

**PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA
MESIN FLIPCHIP UNTUK MEMINIMALISASI
DOWNTIME DAN BIAYA PERAWATAN
PADA PT UNISEM BATAM**

SKRIPSI



**Oleh:
Anggo Cahyo Prasetyo
130410036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018**

**PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA
MESIN FLIPCHIP UNTUK MEMINIMALISASI
DOWNTIME DAN BIAYA PERAWATAN
PADA PT UNISEM BATAM**

SKRIPSI

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



**Oleh:
Anggo Cahyo Prasetyo
130410036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan 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, 20 Desember 2017

Yang membuat pernyataan ,

Anggo Cahyo Prasetyo
130410036

**PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA
MESIN FLIPCHIP UNTUK MEMINIMALISASI
DOWNTIME DAN BIAYA PERAWATAN
PADA PT UNISEM BATAM**

SKRIPSI

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

**Oleh:
Anggo Cahyo Prasetyo
130410036**

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

Batam, 28 January 2018

**Rony Prasetyo, S.T., M.T.
Pembimbing**

ABSTRAK

PT Unisem Batam memiliki lima mesin untuk menjalankan kegiatan produksi komponen elektronika (IC) yang berlangsung 24 Jam setiap hari, sehingga tidak termaintenance dengan baik, terlebih lagi sistem *maintenance* yang digunakan adalah *breakdown maintenance*. Perbaikan atau perawatan dengan sistem ini tidak bisa mencegah kerusakan secara mendadak dan menyebabkan *downtime* yang tinggi pada mesin, selain itu biaya yang tinggi harus dialokasikan untuk biaya pembelian sparepart mesin yang rusak dan biaya tenaga kerja untuk memperbaiki mesin yang rusak. Dengan metode *age replacement* diperoleh interval waktu penggantian pencegahan komponen dengan kriteria minimasi *downtime* & biaya perawatan. Hasil perhitungan data kerusakan mesin, jika dilakukan *preventive maintenance* dengan penentuan interval penggantian komponen menggunakan Model *Age Replacement* dengan kriteria minimasi *downtime* maka diperoleh interval waktu 1-263 jam dengan probabilitas *downtime* terkecil (Dtp) yaitu 0,01081420 dengan total biaya perawatan (Ctp) Rp.616.938,1705 untuk komponen Rubbertip. Sedangkan untuk komponen Needle interval waktu 1-334 jam dengan probabilitas *downtime* (Dtp) 0,00183969 dengan total biaya perawatan (Ctp) Rp.103.316,9424. Biaya perawatan sebelum *preventive maintenance* untuk komponen Rubbertip sebesar Rp.5.649.976.393 per tahun sebanyak 25 kali frekuensi kerusakan. Sedangkan setelah *preventive maintenance* sebesar Rp.20.358.959,6267 per tahun dengan 33 kali penggantian pencegahan untuk komponen Rubbertip. Biaya perawatan sebelum *preventive maintenance* untuk komponen Needle sebesar Rp. 1.325.589.950 per tahun sebanyak 31 kali frekuensi kerusakan. Sedangkan setelah *preventive maintenance* sebesar Rp. 2.686.240,50 per tahun dengan 33 kali penggantian pencegahan untuk komponen Needle.

Kata Kunci: *Preventive Maintenance, Model Age Replacement, Downtime, Biaya Perawatan.*

ABSTRACT

PT Unisem Batam has five machines to run the production activities of electronic components (IC) which lasted 24 hours every day, so not maintenance well, even more maintenance system used is breakdown maintenance. Repair or maintenance with this system can not prevent sudden damage and cause high downtime on the machine, otherwise high costs should be allocated for the cost of purchasing broken machine spare parts and labor costs to repair damaged machinery. With age replacement method obtained interval time replacement prevention component with the criteria of minimization downtime & maintenance cost. The result of calculation of engine damage data, if done preventive maintenance by determining the replacement interval component using Age Replacement Model with minimtime downtime criterion then obtained interval time 1-263 hours with lowest downtime probability (Dtp) that is 0,01081420 with total maintenance cost (Ctp) Rp .616.938,1705 for Rubbertip components. As for the component Needle time interval of 1-334 hours with the probability of downtime (Dtp) 0,00183969 with total maintenance cost (Ctp) Rp.103.316,9424. Maintenance costs before preventive maintenance for Rubbertip components amounted to Rp.5.649.976.393 per year as much as 25 times the frequency of damage. Meanwhile, after preventive maintenance amounted to Rp.20.358.959,6267 per year with 33 times the replacement of prevention for Rubbertip components. Maintenance costs before preventive maintenance for the Needle component of Rp. 1.325.589.950 per year 31 times the frequency of damage. Meanwhile, after preventive maintenance of Rp. 2,686,240,50 per year with 33 times the preventive replacement for the Needle component.

Keywords: Preventive Maintenance, Age Replacement Model, Downtime, Maintenance Cost.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Putera Batam. Ibu Nur Elfi Husda, S.Kom., M.Si.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Putera Batam.
3. Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam. Bapak Welly Sugianto, S.T., M.T.
4. Bapak Rony Prasetyo, S.T., M.T. selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
6. Bapak Dr. Eng. Ansarullah Lawi yang telah membimbing dan memotivasi saya dalam menyelesaikan skripsi.
7. Istri dan Pangeran kecilku Giovano Aldrich Prasetyo yang telah banyak memberi dukungan dan semangat dalam menyelesaikan Skripsi ini.

8. Kedua orang tua, adik-adikku dan mertuaku dengan do'a dan ridhonyalah saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik semoga Allah SWT juga meridho'inya.
Aamin.
9. PT Uniserm kota Batam yang mengizinkan penulis melakukan penelitian skripsi.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya. Aamin.

Batam, 20 Desember 2017

Anggo Cahyo Prasetyo

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Rumusan Masalah	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Landasan Teori.....	7
2.1.1. <i>Preventive Maintenance</i>	7
2.1.2. Penjadwalan Mesin	9
2.1.3. Biaya Perawatan	11
2.1.4. <i>Downtime</i>	13
2.1.5. Pengertian Teori Keandalan (Reliability)	14
2.1.6. Model Matematis Dari Keandalan	14
2.1.6.1. Fungsi Keandalan.....	15
2.1.6.2. Fungsi Laju Kerusakan (<i>Hazard Function</i>).....	16
2.1.6.3. Fungsi Distribusi Kerusakan	17
2.1.7. Mean Time To Failure (MTTF)	22
2.1.8. Mean Time To Repair (MTTR)	22
2.1.9. Metode <i>Age Replacement</i>	23
2.2. Penelitian Terdahulu	26
2.3. Kerangka Pemikiran.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Desain Penelitian.....	29

3.2.	Variabel Penelitian.....	31
3.3.	Populasi Dan Sampel	32
3.4.	Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.5.	Metode Analisis Data.....	34
3.5.1.	Pengumpulan Data	35
3.5.2.	Pengolahan Data.....	35
3.6.	Lokasi Dan Jadwal Penelitian	41
3.6.1.	Lokasi Penelitian.....	41
3.6.2.	Jadwal Penelitian.....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Identifikasi Problem Mesin Yang Sering Terjadi	43
4.2.	Perhitungan TTF (Time to Failure) dan TTR (Time to Repair).....	46
4.3.	Ploting Distribusi	51
4.4.	Perhitungan MTTF (Mean Time to Failure) & MTTR (Mean Time to Repair)	54
4.5.	Ploting Distribusi	60
4.6.	Perhitungan Total Downtime	66
4.7.	Perhitungan Cost of Failure & Cost of Preventive	67
4.8.	Perhitungan Interval Biaya Penggantian Komponen	70
4.9.	Perhitungan Total Biaya Perawatan	76
4.9.1.	Biaya Perawatan Sebelum Preventive Maintenance	76
4.9.2.	Biaya Perawatan Sesudah Preventive Maintenance	77
4.10.	Penjadwalan Preventive Maintenance.....	79

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	80
5.2.	Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Rencana Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Tabel Problem & Downtime Mesin Flipchip.....	43
Tabel 4.2 Tabel Kerusakan Komponen Mesin Flipchip	45
Tabel 4.3 Tabel TTR Komponen Rubbertip	47
Tabel 4.4 Tabel TTR Komponen <i>Needle</i>	48
Tabel 4.5 Tabel TTF & TTR Komponen Rubbertip.....	49
Tabel 4.6 Tabel TTF & TTR Komponen Needle.....	50
Tabel 4.7 Tabel MTTR komponen Rubbertip.....	56
Tabel 4.8 Tabel MTTR komponen Needle	58
Tabel 4.9 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen Rubbertip.....	62
Tabel 4.10 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen Needle	65
Tabel 4.11 Perhitungan Interval Biaya Penggantian Komponen Rubbertip.....	72
Tabel 4.12 Perhitungan Interval Biaya Penggantian Komponen Needle.....	75
Tabel 4.13 Jadwal Penggantian Komponen	79

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Model <i>Age Replacement</i>	24
Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran	28
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Tahapan Dalam Metode Analisa Data	34
Gambar 4.1 Identifikasi Kerusakan Komponen.....	44
Gambar 4.2 Diagram Kerusakan atau Pergantian Komponen Mesin Flipchip.....	46

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Fungsi Keandalan	14
Rumus 2.2 Fungsi Laju Kerusakan	14
Rumus 2.3 Metode Age Replacement	23
Rumus 3.1 Distribusi Normal	36
Rumus 3.2 Ditribusi Lognormal	36
Rumus 3.3 Distribusi Eksponensial	36
Rumus 3.4 Distribusi Weibull	37
Rumus 3.5 MTTR Normal	37
Rumus 3.6 MTTR LogNormal	37
Rumus 3.7 MTTR Eksponensial	37
Rumus 3.8 MTTR Weibull	37
Rumus 3.9 MTTR Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Normal ..	38
Rumus 3.10 Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Lognormal	38
Rumus 3.11 Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Eksponensia.....	38
Rumus 3.12 Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Weibull.....	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Penelitian

Perkembangan teknologi yang semakin canggih sekarang ini mengakibatkan kebutuhan akan tenaga manusia mulai bergeser untuk kemudian digantikan dengan mesin atau peralatan produksi lainnya. Produktivitas dan efisiensi suatu mesin dapat dilihat dari kondisi mesin dan peralatan yang mendukungnya. Penggunaan mesin secara terus-menerus akan mengalami penurunan tingkat kesiapan mesin itu sendiri. Usaha untuk menjaga tingkat kesiapan mesin agar hasil produksi tetap terjamin akibat penggunaan mesin secara terus-menerus, maka dibutuhkan kegiatan pemeliharaan mesin.

Mesin merupakan aset fisik yang memerlukan perawatan agar perusahaan terus produktif. Menjamin agar mesin bisa beroperasi dengan baik dan optimal diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik. Kelancaran produksi dipengaruhi oleh perawatan yang diterapkan. Sistem perawatan yang kurang baik akan menyebabkan mesin mudah rusak dan proses produksi akan terganggu bahkan terhenti. Kerusakan suatu mesin atau suatu sistem merupakan hal yang sering dijumpai dan perlu mendapatkan penanganan yang serius.

Kerusakan suatu mesin yang sering membuat proses produksi terhambat, sehingga tingkat produksi menurun. Sejak era revolusi industri, perawatan industri

telah menghasilkan beberapa teori perawatan dan model perawatan. Pada masa lampau perawatan mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance*, dimana perawatan dilakukan setelah timbul kerusakan. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *Preventive maintenance*. *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal umumnya secara periodik. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi downtime (Yugowati Praharsi, 2015).

PT Unisem mempunyai lima mesin Flip Chip (ESEC FC 2100), mesin ini sudah beroperasi selama empat tahun lebih yang beroperasi secara terus menerus dan tidak termaintenance dengan baik. Permasalahan yang terjadi pada PT Unisem belakangan ini adalah mesin mengalami kerusakan saat produksi berjalan secara tiba-tiba. Berdasarkan data historis mesin FC004 periode Desember 2015 - September 2016 kerusakan paling banyak terdapat pada *Pickup Process*. Tipe *maintenance* yang berjalan pada PT Unisem adalah *Breakdown Maintenance*. Perbaikan menggunakan *Breakdown Maintenance* tidak dapat mencegah kerusakan yang terjadi secara mendadak, karena tipe perbaikan ini menunggu mesin rusak terlebih dahulu baru kita perbaiki, dengan begitu kita tidak bisa menentukan dan mencegah kapan kerusakan itu terjadi dan waktu perbaikan yang lama juga tidak bisa kita minimalisir, yang menyebabkan output berkurang dan tidak mencapai target produksi yang ditentukan. Selain itu biaya yang tinggi harus dialokasikan untuk biaya pembelian sparepart mesin yang rusak, biaya tenaga kerja dan biaya kehilangan produksi.

Dengan adanya masalah diatas maka dilakukan penelitian dengan mengusulkan penjadwalan *Preventive maintenance*. Diharapkan dengan pengusulan penjadwalan *Preventive maintenance* akan menghasilkan penurunan tingkat *downtime* dan penurunan biaya perawatan.

Berdasarkan alasan diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian serta membahas masalah tersebut yang berjudul: **“PENJADWALAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA MESIN FLIPCHIP UNTUK MEMINIMALISASI DOWNTIME DAN BIAYA PERAWATAN PADA PT UNISEM BATAM”**

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian diatas, diidentifikasi permasalahan pada PT Unisem diantaranya:

1. Kerusakan mesin yang terjadi secara mendadak menyebabkan *downtime* yang mengganggu aktivitas produksi sehingga tidak mencapai target produksi.
2. Biaya yang besar harus dialokasikan untuk membeli sparepart mesin yang rusak dan biaya karyawan/vendor untuk memperbaiki mesin yang rusak. Dengan begitu Perusahaan mengalami kerugian yang seharusnya bisa diminimalisir.

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk membatasi luasnya penjabaran dan pembahasan dalam penulisan penelitian ini, maka penulis membuat batasan-batasan masalah yang berfokus kepada:

1. Jenis perawatan yang dilakukan adalah *Preventive maintenance* dan tidak membahas aspek teknis didalamnya.
2. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung dan menggunakan data historis dari periode Desember 2015 - September 16.
3. Jenis mesin yang digunakan untuk penelitian adalah salah satu mesin Flipchip ESEC FC 2100 yaitu FC004.
4. Meneliti Satu frekuensi kerusakan terbanyak dan meneliti dua frekuensi kerusakan komponen/sparepart yang berkaitan dengan kerusakan tersebut, untuk dijadikan dasar dalam perbaikan pencegahan/*preventive maintenance*.

5. Hasil dari perhitungan yang akan dijadikan dasar kapan Preventive Maintenance dilakukan (Jadwal Preventive Maintenance).

1.4.Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka perumusan masalah yang dapat diambil sebagai dasar kajian dalam penelitian yang dilakukan adalah:

1. Apakah penjadwalan *Preventive maintenance* pada mesin Flipchip dapat meminimalisasi downtime pada PT Unisem?
2. Apakah penjadwalan *Preventive maintenance* pada mesin Flipchip dapat meminimalisasi biaya perawatan pada PT Unisem?

1.5.Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk meminimalisasi Downtime pada Mesin Flipchip
2. Untuk meminimalisasi Biaya Perawatan pada Mesin Flipchip.

1.6.Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat secara Teoritis

Penelitian ini menjadi dasar untuk pengembangan dan kajian penelitian selanjutnya yang lebih mendalam khususnya dalam meminimalisasi downtime dan biaya perawatan pada mesin Flipchip.

2. Manfaat secara Praktis

- 1) Hasil penelitian ini dapat memperluas pengetahuan dan wawasan dalam penerapan teori yang diperoleh dari perkuliahan khususnya mengenai minimalisasi downtime dan biaya perawatan mesin Flipchip pada PT Unisem.
- 2) Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi dan bahan pertimbangan bagi manajemen PT Unisem dalam pengambilan keputusan untuk meminimalisasi downtime dan biaya perawatan mesin pada mesin Flipchip.
- 3) Penelitian ini juga dapat diharapkan sebagai bahan masukan dan bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan bagi investor yang akan menanamkan modalnya pada PT Unisem.
- 4) Penelitian ini bermanfaat sebagai bahan referensi untuk memberikan perbandingan dalam kegiatan selanjutnya di masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Preventive Maintenance

Menurut (Assauri S. , 2008) *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. *Preventive maintenance* akan menjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat.

Preventive maintenance yang dilakukan oleh perusahaan dapat dibedakan atas, *Routine maintenance* dan *Periodic maintenance*. *Routine maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. *Periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu.

Maintenance dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dengan adanya kegiatan *maintenance* maka fasilitas atau peralatan pabrik dapat dipergunakan untuk produksi

sesuai dengan rencana, dan tidak mengalami kerusakan selama fasilitas atau peralatan tersebut yang direncanakan tercapai. Sehingga proses produksi yang diharapkan dapat berjalan dengan lancar dan terjamin, karena kemungkinan-kemungkinan kemacetan yang disebabkan tidak baiknya beberapa fasilitas atau peralatan produksi telah dihilangkan atau dikurangi.

Fungsi *Maintenance* (pemeliharaan) adalah untuk memastikan tetap tersedia dalam kondisi memuaskan untuk operasional bila diperlukan. Tujuan utama fungsi pemeliharaan adalah:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.1.2. Penjadwalan Mesin

Menurut (Assauri S. , 2008) Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Bedwort, 1987 dalam (Assauri S. , 2008) mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktifitas penjadwalan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatnya penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktifitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain.
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi biaya kelambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Proses penjadwalan timbul jika terdapat keterbatasan sumber daya yang dimiliki sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara

efisien. Menurut Baker, 1974 dalam (Assauri S. , 2008), model penjadwalan dapat dibedakan menjadi empat jenis keadaan yaitu:

1. mesin yang digunakan dapat berupa proses dengan mesin tunggal atau proses dengan mesin majemuk.
2. Pola aliran proses dapat berupa aliran identik atau sembarang.
3. Pola kedatangan pekerjaan statis atau dinamis.
4. Sifat informasi yang diterima dapat bersifat deterministik atau stokastik.

Pekerjaan-pekerjaan yang merupakan alokasi kapasitas untuk order-order, penugasan prioritas pekerjaan, dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci, di mana informasi-informasi tersebut akan menyatakan *input* dari sistem penjadwalan. Kita harus menentukan kebutuhan-kebutuhan kapasitas dari order-order yang dijadwalkan dalam hal jumlah dan macam sumberdaya yang digunakan.

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui tahapan produksi, maka sistem penjadwalan harus membentuk aktifitas-aktifitas output sebagai berikut:

1. Pembebanan (*loading*), melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk order-order yang diterima atau diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia. Pembebanan dilakukan dengan menugaskan order-order pada fasilitas-fasilitas, operator-operator, dan peralatan tertentu.

2. Pengurutan (*sequencing*), merupakan penugasan tentang order-order mana yang diprioritaskan untuk diproses dahulu bila suatu fasilitas harus memproses banyak pekerjaan.

2.1.3. Biaya Perawatan

Perawatan suatu mesin pasti membutuhkan biaya yang disebut dengan biaya perawatan. Biaya perawatan adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan secara rutin dalam periode waktu tertentu yang digunakan untuk merawat mesin yang ada (Bakdiyono, 2012). Proses perawatan mesin yang dilakukan oleh suatu perusahaan umumnya terbagi menjadi dua bagian yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*). Perawatan terencana dapat disebut sebagai jenis kegiatan yang dilakukan serta diorganisasi dengan perencanaan, penjadwalan, pengendalian dan pencatatan (Chien & Chen, 2007)

Fungsi pemeliharaan dilakukan dengan dua cara:

1. Dengan pencegahan kerusakan
2. Dengan perbaikan kerusakan

Meskipun fungsi kinerja pemeliharaan telah dipisahkan di sini ke "pencegahan" dan "perbaikan" unsur pencegahan adalah kunci untuk semua pekerjaan pemeliharaan yang berhasil, termasuk perbaikan. Perawatan pencegahan tidak perlu diperlakukan sebagai program khusus karena pencegahan merupakan tema utama dari seluruh

pekerjaan pemeliharaan. Dari pada menyelidiki perbaikan dan pencegahan sebagai dua aspek yang berbeda, itu lebih berguna mempertimbangkan berbagai cara di mana pekerjaan pemeliharaan muncul dan mengenali unsur pencegahan yang lainnya.

Meskipun semua upaya pencegahan dari berbagai jenis kerusakan yang terjadi dan sering perlu diperbaiki secara mendesak atau darurat. Meskipun personil pemeliharaan yang biasanya di bawah tekanan besar untuk mengembalikan peralatan untuk pelayanan dalam waktu sesingkat mungkin, ada dua pertimbangan penting, untuk unsur "pencegahan" yang vital dari pekerjaan, yang tidak boleh dikorbankan.

Secara garis besar, perawatan bertujuan untuk mencegah keausan dan kerusakan yang akan timbul secara tidak terduga pada sebuah mesin sehingga pada akhirnya dapat mengganggu jalannya proses produksi. Secara rinci tujuan utama dari kegiatan perawatan adalah (Assauri S. , 1993) :

1. Mesin dan seluruh perlengkapan produksinya siap pakai.
2. Mengurangi atau memperlambat tingkat keausan dan kerusakan pada mesin.
3. Untuk mendapatkan biaya perawatan serendah mungkin dengan melakukan kegiatan perawatan secara teratur dan terencana.
4. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk tersebut dan supaya kegiatan produksi tidak terganggu.
5. Meningkatkan kemampuan berproduksi agar dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.

6. Menjaga kualitas produksi yang termasuk dalam golongan *critical unit*, yaitu :
 - 1) Kerusakan fasilitas tersebut akan membahayakan keselamatan pekerja.
 - 2) Kerusakan fasilitas akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
 - 3) Kerusakan fasilitas akan menyebabkan kemacetan diseluruh proses produksi.
 - 4) Modal yang ditanamkan dalam proses tersebut adalah mahal.

2.1.4. Downtime

Downtime didefinisikan sebagai waktu suatu sistem atau komponen tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik) sehingga membuat sistem tidak berjalan (Gaspersz, 1992). Apabila mesin sedang dilakukan tindakan perawatan karena rusak, maka waktu mesin diperbaiki itulah yang disebut *downtime*. Misalnya mesin mengalami *breakdown*, *breakdown* terjadi ketika mesin mengalami kerusakan, dimana kerusakan dapat mempengaruhi kemampuan mesin secara keseluruhan, dimana kerusakan dapat mempengaruhi kemampuan mesin secara keseluruhan dan menyebabkan penurunan hasil dari proses dan mempengaruhi kualitas dari produk (Lukmandini, 2011)

2.1.5. Pengertian Teori Keandalan (Reliability)

Keandalan dalam pengertian yang luas dapat dikatakan sebagai ukuran prestasi. Atau dengan kata lain “ *suatu tingkat penilaian keberhasilan dari suatu objek yang seperti peralatan , mesin produksi , kendaraan , komputer , dan lain – lain* “ . Konsep keandalan sebenarnya muncul akibat perkembangan teknologi modern ,pada awalnya ilmuwan mendapat pengalaman berharga pada saat perang dunia kedua

berlangsung . Dimana pada masa perang tersebut metode keandalan digunakan untuk perawatan mesin khususnya peralatan perang yang dipakai . (Gaspersz, 1992)

2.1.6 Fungsi Keandalan

Secara matematis besarnya keandalan mesin untuk waktu operasi (tp) tertentu didapat dari satu dikurangi dengan probabilitas terjadinya kerusakan selama waktu operasi t tersebut . Adapun fungsi keandalannya adalah :

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

$$R (tp) = \int_t^s f (t) dt \quad \text{..... Rumus 2.1}$$

$$R (tp) = 1 - f (t) = 1 - \int_t^s f (t) dt$$

Jika t menuju tak terhingga , maka R (tp) Menuju nol . F (tp) merupakan distribusi fungsi kerusakan atau fungsi ketidakhandalan. (Zacks, 1992)

2.1.6.1 Fungsi Laju Kerusakan (*Hazard Function*)

Laju kerusakan (*failure rate*) merupakan laju dimana kerusakan terjadi pada interval waktu yang ditetapkan . Laju kerusakan (λ) dirumuskan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{f}{t} \quad \text{.....Rumus 2.2}$$

dimana : λ = Laju kerusakan

f = jumlah kerusakan yang terjadi

t = Waktu Operasi keseluruhan

Distribusi peluang kontinu merupakan distribusi yang sering digunakan untuk menganalisis kerusakan mesin . Pendekatan yang sering digunakan pada periode useful life adalah distribusi eksponensial dengan parameter λ , EXP, (λ) . Distribusi eksponensial digunakan secara luas dalam bidang teknik keandalan sebagai suatu model tahan hidup suatu komponen atau sistem .Dalam penerapan ini parameter λ dinamakan tingkat kegagalan sistem itu dan mean distribusi itu $1/\lambda$ dinamakan mean tahan hidup . Distribusi eksponensial mempunyai densitas sebagai berikut :

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \text{ untuk } t \geq 0$$

Dengan t = waktu

Dan fungsi keandalannya adalah :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \text{ untuk } t \geq 0$$

Fungsi kerusakan :

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \text{ untuk } t \geq 0 \text{ (Zacks, 1992)}$$

2.1.6.2. Fungsi Distribusi Kerusakan

Setiap mesin memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda-beda. Sejumlah mesin yang sama jika dioperasikan dalam kondisi yang berbeda akan memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda. Bahkan mesin yang sama juga jika dioperasikan dalam kondisi yang sama akan memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda. Dalam menganalisis perawatan ada beberapa jenis distribusi yang umum dipakai yaitu distribusi normal, lognormal, eksponensial dan weibull.

1. Distribusi Normal .

Distribusi normal (*Gaussian*) mungkin merupakan distribusi probabilitas yang paling penting baik dalam teori maupun aplikasi statistik. Distribusi ini digunakan jika pengaruh suatu kerandoman diakibatkan oleh sejumlah besar variasi random yang tidak bergantung (saling bebas/ independent) yang kecil atau sedikit. Distribusi ini cocok digunakan untuk model *wear out* mesin.

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas (Probability Density Function)

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]; -\infty < t < \infty, \sigma > 0, -\infty < \mu < \infty .$$

μ = harga rata – rata

σ = standart deviasi

b. Fungsi Kumulatif Kerusakan (Cumulative Density Function)

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

μ = harga rata – rata

σ = standart deviasi

ϕ = nilai z yang didapat dari tabel distribusi normal

c . Fungsi Keandalan (Reliability Function)

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

d. Fungsi Laju Kerusakan (Hazard Rate Function)

$$h(tp) = \frac{f(tp)}{R(tp)}$$

2. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal merupakan distribusi yang berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi. Distribusi lognormal banyak digunakan di bidang teknik, khususnya sebagai model untuk berbagai jenis sifat material dan kelelahan material.

Fungsi-fungsi dalam distribusi lognormal adalah:

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas (Probability Density Function)

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

b. Fungsi Kumulatif Kerusakan (Cumulative Density Function)

$$F(tp) = \phi\left[\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right]$$

s = standar deviasi

t_{med} = nilai tengah waktu kerusakan

c . Fungsi Keandalan (Reliability Function)

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

d. Fungsi Laju Kerusakan (Hazard Rate Function)

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

Variansi : $\sigma^2 = t^2 \text{med exp}(s^2) [\text{exp}(s^2)-1]$

3. Distribusi Eksponensial

Menggambarkan suatu kerusakan dari mesin yang disebabkan oleh kerusakan pada salah satu komponen dari mesin atau peralatan yang menyebabkan mesin terhenti. Dalam hal ini kerusakan tidak dipengaruhi oleh unsur pemakaian peralatan. Dengan kata lain distribusi ini memiliki kelajuan yang konstan terhadap waktu. Distribusi eksponensial akan tergantung pada nilai λ , yaitu laju kegagalan (konstan).

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas (Probability Density Function)

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

b. Fungsi Kumulatif Kerusakan (Cumulative Density Function)

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

c. Fungsi Keandalan (Reliability Function)

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

d. Fungsi Laju Kerusakan (Hazard Rate Function)

$$h(tp) = \frac{f(tp)}{R(tp)} \lambda$$

Variansi : $\sigma^2 = 1/\lambda$ untuk $t \geq 0, \lambda \geq$

4. Distribusi Weibull

Distribusi weibull pertama sekali diperkenalkan oleh ahli fisika dari Swedia Wallodi Weibull pada tahun 1939. Dalam aplikasinya, distribusi ini sering digunakan untuk memodelkan “waktu sampai kegagalan” (*time to failure*) dari suatu sistem fisika. Ilustrasi yang khas, misalnya pada sistem dimana jumlah kegagalan meningkat

dengan berjalannya waktu (misalnya keausan bantalan), berkurang dengan berjalannya waktu (misalnya daya hantar beberapa semi konduktor) atau kegagalan yang terjadi oleh suatu kejutan (*shock*) pada sistem.

Distribusi weibull merupakan keluarga distribusi kerusakan yang paling sering dipakai sebagai model distribusi masa hidup (*life time*). Distribusi Weibull merupakan distribusi empirik sederhana yang mewakili data yang aktual. Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karakteristik kerusakan dan keandalan pada komponen.

a. Fungsi Kepadatan Probabilitas (Probability Density Function)

$$f (tp) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

β = parameter bentuk

α = parameter lokasi

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

b. Fungsi Kumulatif Kerusakan (Cumulative Density Function)

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

c . Fungsi Keandalan (Reliability Function)

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

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

d. Fungsi Laju Kerusakan (Hazard Rate Function)

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

Parameter β disebut dengan parameter bentuk atau kemiringan weibull (*weibull slope*), sedangkan parameter α disebut dengan parameter skala atau karakteristik hidup. Bentuk fungsi distribusi weibull bergantung pada parameter bentuknya (β), yaitu:

$B < 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi *hyper-exponential* dengan laju kerusakan cenderung menurun.

$B = 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi eksponensial dengan laju kerusakan cenderung konstan.

$B > 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi normal dengan laju kerusakan cenderung meningkat (Zacks, 1992)

2.1.7. Mean Time To Failure (MTTF)

Mean time to failure merupakan rata-rata selang waktu antar kerusakan dari suatu distribusi kerusakan. Perhitungan masing-masing distribusi adalah :

a. Distribusi Normal

$$MTTF = \mu$$

b. Distribusi Lognormal

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

c. Distribusi Eksponensial

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

d. Distribusi Weibull

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

Γ = Nilai Fungsi Gamma (Zacks, 1992)

2.1.8. Mean Time To Repair (MTTR)

Mean time to failure merupakan rata-rata perbaikan, distribusi data untuk waktu perbaikan. Perhitungan masing-masing distribusi adalah :

a. Distribusi Normal

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

b. Distribusi Lognormal

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

c. Distribusi Eksponensial

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

d. Distribusi Weibull

$$MTTR = \alpha \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \text{ (Zacks, 1992)}$$

2.1.9. Metode Age Replacement

Metode *age replacement* yaitu metode perawatan pencegahan yang dilakukan dengan menetapkan interval waktu perawatan pencegahan selang waktu kerusakan yang menuntut adanya tindakan perbaikan penggantian dengan kriteria minimasi (Jardine, 1973). Dalam model *age replacement* saat untuk dilakukan pergantian

pengecehan pada umur pakai dari komponen. Penggantian pengecehan dilakukan dengan menetapkan kembali interval yang telah ditentukan. Jika terjadi kerusakan yang menuntut untuk dilakukannya tindakan penggantian.

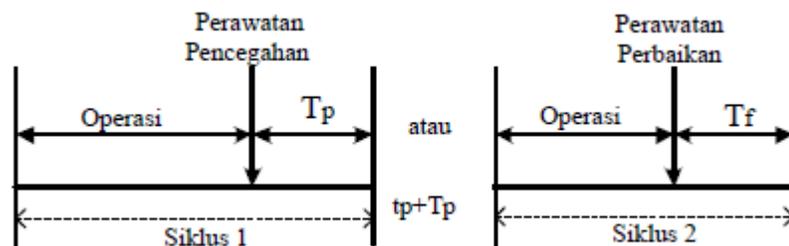
Dalam melakukan penurunan model penggantian ada beberapa asumsi yang dikembangkan untuk memfokuskan pada permasalahan yaitu:

- a. Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian.
- b. 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:

- a) Siklus pengecehan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pengecehan. Ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian sesuai dengan yang telah direncanakan.
- b) Siklus pengecehan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian kerusakan. Ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

Kedua siklus pada model *age replacement* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Siklus model age Replacement

Perhitungan Model *Age Replacement* untuk meminimasi *Downtime* dengan rumus:

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

$$M(tp) = \left[\frac{MTTF}{1 - R(tp)} \right]$$

Keterangan :

tp = Interval penggantian pencegahan

Tf = Waktu untuk melakukan perbaikan kerusakan

Tp = Waktu untuk melakukan penggantian pencegahan

F(tp) = Fungsi kepadatan peluang dari waktu kerusakan

R(tp) = Probabilitas terjadinya siklus pencegahan

M(tp) = Nilai ekspektasi panjang siklus kerusakan jika penggantian dilakukan.

D(tp) = Probabilitas total *downtime* per unit waktu untuk penggantian pencegahan.

Perhitungan Model *Age Replacement* untuk meminimasi biaya dengan rumus:

$$C(tp) = \frac{Cp.R(tp) + Cf(1 - R(tp))}{(tp + Tp).R(tp) + (M(tp) + Tf)(1 - R(tp))} \quad \text{.....Rumus 2.3}$$

Keterangan :

tp = Interval penggantian pencegahan

Cf = Biaya penggantian tidak terencana (penggantian kerusakan)

Cp = Biaya penggantian terencana (penggantian pencegahan)

$F(tp)$ = Fungsi kepadatan peluang dari waktu kerusakan

$R(tp)$ = Probabilitas terjadinya siklus pencegahan

Tf = Waktu untuk melakukan perbaikan kerusakan

$C(tp)$ = Total Biaya perawatan pencegahan.

2.2. Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung teori yang berkaitan dengan penelitian, penulis mencantumkan beberapa penelitian terdahulu mengenai Preventive Maintenance, Metode Age Of Replacement, Minimasi Downtime & Biaya Perawatan.

1. Penelitian terdahulu oleh Jaka Purnama, Yosua Anggara Putra dan Moch. Kalamollah tahun 2015 yang berjudul “Metode Age Replacement Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan dapat melakukan penghematan sebesar 37%. Penelitian menggunakan metode age replacement atau umur penggantian.
2. Penelitian terdahulu oleh Asmeati dan Hammada Abbas yang berjudul “Analisis Total Preventive Maintenance Dalam Meminimasi Downtime Tools Kritis dan meningkatkan Realibility pada Mesin Finish Mill”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi perawatan yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan dalam menghindari breakdown dan meminimasi downtime adalah penentuan waktu interval perawatan subsistem atau komponen penyebab kerusakan utama pada finish mill antara 315.6702 jam atau 13 hari sampai dengan 920.0141 jam atau 38 hari.

3. Penelitian terdahulu oleh Much Djunaidi dan Eko Bakdiyono tahun 2012 yang berjudul “Minimasi Biaya Perawatan Dengan Menggunakan Metode Preventive Maintenance Policy”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diusulkan jadwal perawatan mengikuti kebijakan repair untuk kerusakan komponen klasifikasi A. Untuk kerusakan komponen klasifikasi B diterapkan kebijakan preventive maintenance setiap 5 bulan. Dan untuk kerusakan komponen klasifikasi C diterapkan kebijakan preventive maintenance setiap 7 bulan.
4. Penelitian terdahulu oleh Yugowati Praharsi, Iphov Kumala Sriwana, dan Dewi Maya Sari tahun 2015 yang berjudul “Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance pada PT Artha Prima Sukses Makmur”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode age replacement penghematan dapat dilakukan sebesar 38%.
5. Penelitian terdahulu oleh Rizki Wahyuniardi, Arumsari H., dan Rizki Triana tahun 2016 yang berjudul “Penentuan Interval Perawatan Dengan Menggunakan Model Age Of Replacement Di PT.X ”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menghitung interval penggantian pencegahan komponen, sehingga diharapkan dapat mencegah terjadinya kerusakan komponen secara tiba-tiba dan dapat meminimasi 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.
6. Penelitian terdahulu oleh Shabrina Dyah Mutiara, Arif Rahman, dan Ihwan Hamdala yang berjudul “ Perencanaan Preventive Maintenance Komponen Cane

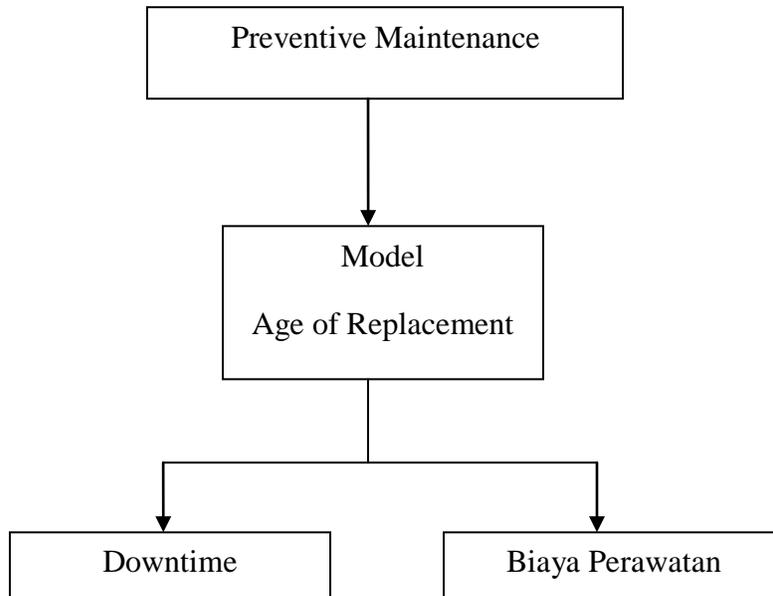
Cutter I Dengan Pendekatan Age Replacement ”. Hasil penelitian menunjukkan Preventive maintenance akan mengurangi downtime sebesar 2,403 jam setiap musim giling, meningkatkan tingkat availability sebesar 0,055% dan meningkatkan tingkat reliability sebesar 66%. Namun biaya maintenance juga meningkat dari sebelumnya sebesar Rp. 90.587.729 menjadi Rp. 104.969.103.

2.3. Kerangka Pemikiran

Menurut (Assauri S. , 2008) *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Metode *age replacement* yaitu metode perawatan pencegahan yang dilakukan dengan menetapkan interval waktu perawatan pencegahan selang waktu kerusakan yang menuntut adanya tindakan perbaikan penggantian dengan kriteria minimasi (Jardine, 1973)

Dengan dilaksanakannya kegiatan Preventive Maintenance secara terjadwal dengan metode Age Replacement diharapkan mampu meminimalisasi downtime dan biaya perawatan. Dengan demikian kerangka pemikiran yang dapat peneliti susun adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran

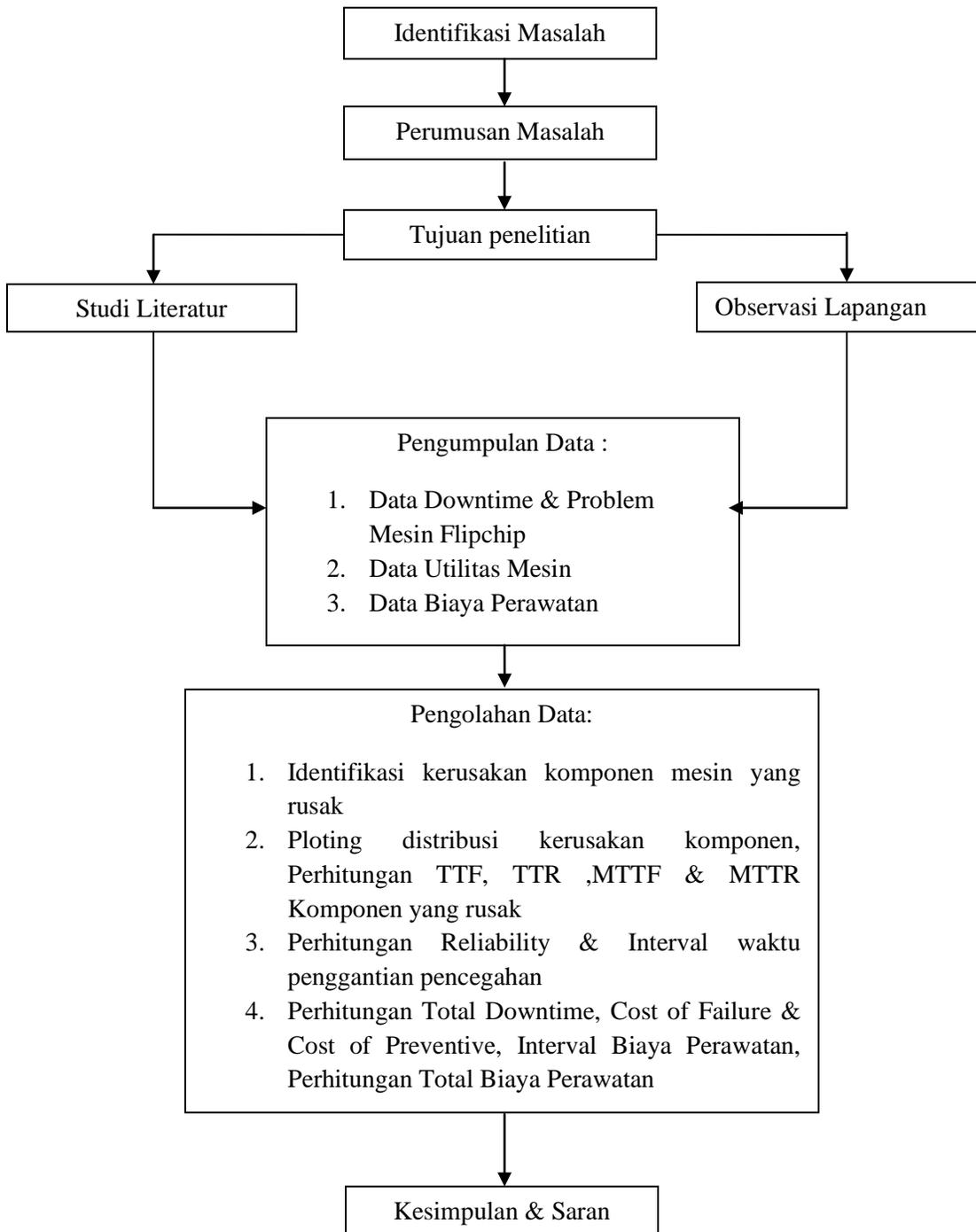
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Data yang telah diperoleh dari penelitian dapat digunakan untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi suatu masalah. (Sugiyono, 2014: 2-3). Dengan menggunakan metode penelitian, peneliti akan dapat mengambil kesimpulan-kesimpulan sehingga dapat menemukan solusi dari permasalahan.

3.1. Desain Penelitian

Menurut Sarwono (2006: 27) desain penelitian merupakan alat yang akan menentukan berhasil atau tidaknya suatu penelitian yang sedang dilakukan. Desain penelitian adalah tahapan atau gambaran yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian untuk memudahkan penyusunan dalam melakukan penelitian. Desain penelitian berfungsi sebagai penuntun bagi peneliti yang akan menentukan arah berlangsungnya proses penelitian secara benar dan tepat sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Penelitian ini menggunakan desain penelitian dengan beberapa tahap proses penelitian seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

3.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah sesuatu yang dipelajari, diamati dan penarikan kesimpulan yang sebelumnya ditetapkan oleh peneliti baik itu berupa suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu (Sugiyono, 2014). Untuk menentukan apa yang menjadi variabel suatu penelitian maka perlu dilihat terlebih dahulu jenis dari penelitian itu sendiri.

Berdasarkan judul penelitian yang penulis lakukan “Penjadwalan *Preventive Maintenance* Pada Mesin *Flipchip* Untuk Meminimalisasi *Downtime* Dan Biaya Perawatan Pada PT Unisem Batam”. Maka penulis menjadikan mesin *Flipchip* merupakan obyek yang digunakan dalam penelitian dan penjadwalan *preventive maintenance* sebagai variabel penelitian.

Preventive maintenance merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal umumnya secara periodik. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reability*, dan dapat mengurangi *downtime*. *Preventive maintenance* adalah suatu pengamatan secara sistematis disertai analisis teknis-ekonomis untuk menjamin berfungsinya suatu peralatan produksi dan memperpanjang umur peralatan yang bersangkutan.

3.3. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mesin FlipChip pada PT Unisem Kota Batam.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah mesin Flipchip (FC004) pada PT Unisem Kota Batam.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data. Tanpa mengetahui teknik pengumpulan data, maka peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar data yang ditetapkan.

Teknik-teknik pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Wawancara Langsung

Melakukan wawancara secara individual dengan pihak perusahaan, terutama dengan bagian maintenance dan bagian produksi. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai cara preventive maintenance yang digunakan perusahaan, masalah-masalah yang timbul dalam kerusakan mesin beserta komponennya, informasi yang berkaitan dengan penelitian.

2. Observasi Langsung

Observasi dilakukan langsung di area produksi PT Unisem Kota Batam untuk melihat secara langsung kondisi mesin, dan aktivitas perawatan mesin.

Data diatas berguna untuk mengetahui kebutuhan sistem yang akan dibuat sebagai suatu sistem informasi yang dapat membantu perusahaan.

Untuk mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini, penulis menggunakan jenis data:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan penelitian secara langsung dilapangan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mengamati secara langsung di lokasi perusahaan dan meminta keterangan serta mewawancarai karyawan yang terlibat langsung secara operasional. Data yang diperoleh antara lain adalah data mengenai uraian proses produksi dan cara kerja mesin.

b. Data Sekunder

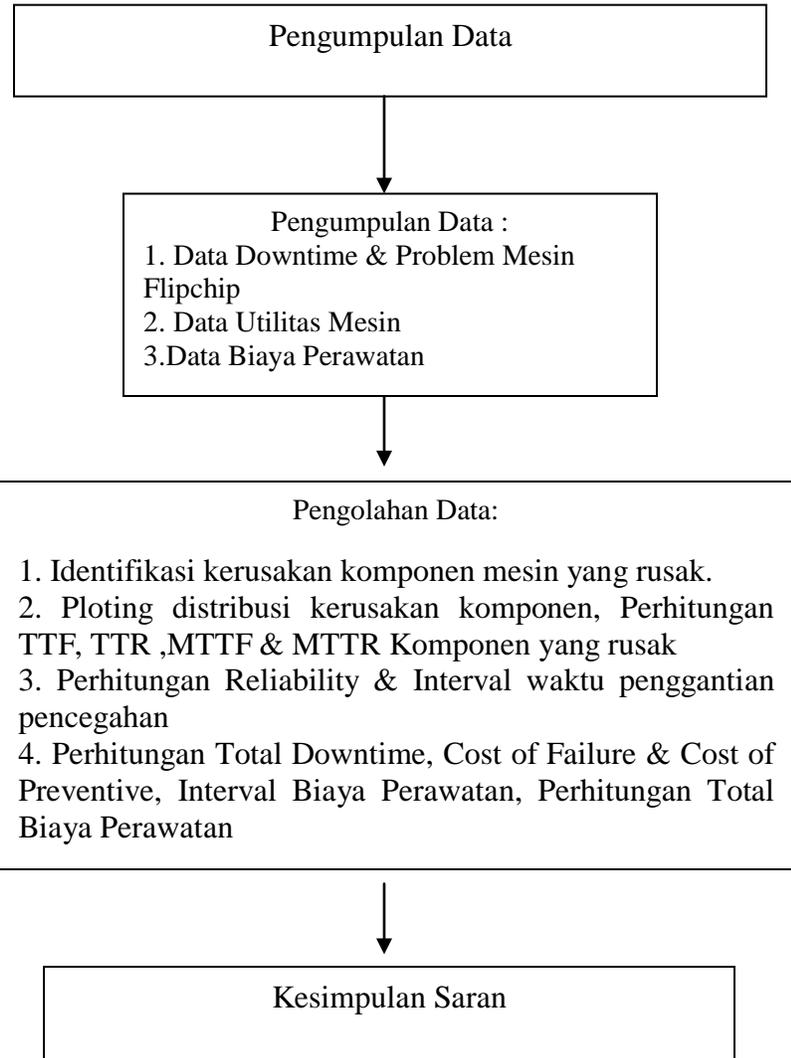
Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari hasil pengamatan penulis tapi bersumber dari dokumentasi perusahaan dalam periode satu tahun (Januari 2016 sampai Desember 2016), data ini terdiri dari:

1. Data Laporan Downtime & Problem Mesin
2. Data Harga Komponen, Bahan Baku Produk, Biaya Tenaga Kerja.
3. Data Utilitas Mesin

3.5. Metode Analisis Data

Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah difahami oleh diri sendiri maupun orang lain. (Sugiyono, 2014)

Tahap-tahap yang dilakukan dalam metode penganalisaan data pada penelitian ini dapat penulis tampilkan melalui gambar berikut ini:



Gambar 3.2 Tahapan Dalam Metode Analisa Data

3.5.1. Pengumpulan Data

Tahap pertama adalah melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk penganalisaan pada penelitian ini. Data diperoleh dari sumber-sumber perusahaan berupa data histori Mesin Flipchip yang sudah didokumentasikan perusahaan. Data yang dikumpulkan mencakup sebagai berikut:

1. Data Laporan Downtime & Problem Mesin
2. Data Harga Komponen, Bahan Baku Produk, Biaya Tenaga Kerja.
3. Data Utilitas Mesin

3.5.2. Pengolahan Data

Data-data yang berhasil dikumpulkan akan diolah menggunakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi kerusakan komponen mesin yang rusak

Hal pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi problem & downtime yang sering terjadi pada mesin dengan frekuensi paling banyak, setelah itu identifikasi kerusakan komponen yang berkaitan dengan kerusakan mesin yang terjadi.

2. Plotting distribusi kerusakan komponen, Perhitungan TTF, TTR ,MTTF & MTTR
Komponen yang rusak

Plotting distribusi ini bertujuan untuk menentukan distribusi apa yang sesuai dengan data yang ada menggunakan Goodness of Fit Test. Ada terdapat empat distribusi yang digunakan untuk mengidentifikasi pola data yang terbentuk dari waktu kerusakan yang diperoleh dari data TTF & TTR komponen mesin

flipchip. Distribusi tersebut antara lain, Distribusi Weibull, Distribusi Lognormal, Distribusi Eksponensial, dan Distribusi Normal.

Untuk mengetahui distribusi yang sesuai maka akan digunakan bantuan software minitab 16. Distribusi yang sesuai dengan data waktu kerusakan yang diperoleh adalah distribusi dengan nilai AD yang terkecil atau nilai *correlation coefficient (index of fit)* yang terbesar.

Nilai MTTF dapat dicari dengan bantuan software Minitab 16 atau dengan menggunakan rumus sebagai berikut sesuai dengan distribusi kerusakan

a. Distribusi Normal

$$MTTF = \mu \quad \text{.....Rumus 3.1}$$

Dimana :

μ = nilai rata -rata

b. Distribusi Lognormal

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \quad \text{.....Rumus 3.2}$$

Dimana :

t_{med} = nilai tengah waktu kerusakan

e = eksponensial dari

s = standar deviasi

c. Distribusi Eksponensial

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad \text{.....Rumus 3.3}$$

Dimana :

Parameter λ = r/T

r = jumlah kerusakan

T= total waktu kerusakan

d. Distribusi Weibull

$$MTTF = \alpha \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \text{.....Rumus 3.4}$$

Dimana :

Γ = Nilai Fungsi Gamma

β = parameter bentuk

α = parameter lokasi

Sedangkan rumus MTTR sebagai berikut :

a. Distribusi Normal

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \quad \text{.....Rumus 3.5}$$

b. Distribusi Lognormal

$$MTTR = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \quad \text{.....Rumus 3.6}$$

c. Distribusi Eksponensial

$$MTTR = \frac{1}{\lambda} \quad \text{.....Rumus 3.7}$$

d. Distribusi Weibull

$$MTTR = \alpha \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \text{.....Rumus 3.8}$$

3. Perhitungan Reliability, & Interval waktu penggantian pencegahan

Perhitungan Reliability dapat di cari dengan Rumus sebagai berikut sesuai dengan distribusi kerusakan :

a. Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Normal

$$R (tp) = 1- \phi \left[\frac{t - \mu}{\sigma} \right] \quad \text{.....Rumus 3.9}$$

Dimana :

μ = nilai rata-rata

σ = standart deviasi

ϕ = nilai z yang didapat dari tabel distribusi normal

b. Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Lognormal

$$R (tp) = 1- \phi \left[\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}} \right] \quad \text{.....Rumus 3.10}$$

Dimana :

s = standar deviasi

t_{med} = nilai tengah waktu kerusakan

ln = nilai logaritma natural dari

c. Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Eksponensial

$$R (tp) = e^{-\lambda t} \quad \text{.....Rumus 3.11}$$

Dimana :

e= nilai eksponensial dari

d. Fungsi Keandalan (Reliability Function) distribusi Weibull

$$R (tp) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right] \quad \text{.....Rumus 3.12}$$

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

Dimana :

Γ = Nilai Fungsi Gamma

β = parameter bentuk

α = parameter lokasi

3.6. Lokasi Dan Jadwal Penelitian

3.6.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan suatu tempat atau wilayah dimana penelitian tersebut dilakukan. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan riset bertempat di PT Unisem kawasan Batamindo Industrial Park Muka Kuning Batam kepulauan Riau, Indonesia. Alasan peneliti memilih perusahaan ini sebagai lokasi penelitian adalah:

1. Ketersediaan data
2. Mudah mendapatkan data
3. Efisiensi biaya dan waktu

3.6.2. Jadwal Penelitian

Setiap rancangan penelitian perlu dilengkapi dengan jadwal kegiatan yang akan dilaksanakan yang berisi jadwal kegiatan apa saja yang akan dilakukan selama penelitian (Sugiyono, 2014 :286). Berikut ini adalah tabel jadwal kegiatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung.

Tabel 3.1 Jadwal Rencana Penelitian

No	Tahapan Kegiatan	Waktu Pelaksanaan													
		Okt-17		Nov- 17				Des-2017				Jan-2018			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul	■	■												
2	Penyusunan Bab I			■	■										
3	Penyusunan Bab II					■	■								
4	Penyusunan Bab III							■	■						
5	Penyusunan Bab IV									■	■	■	■		
6	Penyusunan Bab V, Daftar Pustaka, Lampiran													■	■