang terpelihara dengan baik menyebabkan kualitas produk yang tidak konsisten dan menyebabkan kerusakan mesin secara tiba-tiba.

PT. Mencast Offshore & Marine adalah sebuah perusahaan yang beroperasi dibidang *fabrication, maintenance, dan service* yang terdiri dari tiga departemen, yaitu *BSP Division, Engineering Departement, dan Blasting Painting Departement*. *BSP Division* sendiri merupakan salah satu departemen yang menawarkan pelayanan jasa fabrikasi dan perbaikan *propeller* (baling-baling kapal) yang dilengkapi dengan berbagai mesin produksi diantaranya ialah *lathe machine, boring machine, milling machine, dan metal cutting band saw machine*. Untuk memproduksi suatu barang, didukung oleh keandalan dari mesin-mesin produksi tersebut. Pengoperasian mesin-mesin ini harus dikelola dan dikendalikan sehingga keandalannya dapat menghasilkan mutu, kualitas, dan kapasitas produksi yang sangat baik. Mesin yang sering mengalami kerusakan (*downtime*) adalah mesin bubut (*lathe machine*) tipe CW 6280 B-800. Penyebab terjadinya *downtime* pada mesin bubut adalah komponen tidak dilumasi secara baik, dan tidak adanya jadwal perawatan (*preventive maintenance*) secara teratur pada mesin tersebut.

Sebelumnya kegiatan perawatan yang dilakukan di departemen *BSP Division* adalah *breakdown maintenance*. Kegiatan perawatan ini dapat menyebabkan terhentinya proses produksi dalam waktu yang cukup lama, sehingga membuang waktu produktif dan berakibat target produksi kurang tercapai. Hal tersebut sangat mengganggu apabila terjadi *downtime* pada saat jalannya proses produksi mengingat bahwa material harus selesai tepat di waktu yang sudah ditentukan.

Tujuan dari kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin pada industri adalah menjaga agar dapat berjalan lancar serta efisien dengan mengurangi terjadinya kemacetan dan kerusakan mesin menjadi seminim mungkin.

Dengan demikian perlu diadakannya sistem kegiatan perawatan yang sudah terskedul pada mesin-mesin produksi di departemen *BSP Division* agar dapat mengurangi terganggunya proses produksi dan menambah masa keandalan setiap komponen mesin.

1.2 Identifikasi Masalah

Pemakaian mesin tanpa adanya sistem perawatan yang jelas dapat mengakibatkan keandalan komponen pada mesin semakin hari semakin berkurang. Berdasarkan eksplanasi dari latar belakang, kemudian didapat beberapa identifikasi masalah, yaitu banyaknya *downtime* pada proses produksi, penyebab kerusakan pada mesin, dan kurangnya pemeliharaan terhadap mesin.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah, yaitu :

1. Objek yang menjadi fokus penelitian adalah mesin bubut yang mempunyai presentase kerusakan yang paling sering, yaitu mesin bubut tipe CW 6280 B-800.
2. Penelitian dilakukan dengan metode *age replacement*.

1.4 Rumusan Masalah

Dari paparan latar belakang, dapat diketahui bahwa rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Apa saja yang menjadi komponen kritis pada mesin bubut tipe CW 6280 B-800?

2. Berapakah interval waktu penggantian komponen kritis?
3. Adakah perbandingan biaya sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*?

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah, yaitu :

3. Objek yang menjadi fokus penelitian adalah mesin bubut yang mempunyai presentase kerusakan yang paling sering, yaitu mesin bubut tipe CW 6280 B-800.
4. Penelitian dilakukan dengan metode *age replacement*.

1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah, dapat dinyatakan bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan apa saja yang menjadi komponen kritis pada mesin bubut tipe CW 6280 B-800.
2. Menentukan interval waktu penukaran komponen kritis
3. Untuk mengetahui perbandingan biaya sebelum dan sesudah dilakukan kegiatan *preventive maintenance*., serta melakukan usulan penjadwalan penggantian yang optimal..

1.7 Manfaat Penelitian

1. Secara Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dan sumber pengetahuan dalam merespons persoalan mengenai proses perawatan mesin khususnya dalam meningkatkan keandalan mesin dan komponennya.

2. Secara Praktis

- a. Sebagai usulan bagi perusahaan yang bersangkutan dalam menentukan kebijakan *maintenance* terutama *preventive maintenance* dari mesin bubut tipe CW 6280 B-800.
- b. Sebagai tambahan bagi peneliti dalam ilmu pengetahuan, pengalaman, pengenalan, dan pemahaman dari konsep *preventive maintenance*.
- c. Bagi pembaca, penelitian ini diharapkan dapat menambah maupun memberikan informasi secara tertulis dan sebagai referensi dalam menganalisa permasalahan mengenai kegiatan perawatan, khususnya perawatan pencegahan (*preventive maintenance*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance adalah fungsi untuk menjaga peralatan/mesin dalam kondisi kerja dengan mengganti/memperbaiki beberapa komponen mesin. Kadang-kadang bahkan pemeriksaan berkala cukup untuk menjaga peralatan tetap berjalan. Konsep pemeliharaan adalah rencana garis besar tentang bagaimana fungsi pemeliharaan akan dilakukan. Dengan informasi yang tersedia dari pengguna, prosedur terperinci diambil untuk mengkonkretkan konsep pemeliharaan. Prosedur yang dapat dieksekusi yang dikembangkan dengan demikian secara kolektif disebut rencana pemeliharaan. Pengembangan rencana pemeliharaan tersebut adalah salah satu persyaratan paling penting dari program pemeliharaan yang membutuhkan interaksi yang bermakna antara pengguna dan produsen (MISHRA & PATHAK, 2012:153)

Definisi lain mengenai perawatan adalah serangkaian aktivitas untuk menjaga agar fasilitas atau peralatan senantiasa dalam keadaan siap pakai. Sedangkan menurut (Heizer, Render, & Munson, 2016:155) perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) adalah mencakup semua aktivitas yang berkaitan dengan menjaga semua peralatan sistem agar dapat tetap bekerja.

Dari beberapa pengertian diatas dapat diketahui bahwa kegiatan perawatan dilakukan dengan tujuan untuk memelihara ataupun mencegah terjadinya

kerusakan pada peralatan maupun mesin agar dapat melakukan proses produksi dengan optimal dan menghasilkan produk berkualitas tinggi.

2.1.2 Tujuan Perawatan

Menurut (Ngadiyono, 2013:40) tujuan dari diadakannya perawatan, khususnya pada mesin produksi adalah sebagai berikut.

1. Output yang dihasilkan oleh mesin tersebut sesuai dengan *demand* yang sudah ditentukan.
2. Dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan kualitas dari output produksi.
3. Mencegah terjadinya kegagalan operasi yang disebabkan oleh kerusakan komponen.
4. Menjamin keselamatan kerja pada operator yang mengoperasikan mesin produksi.
5. Tingkat keandalan mesin yang optimal.
6. Menambah masa kerja mesin beserta komponennya.
7. Dapat membantu dalam pengambilan keputusan mengenai tindakan perawatan.
8. Merencanakan tindakan terhadap perawatan *preventive* dengan tujuan memudahkan pengendalian mesin produksi.
9. Mengurangi biaya perbaikan yang disebabkan oleh kerusakan pada mesin produksi.

2.1.3 Jenis-jenis Perawatan

1. Preventive Maintenance

Pemeliharaan preventif adalah pemanfaatan yang terencana dan terkoordinasi inspeksi, penyesuaian, perbaikan dan penggantian yang diperlukan di memelihara peralatan atau pabrik. Salah satu tujuan utama pemeliharaan preventif adalah untuk mendeteksi kondisi apa pun yang dapat menyebabkan Kerusakan mesin sebelum kerusakan terjadi. Ini memungkinkan merencanakan dan menjadwalkan pekerjaan pemeliharaan tanpa gangguan di jadwal produksi dan dengan demikian meningkatkan ketersediaan peralatan. Di bawah jenis mamtenance ini, inspeksi yang sistematis dan ekstensif Dari setiap item Peralatan (atau bagian-bagian penting) dibuat sebelum interval yang ditentukan. Pemeliharaan preventif dibagi lebih lanjut ke dalam kegiatan utama berikut (MISHRA & PATHAK, 2012:15)

- a. Rutin teratur. Dirancang untuk standar perhatian. Melibatkan kegiatan pemeliharaan merawat mesin atau aset. Aktivitas ini melestarikan aset organisasi pada waktu tertentu pemeliharaan, yang sesuai dengan keuangan dan kebijakan operasi. Servis rutin termasuk membersihkan, meminyaki, dan menyesuaikan.
- b. Pemeriksaan rutin. Pemeriksaan rutin dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan yang rentan terhadap kegagalan. Jenis pemeliharaan preventif ini membantu untuk mendeteksi kesalahan sebelum terjadi.
- c. Penggantian preventif. Kegiatan pemeliharaan preventif ini terdiri dari penggantian preventif pada bagian dan komponen yang memiliki umur tertentu. Jenis penggantian semacam ini membantu menghindari keadaan

darurat situasi dan waktu henti berkepanjangan dan risiko bahaya yang terkait dengan gangguan mendadak.

- d. Pengukuran inspeksi. Pengukuran inspeksi terdiri pekerjaan pemeliharaan preventif yang bertujuan mengidentifikasi degradasi pada tingkat barang, dan barang lainnya yang tidak dapat diterima dalam kondisi servis. Jenis pekerjaan pemeliharaan ini membutuhkan banyak instrumen mahal dan fasilitas pengujian laboratorium.
- e. Perencanaan dan implementasi pemeliharaan preventif sistem adalah urusan yang mahal karena selama inspeksi semua bagian/komponen yang sudah tidak layak diganti. Jenis perawatan ini efektif diterapkan dalam situasi di mana risiko dalam operasi yang menyebabkan kegagalan pada peralatan harus dihindari. Namun, semakin tinggi biaya pemeliharaan, biasanya akan dikompensasi oleh umur operasional peralatan yang panjang dan pengurangan biaya operasi.

2. *Corrective Maintenance*

Pemeliharaan korektif dapat didefinisikan sebagai pemeliharaan yang dilakukan untuk mengembalikan peralatan yang tidak dapat digunakan yang telah berhenti bekerja dengan standar yang dapat diterima. Misalnya, sebuah mesin dalam kondisi kerja, tetapi tidak mengambil muatan penuh karena *ring* piston yang sudah usang. Jadi jika *ring* piston diganti, kinerja mesin dapat dibawa kembali ke level yang ditentukan. Pemeliharaan korektif jika dilakukan dengan benar, pada akhirnya akan menurunkan biaya pemeliharaan dan juga akan ada pengurangan waktu henti.

3. *Breakdown Maintenance*

Breakdown maintenance merupakan aktivitas *maintenance* (pemeliharaan) yang dilakukan sebagai reaksi atau tindakan segera yang menduduki prioritas utama untuk mengembalikan kondisi peralatan atau mesin pada kondisi atau keadaan normal setelah mengalami kegagalan fungsi yang mengakibatkan peralatan tersebut berhenti beroperasi. Hal ini sebagian besar diakibatkan oleh minimnya perhatian yang diberikan terhadap kondisi operasi permesinan, peralatan atau sistem yang dijalankan. Selama ini aktivitas *breakdown maintenance* selalu difokuskan pada seberapa cepat mesin atau sistem dapat dikembalikan ke kondisi normal. sepanjang mesin atau peralatan dapat berfungsi meski pada level minimum yang diizinkan, maka pemeliharaan yang dijalankan dinilai efektif.

4. *Predictive Maintenance*

Pemeliharaan prediktif sering dirujuk sebagai pemeliharaan berdasarkan kondisi. Artinya, aktifitas pemeliharaan baru dilakukan pada suatu kondisi mesin tertentu. Dalam pemeliharaan prediktif, digunakan berbagai peralatan untuk mendiagnosa mesin untuk mengukur kondisi fisik dari mesin, seperti getaran, suhu, kebisingan, pelumasan, dan korosi. Ketika salah satu parameter ini mencapai kondisi tertentu, aktifitas pemeliharaan dilakukan dengan mengembalikan ke kondisi semula.

2.1.4 Kegiatan-kegiatan Perawatan

Keseluruhan pekerjaan pada kegiatan perawatan dapat disimpulkan sebagai berikut (Ngadiyono, 2013:102).

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan utama dari inspeksi adalah pemeriksaan rutin berkala dan berdasarkan rencana. Adapun pengecekan dilakukan terhadap seluruh aset produksi, mulai dari gedung hingga mesin. Seluruh aset harus mampu mendukung kegiatan produksi, dan jika ditemui adanya kerusakan harus segera dilaporkan pada bagian teknis. Pelaporan adalah hal akhir dari kegiatan inspeksi. Berdasarkan temuan dapat ditentukan prioritas utama dalam hal perbaikan, penggantian komponen, hingga pembelian mesin atau peralatan baru.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik adalah kegiatan yang mencakup layout mesin, setting mesin, perbaikan, penggantian komponen, penelitian dan pengembangan peralatan produksi. Bagian ini bertanggung jawab terhadap upaya-upaya yang dapat dilakukan agar peralatan dan mesin mampu bertahan dan dikembangkan kinerjanya. Pembelian peralatan baru dilakukan berdasarkan penelitian atas kinerja mesin, dan jika mesin dianggap sudah tidak mampu memenuhi target yang diharapkan. Kegiatan ini juga berinisiatif terhadap rekayasa modifikasi alat atau mesin agar mampu memenuhi kebutuhan produksi.

3. Kegiatan Produksi (*Production*)

Kegiatan inti pemeliharaan adalah memperbaiki dan mereparasi peralatan dan mesin. Dalam kegiatan produksi inilah pemeliharaan benar-benar dilaksanakan dan ditelaah. Seluruh karyawan turut serta dalam kegiatan ini. Kegiatan diawali dari kebersihan mesin, lingkungan, perawatan pelumasan, pengecekan kesiapan kerja

mesin dan keselamatan kerja. Seluruh kegiatan ini berdasarkan saran dan perintah kerja bagian teknik.

4. Kegiatan Administrasi (*Clerical Work*)

Kegiatan yang tidak kalah penting adalah kegiatan administrasi. Unsur administrasi menjadi penting, karena dari kegiatan ini akan terekam sejarah pemakaian alat dan mesin. Berapa lama mesin telah dipakai, kerusakan apa yang pernah terjadi, komponen apa yang telah diganti dan apa yang telah dilakukan terhadap mesin. Pencatatan juga dilakukan apakah kinerja mesin sesuai harapan, jika tidak apakah telah memenuhi Prosedur Operasional Standar (POS).

5. Pemeliharaan Bangunan (*Housekeeping*)

Kegiatan ini adalah kegiatan dalam kerangka agar fasilitas pendukung kegiatan yang berupa gedung dan perlengkapannya dapat mendukung produksi. Kegiatan utama adalah menjaga kebersihan dan perawatan dinding dan konstruksi serta saran pendukungnya, seperti: AC, sanitari, alat keselamatan kerja, sarana pemadam kebakaran dan lain sebagainya.

2.1.5 Faktor-faktor Dalam Perawatan

Menurut (Ngadiyono, 2013:90), terdapat sejumlah faktor yang mesti diperhatikan, yaitu sebagai berikut.

1. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Perawatan terhadap perlengkapan materil perlu dilakukan agar perlengkapan dapat lebih awet (mengurangi kecepatan rusak).

2. Reparasi (*Repair*)

Perbaikan terhadap perlengkapan materil agar dapat berfungsi lagi sebagaimana mestinya.

3. Peningkatan (*Betterment*)

Mengusahakan perlengkapan materil pada kondisi yang lebih baik lagi sehingga umur dan nilai guna mesin akan bertambah.

4. Penggantian (*Replacement*)

Mengganti perlengkapan yang telah ada dengan perlengkapan lain yang lebih sesuai/baru.

5. Penambahan (*Addition*)

Menambah jumlah perlengkapan yang fungsinya sama, sehingga nilai guna dari perlengkapan yang sejenis dapat bertambah.

2.1.6 Penjadwalan

Penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan yang digunakan secara teratur di banyak industri manufaktur dan jasa. Hal ini berkaitan dengan alokasi sumber daya untuk tugas-tugas selama periode waktu tertentu dan tujuannya adalah untuk mengoptimalkan satu atau lebih objektif. Sumber daya dan tugas dalam suatu organisasi dapat berupa berbagai jenis. Sumber daya dapat berupa mesin di bengkel, landasan pacu di bandara, pekerja pada lokasi konstruksi, unit pemrosesan dalam lingkungan komputasi, dan lain-lain. Tugas nya dapat berupa operasi dalam proses produksi, tinggal landas dan pendaratan di sebuah bandara, tahapan dalam proyek konstruksi, eksekusi program computer, dan begitu seterusnya.

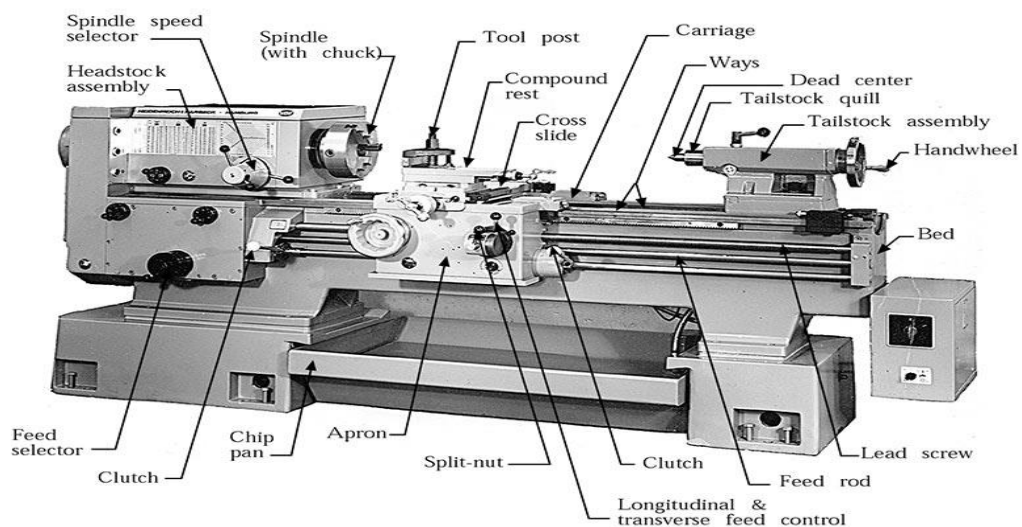
Penjadwalan, sebagai proses pengambilan keputusan, memainkan peran penting di sebagian besar system manufaktur dan produksi serta dalam sebagian

besar proses informasi. Hal tersebut juga penting dalam pengaturan transportasi dan distribusi dan dalam jenis industri jasa lainnya (Pinedo, 2012:78).

2.1.7 Mesin Bubut

2.1.7.1 Definisi Mesin Bubut

Menurut (Jesudoss, 2011:101) dalam bukunya yang berjudul *General Machinist Theory* mesin bubut dianggap sebagai salah satu alat mesin tertua dan banyak digunakan pada berbagai macam industri. Mesin ini disebut sebagai ibu dari peralatan mesin. Dikatakan bahwa proses bubut pemotongan sekrup pertama dikembangkan oleh seorang berkebangsaan Inggris bernama Henry Maudslay pada tahun 1797. Tugas utama mesin bubut adalah menghasilkan benda kerja berbentuk silinder. Proses dari pemesinan benda kerja dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan dengan menggerakkan pahat baik sejajar atau tegak lurus dengan sumbu rotasi benda kerja dikenal bubut.



Gambar 2.1 Bagian-bagian Mesin Bubut

2.1.7.2 Jenis-jenis Mesin

Pada dasarnya jenis-jenis mesin sangat banyak dan bervariasi. Menurut (Rao, 2009:73), ada empat macam jenis-jenis mesin, yaitu.

1. *General Purpose Machine*

Adalah yang dirancang untuk melakukan berbagai operasi permesinan di berbagai komponen. Dengan sifat generalisasi, tujuan umum peralatan mesin meskipun mampu melakukan berbagai tugas, tidak akan cocok untuk produksi jumlah besar, karena waktu pengaturan untuk setiap operasi juga besar.

2. *Production Machine*

Adalah sejumlah fungsi mesin dimana sudah terotomatisasi yang membutuhkan operator berkompoten untuk mengoperasikannya.

3. *Special Purpose Machine*

Adalah mesin yang pada sebagian pengaturan pekerjaan dan komponennya sudah dihilangkan dan terotomatisasi penuh.

4. *Single Purpose Machine*

Adalah mesin yang dirancang khusus untuk pekerjaan khusus.

Namun pada kenyataannya, banyak ditemui perusahaan-perusahaan yang menggabungkan keempat jenis mesin tersebut dikarenakan perusahaan tidak hanya membuat satu jenis produk yang mengakibatkan proses produksi menjadi tidak ekonomis. Dengan demikian perusahaan menambahkan bagian-bagian atau peralatan-peralatan tertentu pada setiap mesin produksinya dalam mengatasi masalah tersebut sehingga proses produksi dapat disesuaikan pada setiap mesin.

2.1.8 Least Square Curve Fitting

Least square curve fitting merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi suatu kerusakan dengan cara mencari nilai *index of fit* tertinggi dari data yang ada. Adapun rumus untuk mencari *index of fit* adalah sebagai berikut (Robinsa, 2017:42):

$$\text{Index of fit } (r) = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} \quad \text{Rumus 2.1 Index of fit}$$

$$F(ti) = \frac{i-0,3}{n+4} \quad \text{Rumus 2.2 Nilai distribusi kumulatif}$$

Dimana:

$$S_{xy} = (n \sum_{i=1}^n X_i Y_i) - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)$$

$$S_{xx} = (n \sum_{i=1}^n X_i^2) - (\sum_{i=1}^n X_i)^2 \quad \text{Rumus 2.3 Perhitungan index of fit}$$

$$S_{yy} = (n \sum_{i=1}^n Y_i^2) - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2$$

$F(ti)$ = Nilai distribusi kumulatif

N = Jumlah data kerusakan

i = 1,2,3,...n

Rumus untuk mencari nilai X_i dan Y_i untuk tiap pola distribusi kerusakan, dimana X_i dan Y_i merupakan dua faktor yang digunakan untuk menentukan nilai *index of fit* dalam mengidentifikasi pola distribusi kerusakan komponen adalah sebagai berikut:

1. Distribusi weibull

$$X_i = \ln (T_i) \quad \text{Rumus 2.4 Nilai } X_i \text{ distribusi weibull}$$

$$Y_i = \ln \ln (1/1-F(t_i)) \quad \text{Rumus 2.5 Nilai } Y_i \text{ distribusi weibull}$$

Dimana : T_i = Data waktu kerusakan

2. Distribusi normal

$X_i = T_i$ **Rumus 2.6** Nilai X_i distribusi normal

$Y_i = \theta Z$ **Rumus 2.7** Nilai Y_i distribusi normal

Dimana : $Z = F(T_i)$

3. Distribusi lognormal

$X_i = \ln(T_i)$ **Rumus 2.8** Nilai X_i distribusi lognormal

$Y_i = \theta F(t_i)$ **Rumus 2.9** Nilai Y_i distribusi lognormal

4. Distribusi eksponensial

$X_i = T_i$ **Rumus 2.10** Nilai X_i distribusi eksponensial

$Y_i = \ln(1/F(t_i))$ **Rumus 2.11** Nilai Y_i distribusi eksponensial

2.1.9 Keandalan

Keandalan diterjemahkan sebagai *reliability* atau *reliable* yang berarti andal. *Reliability* merupakan probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi.

pola distribusi dalam keandalan (*reliability*) untuk perawatan mesin menjadi 4 yaitu pola distribusi *Weibull*, normal, lognormal dan eksponensial, dimana tiap pola distribusi memiliki 5 fungsi yaitu fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi komulatif, fungsi keandalan, fungsi laju kerusakan. Berikut rumus pola distribusi keandalan untuk masing-masing distribusi (Ansori & Mustajib, 2013:15-23):

1. Pola distribusi Weibull

- a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad \text{Rumus 2.12 Fungsi kepadatan probabilitas}$$

$$t \geq \gamma; \alpha, \beta \geq 0$$

b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad \text{Rumus 2.13 Fungsi distribusi kumulatif}$$

c. Fungsi keandalan

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

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

Rumus 2.14 Fungsi keandalan

d. Fungsi laju kerusakan

$$f(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad \text{Rumus 2.15 Fungsi laju}$$

kerusakan

2. Pola distribusi normal

a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad \text{Rumus 2.16 Fungsi kepadatan probabilitas}$$

b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \quad \text{Rumus 2.17 Fungsi distribusi}$$

kumulatif

c. Fungsi keandalan

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \quad \text{Rumus 2.18 Fungsi keandalan}$$

d. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \text{Rumus 2.19 Fungsi laju kerusakan}$$

3. Pola distribusi lognormal

- a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(\frac{-(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad \text{Rumus 2.20 Fungsi kepadatan probabilitas}$$

- b. Fungsi distribusi kumulatif

$$f(t) = \phi\left(\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}\right) \quad \text{Rumus 2.21 Fungsi distribusi kumulatif}$$

- c. Fungsi keandalan

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}\right) \quad \text{Rumus 2.22 Fungsi keandalan}$$

- d. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \text{Rumus 2.23 Fungsi laju kerusakan}$$

4. Pola distribusi eksponensial

- a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}; t > 1 \quad \text{Rumus 2.24 Fungsi kepadatan probabilitas}$$

- b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad \text{Rumus 2.25 Fungsi distribusi kumulatif}$$

- c. Fungsi keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad \text{Rumus 2.26 Fungsi keandalan}$$

- d. Fungsi laju kerusakan

$$h(t) = \lambda \quad \text{Rumus 2.27 Fungsi laju kerusakan}$$

2.1.10 Parameter Distribusi

Setiap pola distribusi memiliki parameter distribusi masing-masing yang berfungsi untuk menghitung nilai MTTF (*mean time to failure*) dan MTTR (*mean time to repair*). Adapun parameter dari tiap pola distribusi menurut berdasarkan metode *maximum likelihood estimator*, dapat dilihat dibawah ini (Robinsa, 2017:42-47):

1. Distribusi Weibull

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

$$\alpha = \bar{y} - b\bar{x} = -\beta \ln \alpha$$

Rumus 2.28 Parameter distribusi weibull

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

2. Distribusi Normal

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \mu)^2}{n}}$$

Rumus 2.29 Parameter distribusi

normal

3. Distribusi lognormal

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln t_i - \mu)^2}{n}}$$

Rumus 2.30 Parameter distribusi lognormal

4. Distribusi eksponensial

$$\lambda = r/T$$

Rumus 2.31 Parameter distribusi eksponensial

dimana: $r = N$ = jumlah kerusakan, T = Total waktu kerusakan

2.1.11 Konsep ABC (*Activity Based Costing*)

Analisis ABC atau dikenal dengan klasifikasi Pareto merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memecahkan masalah penentuan titik optimum, baik jumlah pemesanan maupun order point, serta berguna dalam menentukan barang-barang yang harus diprioritaskan. Analisis ABC sangat berguna dalam memfokuskan perhatian manajemen terhadap penentuan jenis barang yang paling penting dalam sebagian besar investasi. ABC Analisis mengklasifikasikan persediaan dalam tiga kategori, yaitu: A, B, dan C dengan basis volume penggunaan biaya persediaan dalam setahun. Analisis ABC adalah sebuah aplikasi persediaan dari prinsip Pareto, dikembangkan oleh Vilfredo Pareto ahli ekonomi Italia.

Berdasarkan analisis ABC 10% barang berkontribusi pada 70 % dari nilai dan disebut dengan kelompok A, kelompok B merupakan 20 % barang yang berkontribusi pada 10% nilai. Hal ini menunjukkan bahwa dengan mengontrol sebagian kecil barang, yaitu 10 % dari jumlah total barang, maka akan menghasilkan kontrol terhadap 70 % dari total persediaan. Selain itu klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20 atau hukum pareto, dimana sekitar 80 % dari nilai total persediaan material mewakili oleh 20 % persediaan material. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut (Taufik & Septyani, 2016:238):

1. Hitung downtime untuk setiap komponen mesin, kemudian urutkan total downtime mulai dari yang terbesar sampai terkecil.
2. Hitung total downtime untuk semua komponen pada satu mesin.

3. Hitung persentasi downtime untuk setiap komponen dengan cara membagi downtime untuk satu komponen dengan total downtime. Selanjutnya dikalikan 100%.
4. Hitung persentasi kumulatif dengan menjumlahkan persentasi downtime dari data sebelumnya.
5. Buat diagram pareto.

Dari persen kumulatif downtime dapat diketahui kelompok komponen yang termasuk dalam golongan A, B, dan C. Golongan A mempunyai persen kumulatif 0 s/d < 80 %, golongan B mulai dari 80 % s/d < 95%, dan golongan C dari 95 % s/d 100%.

2.1.12 Perhitungan Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR)

Menurut (Mutiara, Rahman, & Hamdala, 2014:396-405) *Time to Failure* (TTF) merupakan interval waktu antar kerusakan yang dihitung dari selisih antara waktu saat komponen/mesin yang telah selesai diperbaiki dengan waktu kerusakan komponen/mesin berikutnya. Sedangkan *Time to Repair* (TTR) merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan agar mesin tersebut dapat beroperasi kembali dengan baik. Menurut (Arizki Zainul Ramadhan & Sukmono, 2019:49) penentuan *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) dapat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$a = \bar{y} - b\bar{X} \quad \text{Rumus 2.32 Mencari Intercept}$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (n \sum_{i=1}^n x_i)(n \sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i - (n \sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad \text{Rumus 2.33 Mencari Slope}$$

Perhitungan nilai parameter α dan β adalah sebagai berikut:

$$\alpha = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$

Rumus 2.34 *Parameter skala*

$$\beta = \frac{1}{b}$$

Rumus 2.35 *Parameter bentuk*

2.1.13 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR)

Menurut (Haryono, 2016:7-12) rata-rata waktu antar kerusakan (MTTF) merupakan rata-rata waktu suatu komponen mengalami kerusakan setelah dilakukan perbaikan. Sedangkan Rata-rata waktu antar perbaikan (MTTR) merupakan rata-rata waktu suatu komponen mengalami perbaikan. MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Eksponensial dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$MTTF = \frac{1}{\alpha(t)}, MTTR = \frac{1}{\beta(t)}$$

Rumus 2.36 MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Eksponensial

Dengan $\alpha(t)$ merupakan laju kerusakan dan $\beta(t)$ merupakan laju perbaikan. MTTF dan MTTR data berdistribusi Normal dinyatakan sebagai rata-rata atau disimbolkan μ . MTTF dan MTTR dari data berdistribusi Lognormal adalah sebagai berikut.

$$MTTF = MTTR = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)$$

Rumus 2.37 MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Lognormal

MTTF dan MTTR data yang memiliki distribusi Weibull adalah sebagai berikut.

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

Rumus 2.38 MTTF dan MTTR untuk data berdistribusi Weibull

$$MTTF = \mu$$

Rumus 2.39 MTTF dan MTTR Untuk data berdistribusi Normal

2.1.14 Pengertian Age Replacement

Menurut (Purnama, Putra, & Kalamollah, 2015:115-126) menyatakan bahwa metode *age replacement* adalah metode perawatan pencegahan yang dilakukan dengan menetapkan interval waktu perawatan pencegahan berdasarkan selang waktu kerusakan yang menuntut adanya tindakan perbaikan penggantian dengan kriteria minimasi. Dalam model *age replacement* saat untuk dilakukan pergantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan. Jika terjadi kerusakan yang menuntut untuk dilakukannya tindakan penggantian. Dalam melakukan penurunan model penggantian ini terdapat beberapa asumsi yang dikembangkan untuk memfokuskana pada permasalahan, yaitu.

1. Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian.
2. Peralatan yang telah dilakukan penggantian komponen akan kembali kepada kondisi semula. Tidak ada permasalahan dalam persediaan komponen.

Pada model *age replacement* ini terdapat dua siklus operasi, yaitu.

Siklus 1 : Siklus pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan. Ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur pengantian sesuai dengan yang telah direncanakan.

Siklus 2 : Siklus pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian kerusakan. Ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

Age replacement adalah model penggantian pencegahan yang dilakukan tergantung pada umur pakai komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval pencegahan berikutnya sesuai dengan interval waktu yang ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut penggantian. Model Age Replacement memiliki formulasi sebagai berikut (Defri Vidiyari, Kusmaningrum Soemadi, 2015:152-163) :

$$C(t_p) = \frac{C_p \cdot R(t_p) + C_f \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))}$$

Rumus 2.40 Formulasi Age Replacement

Dimana:

$C(t_p)$ = Total ongkos persatuan waktu penggantian dilakukan dalam interval (t_p)

$R(t_p)$ = Nilai *reliability* pada saat (t_p)

C_p = Biaya penggantian pencegahan

C_f = Biaya penggantian kerusakan

$M(t_p)$ = Nilai rata-rata waktu terjadinya kerusakan dengan rumus :

$$M_{(t_p)} = \frac{MTTF}{1 - R(t_p)} \quad \text{Rumus 2.41 Nilai rata-rata kerusakan}$$

T_f = Waktu penggantian kerusakan

T_p = Waktu penggantian pencegahan

t_p = Interval waktu penggantian pencegahan

2.2 Penelitian Terdahulu

Tinjauan terhadap penelitian-penelitian yang sebelumnya sudah terlaksana dilakukan untuk memberikan perbandingan sekaligus referensi bagi peneliti. Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan yang peneliti lakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

PENELITI	JUDUL PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
(Mutiara et al., 2014)	Perencanaan Preventive Maintenance Komponen Cane Cutter I dengan Pendekatan Age Replacement (Studi Kasus di PG Kebon Agung Malang)	Hasil dari penelitian adalah Preventive maintenance akan mengurangi downtime sebesar 2,403 jam setiap musim giling, meningkatkan tingkat availability sebesar 0,055% dan meningkatkan tingkat reliability sebesar 66%. Namun biaya maintenance juga meningkat dari sebelumnya sebesar Rp. 90.587.729 menjadi Rp. 104.969.103. Penurunan downtime dan perawatan rutin akan menunjang kelancaran proses produksi sehingga meningkatkan kapasitas

		<p>produksi dan keuntungan perusahaan. Keuntungan tersebut dapat digunakan untuk menutupi penambahan biaya maintenance.</p>
<p>(Robinsa, 2017)</p>	<p>Jadwal Perawatan Pompa <i>Intake</i> PDAM XYZ Berdasarkan Analisa Keandalan dan Metode <i>Age Replacement</i></p>	<p>hasil dari penelitian menunjukkan keandalan komponen kritis pompa <i>intake</i> untuk komponen <i>Mechanical Seal (CP SIDE)</i>, <i>Mechanical Seal (CCP SIDE)</i>, <i>Impeller Nut</i> dan <i>Bearing Unit (CP SIDE)</i> mengalami penurunan secara terus menerus seiring bertambahnya waktu sehingga dapat dikarakteristikan sebagai komponen yang mengalami fase keausan atau <i>wear out failure</i>. Selang waktu penggantian optimal berdasarkan ongkos minimum menggunakan metode <i>age replacement</i> secara berurutan adalah 70 hari, 61</p>

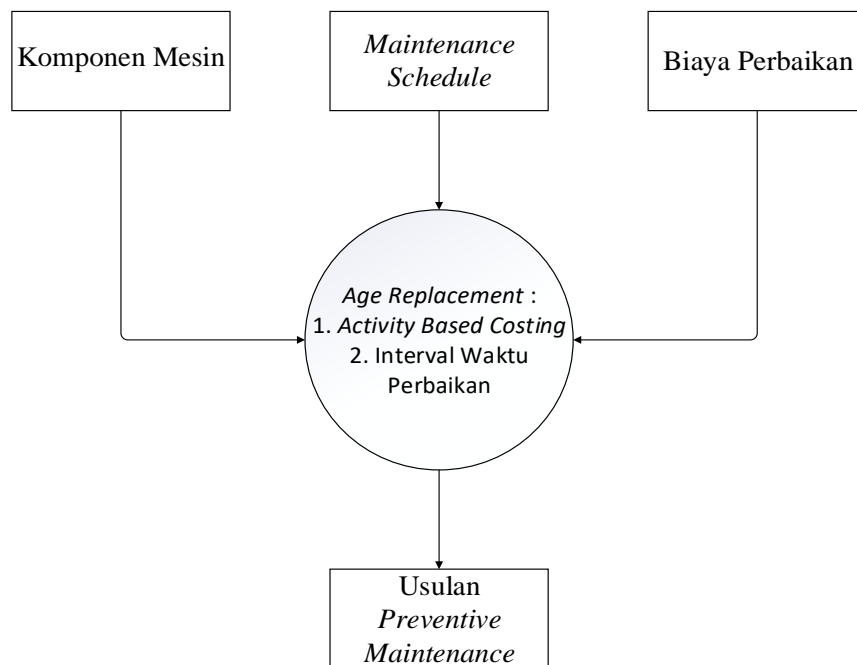
		<p>hari, 27 hari dan 22 hari. Jadwal penggantian optimal komponen kritis pompa <i>intake</i> selama periode tahun 2018 sampai tahun 2019 telah berhasil dibuat berdasarkan ongkos minimum menggunakan metode <i>age replacement</i>. Komponen <i>Mechanical Seal (CP SIDE)</i> terdapat 10 kali penggantian setiap 70 hari, komponen <i>Mechanical Seal (CCP SIDE)</i> terdapat 11 kali penggantian setiap 61 hari, komponen <i>Impeller Nut</i> terdapat 26 kali penggantian setiap 27 hari dan komponen <i>Bearing Unit (CP SIDE)</i> terdapat 32 kali penggantian setiap 22 hari.</p>
(Wahyuniardi, Arumsari, & Triana, 2016)	<p>Penentuan Interval Perawatan Dengan</p>	<p>Dari hasil penelitian diperoleh interval waktu penggantian pencegahan yang optimal untuk</p>

	<p>Menggunakan Model Age Replacement Di PT. X</p>	<p>komponen kritis Collar Thrust adalah setiap 450 jam. Sedangkan interval waktu pemeriksaan optimal untuk komponen tersebut adalah 412 jam. Terjadi penurunan total downtime yang diakibatkan kerusakan komponen dari 54,50 jam menjadi 6,94 jam. Dihasilkan pula penurunan total biaya dengan perawatan dari Rp. 197.427.088,94 menjadi Rp. 119.902.134,59.</p>
<p>(Praharsi, Sriwana, & Sari, 2015)</p>	<p>Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada PT. Artha Prima Sukses Makmur</p>	<p>Hasil dari penelitian menunjukkan penjadwalan yang diusulkan adalah preventive maintenance dengan metode age replacement. Berdasarkan prinsip Pareto terdapat dua mesin kritis dari lima mesin yang ada. Hasil perhitungan dari data kerusakan mesin sebelumnya diketahui, jika</p>

		<p>dilakukan preventive maintenance downtime akan berkurang sebanyak 2.85%, dan terjadi penghematan sebesar 38%.</p>
<p>(Lazim, Taib, Lamsali, & Salleh, 2017)</p>	<p>Quality-Oriented Preventive Maintenance Practices and Performance among Malaysian SMEs Manufacturing Organization: Findings from a Surveys</p>	<p>Hasil penelitian menyiratkan bahwa praktik PM meningkatkan kinerja manufaktur secara signifikan. Misalnya, strategi PM secara positif dan signifikan terkait dengan kemampuan keuangan, inovasi dan organisasi. Namun, ada beberapa temuan penelitian yang tidak signifikan yang ditemukan misalnya pemeliharaan yang direncanakan tidak signifikan dengan inovasi. Selanjutnya, kontribusi dan keterbatasan penelitian juga dibahas demikian.</p>

2.3 Kerangka Pemikiran

Perawatan merupakan salah satu peranan yang paling penting dalam suatu perusahaan. Perusahaan selalu berharap supaya semua mesin produksi yang menjadi kepunyaannya senantiasa dalam kondisi yang optimal dan siap pakai demi kelancaran proses produksi. Proses produksi tidak bisa terlepas dari kegiatan perawatan dan pemeliharaan, karena kegiatan tersebut memiliki peran yang sangat berpengaruh terhadap jalannya proses produksi. Dengan demikian kegiatan perawatan dan pemeliharaan dari sektor industri fabrikasi merupakan hal yang wajib dijalankan oleh perusahaan supaya kegiatan produksi dapat bekerja tanpa adanya gangguan dan sesuai dengan rencana yang sudah ditentukan.

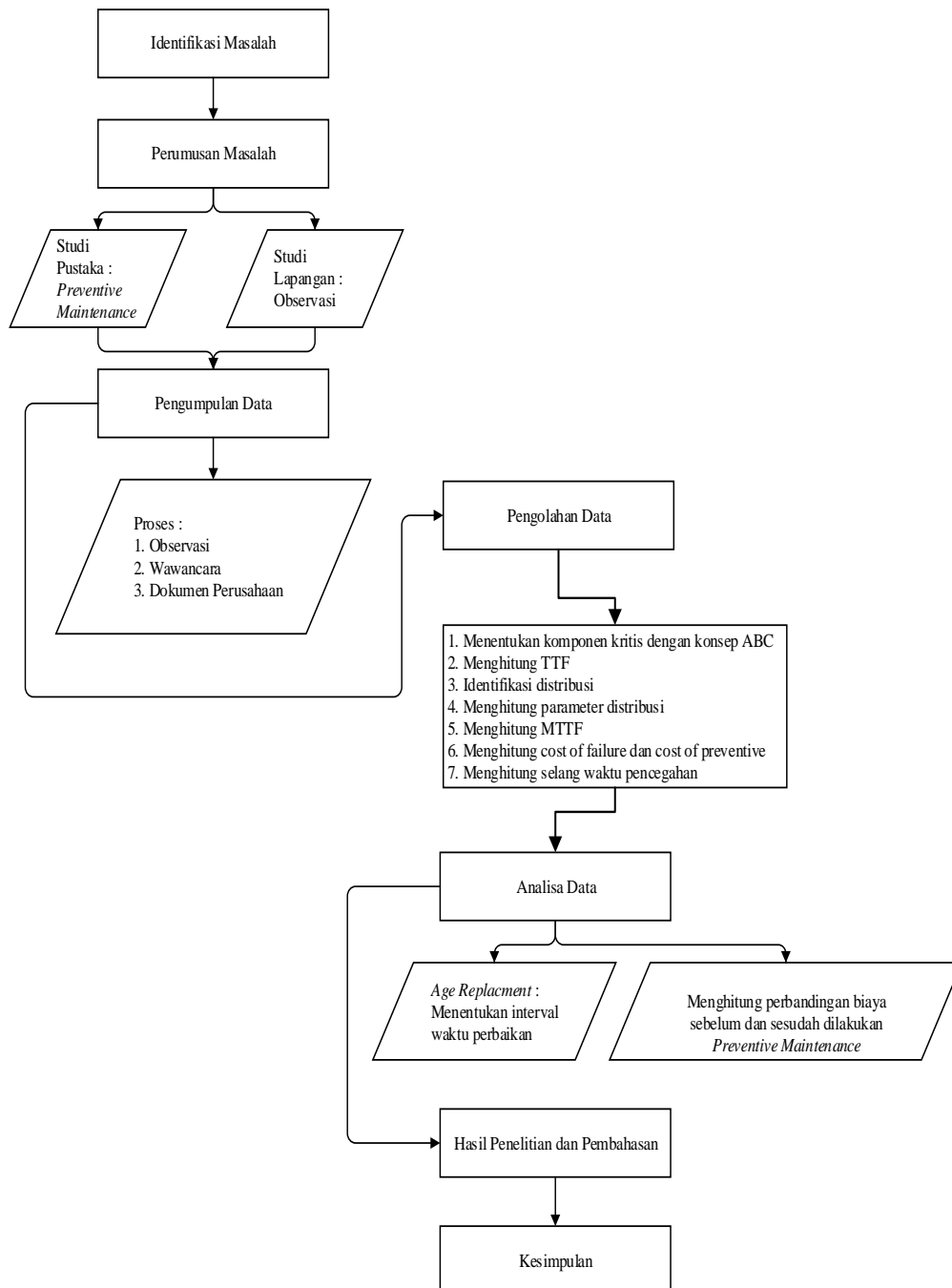


Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini dengan maksud untuk membantu dalam proses pengolahan data terdapat dua variabel yaitu variabel independen dan variabel dependen. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel independen adalah data *downtime* mesin bubut tipe CW 6280 B-800 sedangkan untuk variabel dependen adalah interval waktu penggantian komponen.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

A. Data Primer

Observasi

Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung pada mesin bubut tipe CW 6280 B-800 agar data yang diinginkan didapat secara lebih akurat.

B. Data Sekunder

Peneliti melakukan pengumpulan data dengan cara mengumpulkan data-data dari berbagai sumber dengan tujuan sebagai penunjang dalam pengolahan data. Data yang didapat ialah data umum perusahaan, dokumen perusahaan, dan data lainnya yang berkaitan dengan masalah yang diulas perihal kegiatan perawatan. Peneliti juga melaksanakan wawancara terhadap HOD (*Head Of Departement*), dan karyawan *machinist* untuk mengetahui bagaimana karakteristik mesin, komponen, dan segala jenis kerusakan yang dihasilkan oleh mesin bubut tipe CW 6280 B-800.

3.4 Teknik Analisa Data

Berdasarkan data primer dan sekunder yang telah didapat, selanjutnya peneliti melakukan pengolahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut.

3.4.1 Konsep ABC (Activity Based Costing)

Menentukan komponen kritis mesin bubut tipe CW 6280 B-800 bersumber pada data *downtime* mesin dengan menggunakan konsep ABC (*Activity Based Costing*).

Berdasarkan analisis ABC 10% barang berkontribusi pada 70 % dari nilai dan disebut dengan kelompok A, kelompok B merupakan 20 % barang yang berkontribusi pada 10% nilai. Hal ini menunjukkan bahwa dengan mengontrol sebagian kecil barang, yaitu 10 % dari jumlah total barang, maka akan menghasilkan kontrol terhadap 70 % dari total persediaan. Selain itu klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20 atau hukum pareto, dimana sekitar 80 % dari nilai total persediaan material mewakili oleh 20 % persediaan material. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut (Taufik & Septyani, 2016):

1. Hitung downtime untuk setiap komponen mesin, kemudian urutkan total downtime mulai dari yang terbesar sampai terkecil.
2. Hitung total downtime untuk semua komponen pada satu mesin.
3. Hitung persentasi downtime untuk setiap komponen dengan cara membagi downtime untuk satu komponen dengan total downtime. Selanjutnya dikalikan 100%.
4. Hitung persentasi kumulatif dengan menjumlahkan persentasi downtime dari data sebelumnya.

5. Buat diagram pareto dengan menggunakan program Mixcrosoft Excel.

Dari persen kumulatif downtime dapat diketahui kelompok komponen yang termasuk dalam golongan A, B, dan C. Golongan A mempunyai persen kumulatif 0 s/d < 80 %, golongan B mulai dari 80 % s/d < 95%, dan golongan C dari 95 % s/d 100%.

3.4.2 Menghitung TTF

Perhitungan TTF dilakukan dengan menghitung selisih waktu ketika kerusakan pertama selesai diperbaiki dengan waktu kerusakan berikutnya.

3.4.3 Identifikasi Distribusi

Identifikasi distribusi dilakukan dalam dua tahap, yaitu *Least Square Curve Fitting* dan *Goodness Of Fit Test*. *Least Square Curve Fitting* digunakan untuk menghitung nilai *index of fit* (r) mengikuti empat pilihan distribusi yaitu weibull, eksponensial, normal, dan lognormal. Distribusi dengan nilai (r) terbesar akan dipilih untuk diuji dengan menggunakan *Goodness Of Fit Test*. Setelah dilakukan perhitungan *index of fit*, maka tahap selanjutnya dilakukan pengujian *Goodness Of Fit Test* untuk nilai *index of fit* yang terbesar. Pengujian ini dilakukan untuk menyatakan bahwa data mengikuti distribusi yang sudah dipilih. Kedua tahap tersebut diuji dengan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan *software* Minitab 16.

3.4.4 Menghitung Parameter Distribusi

Untuk mendapatkan parameter kerusakan sesuai dengan distribusi yang telah terpilih. Perhitungan dilakukan secara manual.

3.4.5 Menghitung MTTF

MTTF menunjukkan waktu rata-rata terjadinya kerusakan (komponen selesai diperbaiki sampai komponen rusak kembali) sedangkan MTTR menunjukkan waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan. Perhitungan MTTF dan MTTR dilakukan dengan menggunakan parameter distribusi yang ditentukan sebelumnya. Untuk masing-masing distribusi memiliki rumus sebagai berikut :

$$MTTF = \alpha \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \text{Rumus 3.1 Distribusi Weibull}$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad \text{Rumus 3.2 Distribusi Exponential}$$

$$MTTF = \mu \quad \text{Rumus 3.3 Distribusi Normal}$$

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \quad \text{Rumus 3.4 Distribusi Lognormal}$$

3.4.6 Menghitung Cost of Failure (Cf) dan Cost of Preventive (Cp)

Kedua perhitungan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

Cost of failure

= biaya kehilangan produksi + biaya karyawan + biaya komponen

Cost of preventive

= biaya karyawan + biaya komponen

3.4.7 Menghitung Selang Waktu Pencegahan

Perhitungan ini dilakukan dengan cara *trial and error*, yaitu pada hingga waktu yang telah ditentukan. Dimana nilai tersebut dapat dilihat ketika nilai selang waktu memberikan biaya yang paling minim.

3.4.8 Menghitung Interval Waktu Penggantian Komponen Kritis dengan Model Age Replacement

Tahap selanjutnya yaitu menghitung interval waktu penggantian komponen kritis menggunakan model *age replacement*. Model *age replacement* adalah tindakan penggantian yang dilakukan pada saat pengoperasian mencapai umur tertentu yang telah ditetapkan. Adapun rumus dari model *age replacement* adalah sebagai berikut :

$$C(t_p) = \frac{C_p \cdot R(t_p) + C_f \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))}$$

Rumus 3.5 Formulasi Age Replacement

Dimana:

$C(t_p)$ = Total ongkos persatuan waktu jika penggantian dilakukan dalam interval (t_p)

$R(t_p)$ = Nilai reliability pada saat (t_p)

C_p = Biaya penggantian pencegahan

C_f = Biaya penggantian kerusakan

$M(t_p)$ = Nilai rata-rata waktu terjadinya kerusakan

T_f = Waktu penggantian kerusakan

T_p = Waktu penggantian pencegahan

t_p = Interval waktu penggantian pencegahan

	e. Penyusunan Proposal								
	e. Pengajuan ijin penelitian								
2	Pelaksanaan								
	a. Seminar Proposal								
	b. Pengumpulan data Penelitian								
3	Penyusunan Laporan								
	a. Penulisan Laporan								
	b. Ujian Skripsi								