

# **LAPORAN PENELITIAN**



## **PENENTUAN PENGGANTIAN KOMPONEN MESIN CNC SYNTEC DENGAN MENGGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT**

### **TIM PENELITIAN**

Dr. Suwanda,MT

(Ketua)

Salomo Surya Ghunaro Sitio

(Anggota)

### **FAKULTAS TEKNIK**

### **UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA**

Alamat : Kampus UNKRIS Jatiwaringin P.O Box 774/Jat.CM

Tel. (021) 84998529 Fax : (021) 94998529

**JAKARTA 13077**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : Penentuan Penggantian Komponen Mesin CNC Syntec dengan menggunakan metode Age Replacement
2. Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Dr. Suwanda,MT
  - b. NIDN : 0306045501
  - c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - d. Program Studi : Teknik Industri
  - e. Jurusan : Teknik Industri
3. Jumlah Anggota Peneliti
  - a. Nama Anggota I : Salomo Surya Ghunaro Sitio
  - b. NIM : 1570031019
4. Lokasi Penelitian : PT. Alexindo
5. Jumlah biaya yang disetujui
  - a. Biaya dari FT Unkris : Rp.5.000.000,-
  - b. Dan institusi lain : -
6. Lama Penelitian : 3 bulan

Mengetahui,

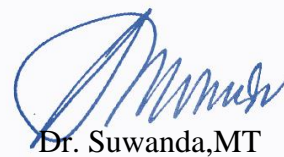
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Harjono Padmono Putro, S.T., M.Kom

Jakarta, 15 Februari 2020

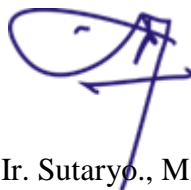
Ketua Peneliti



Dr. Suwanda, MT

Menyetujui,

Ketua Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P2M)



Ir. Sutaryo., M.Si

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah memberikan rahmat kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan penelitian.

Dalam penulisan ini sering kali peneliti mendapatkan hambatan, namun berkat bimbingan, bantuan dan dorongan semangat dan motivasi dari berbagai pihak yang langsung maupun tidak langsung kepada peneliti yang pada akhirnya dapat menyelesaikan penelitian ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik beserta para wakilnya yang telah banyak memberikan bantuan dana penelitian sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (PPM) Fakultas Teknik yang telah memberikan dan membantu peneliti selama proses penelitian.
3. Ketua Program Studi Teknik Industri yang telah banyak membantu dalam proses pengajuan proposal penelitian.
4. Rekan-rekan dosen di Fakultas Teknik dan segenap staff serta semua pihak yang telah membantu penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif, sehingga penelitian ini dapat diterima sesuai dengan tujuannya.

Bekasi, 18 Februari 2020

Penulis

## ABSTRAK

Produktifitas suatu perusahaan sangat ditekankan khususnya ada kelancaran suatu proses produksi. Karenanya kelancaran proses produksi mempunyai tiga unsur utama yaitu input (*Raw Material*), proses (mesin), dan *output (finish good)*. Kelancaran proses produksi sering kali terganggu karena mesin mengalami kerusakan, dan kerusakan yang ditimbulkan sering kali disebabkan karena keperluan untuk penggantian komponen. Hal tersebut sangatlah merugikan bagi perusahaan karena waktu yang hilang akibat *breakdown*. Dalam mesin CNC *syntec* system perawatan sangatlah penting. Kegiatan ini bertujuan agar dapat menentukan waktu yang optimal untuk penggantian komponen dengan menggunakan metode *Age Replacement* (umur komponen) dan metode ABC (*Activity Based Costing*) untuk menentukan komponen kritis yang sering mengalami kerusakan serta menyumbang biaya besar pada kerusakan tersebut serta menyumbang biaya besar pada kerusakan tersebut, yaitu sensor dengan 33,18% dengan umur komponen 45 hari dan waktu *breakdown* 90 menit dan *solenoid valve* dengan 19,70% dengan umur komponen 55 hari dan waktu *breakdown* 150 menit dengan frekuensi 18 kali periode 2017-2018 untuk komponen sensor dan 15 kali untuk komponen *solenoid valve*.

**Kata Kunci :** komponen kritis, CNC, *breakdown*, komponen sensor dan *solenoid Age Replacment*

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang Masalah</b> .....	1
<b>1.2 Identifikasi Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.6 Metodologi Penelitian</b> .....	5
<b>1.7 Sistematika Penulisan</b> .....	8
<b>BAB II</b> .....	9
<b>LANDASAN TEORI</b> .....	9
<b>2.1 Definisi Perawatan</b> .....	9
<b>2.2 Pengertian Perawatan</b> .....	10
<b>2.3 Metode Penentuan Suku Cadang Kritis</b> .....	13
<b>2.4 Konsep Keandalan</b> .....	14
<b>2.5 Distribusi Kerusakan</b> .....	17
<b>2.6 Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)</b> .....	20
<b>2.7 Model Penentuan Penggantian Pencegahan</b> .....	21
<b>2.8 Elemen Waktu Dan Ongkos Dalam Perawatan</b> .....	23
<b>BAB III</b> .....	26
<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b> .....	26
<b>3.1 Gambaran Perusahaan</b> .....	26
<b>3.2 Kegiatan Perawatan</b> .....	32
<b>3.3 Pengumpulan Data</b> .....	33
<b>3.4 Pengolahan Data</b> .....	41
<b>BAB IV</b> .....	64
<b>ANALISIS PENGOLAHAN DATA</b> .....	64
<b>4.1. Pemilihan Komponen Kritis</b> .....	64
<b>4.2. Pemilihan Pola Distribusi</b> .....	65
<b>4.3. Analisa Parameter Distribusi</b> .....	65

<b>4.4. Analisis Selang Waktu Penggantian.....</b>	<b>66</b>
<b>BAB V.....</b>	<b>67</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>67</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>67</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Di modern ini suatu fasilitas dalam perusahaan akan mempengaruhi jalannya suatu aktivitas atau proses produksi, setiap peralatan, mesin, fasilitas lainnya yang terlibat dalam aktivitas tersebut. Bukan hanya pada industri manufacturing saja tetapi di sektor-sektor pemasaran suatu produk juga memerlukan suatu fasilitas yang baik, agar konsumen dapat menikmatinya.

Kelancaran proses produksi sangatlah penting khususnya disuatu perusahaan. Kelancaran proses produksi memiliki tiga unsur utama yaitu, Input (*Raw Material*), Proses Produksi (*Mesin*), dan Output/Hasil (*Finish Good*). Dalam ketiga unsur tersebut terdapat beberapa macam komponen peralatan atau mesin yang diperlukan unuuk kelancaran proses produksi. Jika komponen atau mesin mengalami kerusakan maka sangat besar dampak suatu kualitas produksi dan hasil output yang tidak maksimal/memuaskan sehingga berbagai macam kerugian dan memperkecil hasil produktivitas.

PT.Alexindo adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang alumunium yaitu pembuatan berbagai jenis tipe, trails, box mobil, kusen, *roof rack*, dan *foot step*, dimana pekerjaan dikerjakan dalam produksi masal (*mass production*). Dalam pengerjaan tralis dikerjakan di divisi workshop. Dimana pekerjaan ini dikerjakan pada di workshop yaitu menggunakan mesin CNC Syntec.

Aktivitas produksi sering mengalami gangguan akibat komponen mesin yang mengalami kerusakan. kerusakan yang dimaksud adalah karena perlunya

pergantian komponen mesin yang sudah tidak layak pakai. Hal ini sangat merugikan pihak perusahaan dikarenakan hilangnya waktu yang terbuang sia-sia akibat mesin mengalami kerusakan.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di PT. Alexindo diperlukan tindakan khusus seperti penjadwalan untuk pergantian komponen kritis dengan waktu yang optimal yang sering kali menghambat aktivitas proses produksi sehingga dapat meminimalisir biaya yang terbuang.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Setelah kita bahas latar belakang masalah diatas, maka pada tahap selanjutnya yaitu identifikasi masalah. Berdasarkan latar belakang tersebut kita dapat menemukan identifikasi masalah sebagai berikut :

1. PT.Alexindo belum menemukan keandalan untuk komponen-komponen kritis.
2. PT.Alexindo harus menentukan komponen kritis pada mesin yang sering mengalami kerusakan.
3. PT.Alexindo harus menentukan waktu yang optimal untuk penggantian komponen-komponen kritis.

## **1.3 Perumusan Masalah**

Dari identifikasi masalah diatas maka perumusan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan komponen kritis?
2. Bagaimana menentukan keandalan untuk menentukan komponen kritis?

3. Bagaimana menentukan selang waktu yang optimal untuk penggantian komponen kritis dengan standar performansinya menggunakan metode Age Replacement?

## **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan**

1. Untuk Memastikan komponen mesin yang kritis pada mesin CNC
2. Untuk Memastikan keandalan pada mesin CNC
3. Untuk mengetahui umur optimal pada komponen mesin CNC

### **1.4.2 Manfaat**

1. Bagi Peneliti

Mendapatkan kesimpulan agar bisa melakukan penelitian di PT. Alexindo sehingga dapat mengetahui jadwal penggantian komponen kritis yang optimal

2. Bagi Perusahaan

Memberikan suatu informasi kepada perusahaan khususnya dalam menentukan jadwal perawatan mesin berdasarkan analisa kehandalan

3. Bagi Pembaca

Menambah wawasan khususnya dalam melakukan perhitungan perbaikan mesin melalui metode *Age Replacement*.

## **1.5 Batasan Masalah**

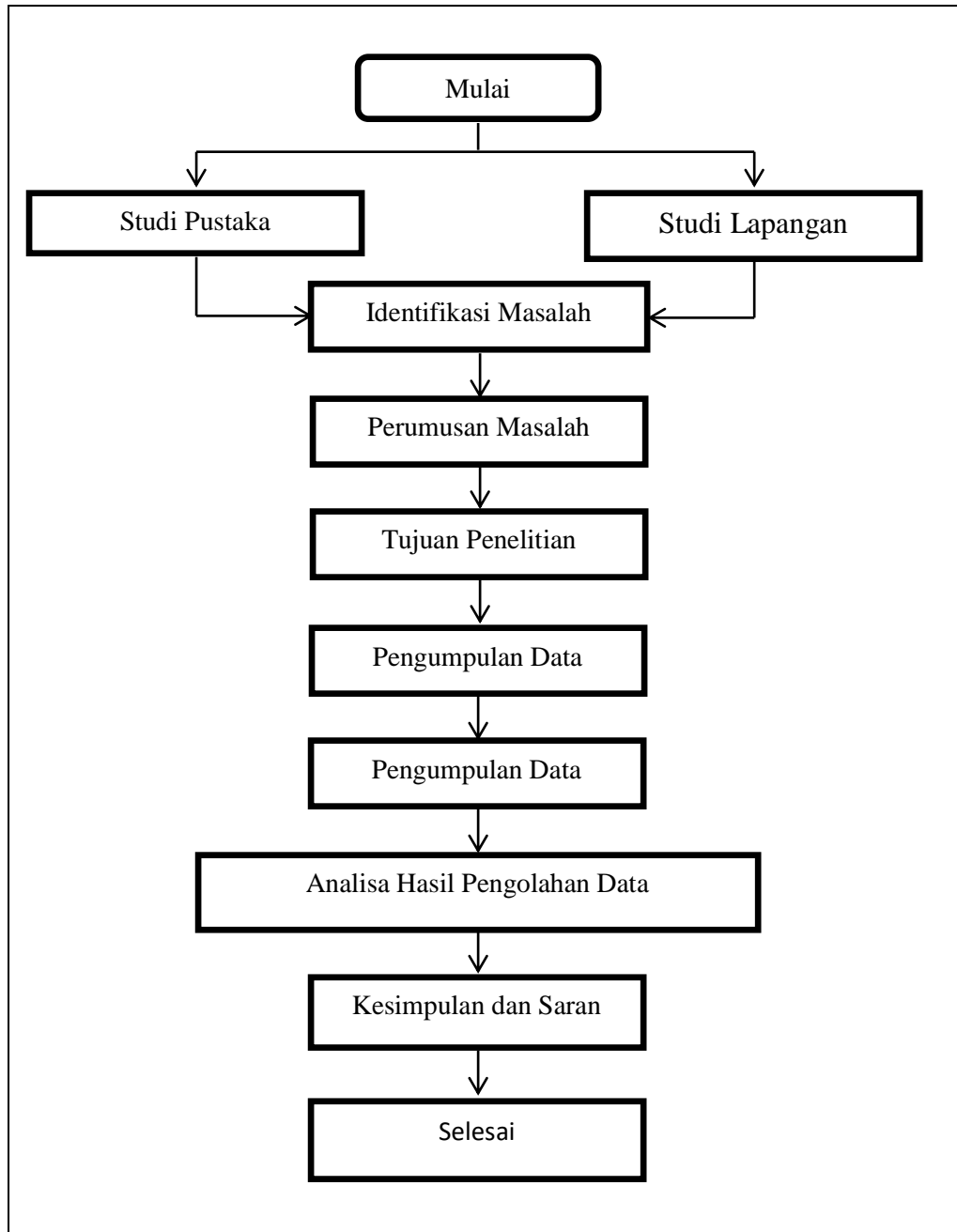
Setelah menentukan rumusan masalah tersebut maka kita harus menentukan batasan masalah dalam penelitian, batasan-batasan masalah tersebut adalah :

1. Penelitian dilakukan di PT.ALEXINDO di bagian Workshop.
2. Peneliti melakukan penelitian di mesin CNC Syntec.

3. Jika data yang didapat pada mesin CNC Syntec sudah cukup untuk memenuhi syarat.
4. Perhitungan dilakukan secara manual.
5. Perhitungan biaya didasarkan pada keadaan sekarang.
6. Dalam penelitian ini kegiatan berupa cara perbaikan, pembongkaran, pergantian, dan pemasangan part tidak dibahas pada penelitian ini
7. Pengamatan kerusakan dilakukan dalam interval waktu operasi sampai dengan mesin berhenti (*breakdown*).

## 1.6 Metodologi Penelitian

### 1.6.1 Flow Chart Pemecah Masalah



Gambar 1.1 Flowchart Pemecahan Masalah

## 1.6.2 Filosofi Alur Pemecah Masalah

### 1. Mulai

### 2. Studi Lapangan

Melakukan kegiatan pengamatan dan pengambilan data dilapangan / PT.

Alexindo

### 3. Studi Pustaka

Melakukan studi melalui referensi dan perpustakaan Universitas

Krisnadwipayana

### 4. Identifikasi Masalah

1. Belum menentukan keandalan pada komponen kritis

2. PT.Alexindo harus menentukan komponen kritis pada mesin yang sering mengalami kerusakan.

3. PT.Alexindo harus menentukan waktu yang optimal untuk penggantian komponen-komponen kritis.

### 5. Perumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan komponen kritis?

2. Bagaimana menentukan keandalan untuk menentukan komponen kritis?

3. Bagaimana memastikan waktu yang optimal untuk penggantian komponen dengan standar performansinya menggunakan metode Age Replacement?

### 6. Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan komponen kritis pada mesin CNC

2. Untuk menentukan keandalan pada mesin CNC

3. Untuk menentukan waktu yang optimal untuk penggantian komponen yang kritis

#### 7. Pengumpulan Data

Peneliti memerlukan data untuk mempermudah penelitian. Data didapatkan dengan cara terlibat langsung pada kegiatan tersebut perusahaan dan melakukan wawancara dengan pihak yang terlibat. Data yang diperlukan diantaranya :

#### 8. Pengolahan Data

Dalam bab ini peneliti melakukan pengolahan data terhadap data yang telah terkumpul

#### 9. Kesimpulan dan Saran

#### 10. Selesai

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian Penelitian ini meliputi lima bab yaitu :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodeologi pemecah masalah, dan sistematik penulisan.

**BAB II: LANDASAN TEORI**

Berisikan teori-teori pendukung, penganalisa, dan pengembangan sistem yang meliputi tinjauan pustaka, definisi perawatan, dan ujian perawatan

**BAB III: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini peneliti melakukan pengumpulan data dan tahap selanjutnya yaitu mengolah data yang sudah terkumpul

**BAB IV: ANALISIS PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisikan analisis dari pengolahan data

**BAB V : KESIMPULAN DAN HASIL**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil penelitian di PT.Alexindo

**DAFTAR PUSTAKA**

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Definisi Perawatan

Perawatan merupakan hal yang penting dalam proses pengoperasian suatu mesin. Aktifitas perawatan yang diterapkan kepada setiap komponen mesin dapat berbeda-beda sesuai dengan karakteristik komponen yang tersedia. Jika suatu komponen diberikan perawatan yang tidak sesuai dengan karakteristiknya maka salah satu penyebabnya akan mengakibatkan mesin mengalami kerusakan dalam waktu tertentu. Hal ini akan mengakibatkan terganggunya aktifitas sehari-hari dan akan banyak mengalami kerugian. Penelitian-penelitian mengenai penentuan jenis perawatan komponen umumnya dilakukan untuk memperoleh nilai seminimum mungkin terkait dengan perawatan. (skripsi, Yusuf 2018:10)

Salah satu penelitian TTF ( *Time To Failure* ) mengenai jadwal pemeliharaan pada mesin CNC Syntec untuk meningkatkan kehandalan mesin dengan metode Age Replacement. Pada Penelitian ini perhitungan yang tepat menggunakan metode Age Replacement yang kemudian akan ditentukan cara mengatasi masalah yang terjadi pada mesin CNC Syntec. Semua subsistem akan dievaluasi untuk menentukan penyebab kegagalan yang kemudian akan ditentukan perawatan yang tepat pada komponen. Tujuan utama dari sistem perawatan adalah menjaga operasional agar berjalan sesuai dengan kondisi operasi yang optimum. Optimum disini berarti dapat memenuhi permintaan yang diterima dengan memperhatikan minimalisir biaya yang diperlukan. Usaha ini juga berarti menjaga kehandalan setiap fasilitas secara keseluruhan.

Secara umum kehandalan diartikan sebagai peluang suatu fasilitas ataupun proses produksi memiliki kinerja sesuai dengan yang ditetapkan dalam kurun waktu dan kondisi operasi tertentu. (skripsi, Yusuf 2018:12)

## **2.2 Pengertian Perawatan**

Perawatan adalah suatu usaha yang dilakukan secara sengaja maupun tidak sengaja dan sistematis terhadap peralatan hingga kondisi yang diinginkan.

Perawatan fasilitas industri yang merupakan sumber daya pendukung kontinuitas proses, membutuhkan suatu penanganan khusus, sehingga konsep manajemen perlu diterapkan dalam melakukan aktivitas ini. (skripsi, Yuningsih 2006:7 ).

### **2.2.1 Definisi Manajemen Perawatan**

Manajemen perawatan adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan, pergantian, pembersihan, penyetelan, dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat. Selain itu perawatan juga berasal dari keinginan manusia untuk memiliki sistem yang lebih teratur, bersih, dan fungsional.

Kata perawatan atau yang biasa disebut dengan pemeliharaan, mulai populer sejak jaman perang dunia ke II. Disini arti perawatan dirujuk kepada perlunya perhatian yang lebih besar terhadap pemeliharaan asset yang mahal yang dibuat oleh manusia dan tidak dapat dirusak, tetapi umur pemakaian diperpanjang dengan melakukan perbaikan secara terus-menerus dengan kegiatan yang disebut perawatan.

### **2.2.2 Tujuan Perawatan**

Kegiatan perawatan yang diinginkan adalah perawatan produktif, sehingga kegiatan yang dilakukan akan berhasil dan bermanfaat bagi perusahaan maupun

karyawan. Dari definisi diatas dapat diketahui tujuan utama fungsi kegiatan perawatan ini adalah :

- ☞ Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rancana produksi.
- ☞ Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu.
- ☞ Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang berada diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perudahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- ☞ Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mmungkin, dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien keseluruhannya. Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

### **2.2.3 Lingkup Kegiatan Perawatan**

Lingkup kegiatan perawatan secara garis besar terbagi tiga, yaitu : (Soffyan Assauri 1999:99)

#### **1. Inspeksi (*Inspection*)**

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan Teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan pengembangan peralatan atau komponen yang perlu diganti, serta melakukan penelitian terhadap pengembangan tersebut.

3. Kegiatan Produksi (*production*)

Kegiatan Produksi ini meliputi kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin dan peralatan.

#### **2.2.4 Tujuan Manajemen Perawatan Industri**

Secara umum manajemen perawatan industri memiliki tujuan :

1. Mengatasi segala permasalahan, yang berkenaan dengan kontinuitas aktivitas produksi.
2. Memperpanjang umur pengoperasian peralatan dan fasilitas industri.
3. Meminimasi *downtime*, yaitu waktu selama proses terhenti (waktu menunggu) yang dapat mengganggu kontinuitas produksi.
4. Meningkatkan efisiensi sumber daya.
5. Membantu para pengambil keputusan, sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan fasilitas.
6. Melakukan perencanaan terhadap perawatan *preventive*.
7. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari terhentinya proses karena permasalahan keandalan mesin.

#### **2.2.5 Jenis Perawatan**

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* adalah kegiatan perawatan yang sederhana berupa perbaikan dan penggantian komponen, penyetelan mesin, pelumasan dan kegiatan perawatan lainnya yang dilakukan ketika jadwal downtime mesin yang diukur sebelumnya dengan analisis laju kegagalan mesin. (skripsi, Yuningsih 2006)

2. *Corrective Maintenance*

*Corrective Maintenance* adalah jenis perawatan yang dilaksanakan pada kegiatan proses produksi yang memberikan hasil produksi yang tidak mencapai target. Perawatan dilakukan karena terdapat kinerja yang tidak sesuai dengan standar. *Corrective Maintenance* bertujuan untuk mengembalikan performa dan standar kinerja dari komponen atau sistem ke kondisi awal. (skripsi, Yuningsih 2006)

### **2.3 Metode Penentuan Suku Cadang Kritis**

Upaya menentukan komponen kritis dengan menggunakan metode ABC. Analisis ABC adalah suatu analisa yang membagi persediaan kedalam 3 kelas berdasarkan nilainya, yaitu nilai A, B, C.

Yaitu dengan cara mengelompokkan barang yang memiliki nilai kuantitas sedikit tapi memiliki nilai modal yang tinggi, sehingga barang dapat dikategorikan sebagai A prioritas selanjutnya adalah B dan terakhir C.

Adapun pengklasifikasian dari ketiga kelompok kelas, yaitu :

1. Barang kelas A, yang merupakan barang yang mempunyai nilai penting, barang ini berjumlah 5% - 10% dari suku cadang dan mempunyai nilai kumulatif 0-70%.

2. Barang kelas B, merupakan barang dengan kepentingan dibawah kelas A, yang berjumlah 20% - 30% dari modal tertanam dan mempunyai nilai kumulatif 70-95%.
3. Barang kelas C, yaitu barang yang tidak terlalu diperhatikan dibanding dua jenis barang diatas dan mempunyai nilai kumulatif 95-100%.

Metode analisis ABC ini dapat dibuat dalam suatu diagram dengan menghitung nilai modal yang diserap setiap jenis barang dan diurutkan dari yang memiliki nilai terbesar hingga terkecil. Kemudian melakukan perhitungan kumulatif dengan urutan jumlah modal yang diserap.

#### **2.4 Konsep Keandalan**

Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas sistem kinerja sesuai dengan yang dibutuhkan. Deifinisi lain keandalan adalah probabilitas suatu sistem akan berfungsi secara normal ketika digunakan untuk periode waktu yang diinginkan dalam kondisi operasi yang spesifik.

Berdasarkan definisi diatas, maka terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Probabilitas, dimana nilai *Reliability* adalah berada 0 dan 1.
2. Kemampuan yang diharapkan, harus digambarkan secara jelas. Untuk setiap unit terdapat suatu standar untuk menentukan kemampuan yang diharapkan.
3. Tujuan yang diinginkan, dimana kegunaan peralatan harus jelas. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang.
4. Waktu, merupakan parameter yang penting untuk melakukan penilaian suksesnya suatu sistem.

5. Kondisi Lingkungan, mempengaruhi umur dari sistem atau peralatan seperti suhu, kelembapan, dan kecepatan bergerak.

Untuk mengembangkan konsep tersebut ada beberapa variabel yang bisa digunakan untuk mengatur besar keandalan, adalah : (Jardine, *Maintenance Replacement and Reliability*, 1973)

- a. Fungsi kepadatan kemungkinan

Fungsi kepadatan kemungkinan berfungsi menggambarkan kegagalan peralatan. Probabilitas kegagalan yang terjadi antara waktu  $t_x$  dan  $t_y$  ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\int_{t_x}^{t_y} f(t)dt = 1$$

- b. Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi Distribusi Kumulatif adalah probabilitas yang terjadi karena kegagalan sebelum waktu  $t$ , dan hal ini ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt$$

Dimana :

$T$  : waktu

$R(t)$  : kesatuan fungsi

- c. Fungsi Keandalan

Fungsi keandalan adalah fungsi yang menunjukkan tingkat kemampuan hidup komponen (umur) suatu mesin dengan waktu tertentu

Persamaan untuk fungsi keandalan ini adalah :

$$R(t) = \int_0^t f(t) dt$$

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

Dimana :

T : waktu

Rt : mendekati nol

d. Laju kerusakan

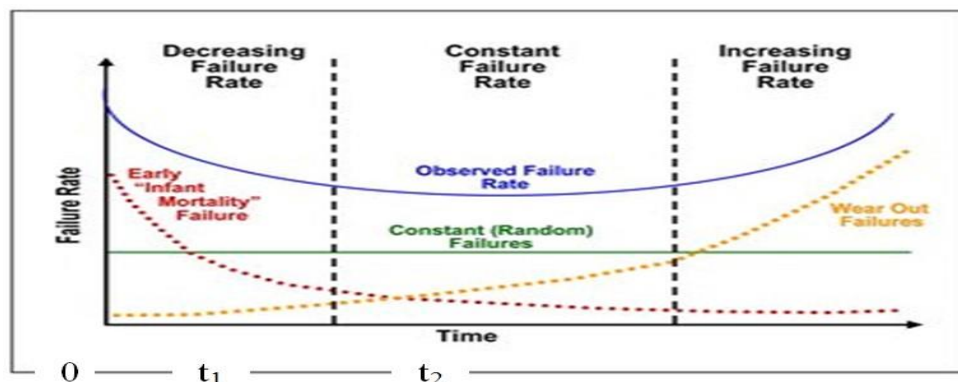
Laju kegagalan sering kali digunakan untuk menentukan karakteristik statistic mesin. Laju kegagalan pada interval ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$R(t) dt = \frac{\int_{-1}^{1-dt} f(t) dt}{\int_1^0 f(t) dt}$$

$$r(t) dt = \frac{f(t+dt) - f(t)}{1 - f(t)}$$

e. Fase Kerusakan

Laju kegagalan (*Failure Rate*) atau fase kerusakan adalah waktu berubahnya umur komponen dan . Dengan demikian laju kegagalan akan tergantung kepada perubahan waktu. Dari hasil percobaan dan pengalaman, akan terbagi menjadi tiga fase kerusakan yang timbul dan masing-masing fase mempunyai karakteristik yang berbeda. Fase tersebut dapat kita lihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.1 Tingkat Kerusakan

## 2.5 Distribusi Kerusakan

Distribusi kerusakan adalah informasi dasar mengenai umur pakai suatu peralatan. Distribusi kerusakan suatu peralatan yang dibentuk berbeda-beda. Yang umum digunakan adalah distribusi *weibull*, *eksponensial*, *normal*, *lognormal*, dimana distribusi kerusakan ini dapat memenuhi berbagai fase kerusakan. Jika ukuran sampelnya tergolong kecil maka penafsiran parameter distribusi dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*least squares curves fitting*).

Rumus umum yang digunakan dalam *least squares curves fitting* (ebeling, 1997)

$$f(t_i) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4}$$

Dimana :

$f(t_i)$  = plot Weibull / probabilitas

$i$  = Data waktu ke 1

$n$  = jumlah data kerusakan

*Least squares curves fitting* bertujuan untuk menentukan distribusi yang memiliki atau mendekati penyebaran data-data *time to failure* dan *time to repaire*. Perhitungan yang dilakukan adlaah menentukan nilai *index or fit* ( $r$ ), uji ini menentukan analisa korelasi untuk mencari hubungan variabel bebas ( $x$ ) dengan variabel terikat ( $y$ ). (Riduwan, 2004).

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

Dimana :

r : *index of fit* distribusi

n : jumlah data yang diuji

x : variabel bebas

y : variabel terikat

Rumus yang dimiliki masing-masing distribusi :

1. Distribusi *Weibull*

$x_1 = \ln t_1$  dimana  $t_1$  adalah data ke 1

$$t_1 = \mathbf{In} \left[ \ln \left( \frac{1}{1 - f(t_1)} \right) \right]$$

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

2. Distribusi normal

$\mathbf{yi} = \mathbf{zi} = \Phi^{-1} [ \mathbf{f}(\mathbf{ti}) ]$  → diperoleh dari distribusi normal  $\phi(z)$

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

3. Distribusi *lognormal*

$\mathbf{yi} = \mathbf{zi} = \Phi^{-1} [ \mathbf{f}(\mathbf{ti}) ]$  → diperoleh dari distribusi normal

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

4. Distribusi Eksponensial

$$\mathbf{Yi} = \left[ \ln \left( \frac{1}{1 - f(t_1)} \right) \right]$$

### 2.5.1 Distribusi Weibull

Distribusi Weibull adalah distribusi yang pemakaiannya paling luas dan banyak sekali yang digunakan dalam perhitungan keandalan dan menentukan tingkat kegagalan. Adanya parameter-parameter dalam distribusi-distribusi Weibull membentuk suatu perilaku kerusakan dapat lebih dimodelkan. Distribusi Weibull dapat digunakan pada laju kerusakan yang meningkat maupun menurun (*Ebeling, 1997*). Untuk rumus keandalannya.

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

$R(t)$  : keandalan mesin

$T$  : main time to failure / MTTF

$\theta$  : skala parameter

$\beta$  : bentuk parameter

### 2.5.2 Distribusi Normal

Bentuk distribusi normal memiliki nilai simetris terhadap nilai rata-rata dengan dua parameter bentuk yaitu  $\mu$  (nilai tengah) dan  $\sigma$  (standar deviasi) selalu memiliki nilai positif.

$$R(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

$R(t)$  : keandalan mesin

$\sigma$  : skala parameter

### 2.5.3 Distribusi Lognormal

Seperti distribusi Weibull, distribusi log normal memiliki bentuk yang bervariasi. Biasanya data yang didekati dengan distribusi Weibull juga dapat didekati dengan distribusi lognormal (ebelling, 1997). Untuk rumus keandalannya

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

$R(t)$  : keandalan mesin

$t$  : main time to failure / MTTF

$t_{med}$  : skala parameter

$S$  : bentuk parameter

### 2.5.4 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial memiliki laju kerusakan yang tidak berubah dan konstan terhadap waktu. Jika ada peralatan yang memiliki laju kerusakan yang tetap dan konstan maka penelitian itu merupakan distribusi eksponensial. Untuk rumus keandalannya.

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

$R(t)$  : keandalan mesin

$t$  : main time to failure / MTTF

$\lambda$  : skala parameter

## 2.6 Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

MTTF merupakan nilai rata-rata interval antar kerusakan dari sebuah distribusi kerusakan, sedangkan MTTR adalah nilai rata-rata waktu perbaikan kerusakan yang terjadi, untuk cara perhitungannya berbeda-beda tergantung pada

parameter yang sudah ditentukan oleh masing-masing distribusi. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\mathbf{MTTF / MTTR} = \mathbf{r(t)} = \int_0^{\infty} \mathbf{t.f(t)dt}$$

MTTF / MTTR : mean time to failure / mean time to repair

t : data waktu

f(t) : fungsi kumulatif

atau dapat juga di definisikan pada persamaan berikut :

$$\mathbf{MTTF / MTTR} = \mathbf{r(t)} = \int_0^{\infty} \mathbf{r(t)dt}$$

1. Distribusi Weibull

$$\mathbf{MTTF} = \theta \mathbf{r} \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

2. Distribusi normal

$$\mathbf{MTTF} = \mu$$

3. Distribusi lognormal

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

4. Distribusi eksponensial

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

## 2.7 Model Penentuan Penggantian Pencegahan

Sistem perawatan yang paling efektif diterapkan pada perusahaan industri adalah perawatan *preventive*. Kegiatan perawatan sebaiknya dilakukan sesuai jadwal yang direncanakan.

Permasalahan yang selalu dihadapi oleh perusahaan adalah dalam menentukan waktu penjadwalan perawatan *preventive*, sehingga jadwal yang ditetapkan terkadang kurang optimal dan berdampak pada kurangnya produksi. Penentuan waktu yang optimum dapat membantu perusahaan dalam menetapkan waktu perawatan, sehingga kehilangan sumber daya akibat terhentinya proses produksi.

### **2.7.1 Age Replacement**

Dalam model ini, untuk dilakukannya penggantian pencegahan adalah tergantung dari umur komponen. Jadi penggantian pencegahan dilakukan dengan cara menetapkan kembali waktu penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan waktu yang telah ditentukan jika terjadi penggantian komponen akibat kerusakan yang terjadi.

Pada model Age Replacement terdapat 2 macam siklus pergantian, yaitu :

- Siklus pertama dilakukan melalui komponen yang telah mencapai waktu penggantian ( $t_p$ ) sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.
- Siklus kedua ditentukan melalui komponen yang mencapai kerusakan sebelum waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

### **2.7.2 Group Replacement**

Penggantian komponen secara grup yang sering kali lebih murah dan mudah dilakukan dibanding melakukan secara satu per satu.

Contoh sederhana dari penggantian komponen secara grup adalah lampu plan, dimana sangat memakan waktu lama jika perbaikan dilakukan secara satu persatu bila ada lampu yang mati atau tidak berfungsi.

## 2.8 Elemen Waktu Dan Ongkos Dalam Perawatan

Dalam kegiatan produksi terdapat beberapa macam elemen waktu yang dapat dibedakan :

- Waktu Operasi, dimana mesin/fasilitas berfungsi dengan baik dan tidak mengalami gangguan dan berjalan sesuai standar performansinya.
- Waktu Delay, dimana mesin/fasilitas berfungsi dengan baik dan tidak mengalami gangguan, tetapi tidak digunakan semestinya dikarenakan mengalami kerusakan.
- Waktu Rintangan, yaitu total waktu dimana mesin/fasilitas tidak dapat digunakan sesuai standar performansinya. Waktu rintangan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar :

1. Komponen waktu rintangan akibat penggantian pencegahan

- ☞ Waktu pembongkaran mesin
- ☞ Waktu penyiapan fasilitas
- ☞ Waktu memasang fasilitas
- ☞ Waktu menguji mesin

2. Komponen waktu rintangan akibat penggantian kerusakan komponen

- ☞ Waktu administrasi, waktu dimana kondisi saat kondisi mesin mengalami kerusakan sampai untuk mendatangkan teknisi khusus.
- ☞ Waktu pembongkaran mesin
- ☞ Waktu dimana kerusakan pada mesin
- ☞ Waktu menunggu komponen
- ☞ Waktu pemasangan komponen pada mesin

Tindakan pemeliharaan baik yang sudah direncanakan maupun dilakukan secara mendadak akibat timbulnya kerusakan pada mesin yang dapat menimbulkan ongkos bagi perusahaan. Ongkos tersebut berupa ongkos langsung (ongkos teknisi) maupun ongkos tak langsung (ongkos karyawan yang tidak bekerja akibat kerusakan mesin). Elemen ongkos yaitu :

#### 1. Ongkos Tetap

➤ Ongkos tenaga kerja perawatan

Ongkos untuk melakukan perawatan, pada saat mesin mengalami kerusakan (*breakdown*) maupun pada saat perawatan untuk pencegahan, Upah yang dibayar ini menjadi ongkos tenaga kerja perawatan.

➤ Ongkos tenaga kerja produksi yang mengganggu

Pada saat mesin mengalami kerusakan, dan dilakukannya perbaikan, perusahaan tetap akan membayar tenaga kerja operator mesin yang berkaitan dengan produksi mesin tersebut.

➤ Depresiasi mesin produksi

Biaya yang tinggi untuk melakukan pembelian pada mesin akan menjadi ongkos depresiasi yang percuma apabila mesin mengalami kerusakan kembali.

#### 2. Ongkos Variabel

➤ Ongkos pembelian komponen penggantian

Adanya komponen yang sudah tidak berfungsi dengan normal dan harus mengganti komponen tersebut. Ongkos pembeliannya komponen

merupakan ongkos penggantian. Jika komponen masih bisa diperbaiki, maka ongkosnya adalah ongkos perbaikan.

➤ **Keuntungan yang tidak dapat diperoleh**

Yaitu merupakan ongkos yang seharusnya didapat karena kehilangan suatu hasil produksi.

➤ **Ongkos administrasi dan ongkos lainnya**

Dimana ongkos tersebut terjadi dikarenakan mesin tidak beroperasi sesuai standar performansinya.

3. **Biaya Kerusakan (cost of failure)**

Biaya kerusakan adalah biaya yang diperoleh akibat kerusakan pada mesin dan menyebabkan mesin tidak dapat melakukan proses produksi. Biaya ini terdiri dari biaya tenaga kerja, biaya komponen, dan kehilangan produksi

4. **Biaya Pencegahan (cost of preventive)**

Adalah biaya yang muncul dikarenakan tindakan pencegahan kerusakan pada mesin. Biaya ini terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya pembelian komponen mesin.

## BAB III

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 3.1 Gambaran Perusahaan

PT.Alexindo (Alumunium Extrusion Indonesia yang didirikan pada tanggal 4 Februari 1972 berdasarkan akte notaris Adisah Harahap no.2 dan diresmikan pada tanggal 15 Mei 1972 oleh bapak M.Yusuf sebagai Menteri Perindustrian Republik Indonesia. PT.Alexindo terletak di jalan Raya Bekasi KM 28,7 Pondok Ungu Bekasi, 17124 dengan luas daerah perusahaan sebesar 31.000m<sup>3</sup>.

Dengan konstruksi 20.000 m<sup>3</sup> yang terbagi menjadi 14.000 m<sup>3</sup> area pabrik atau manufaktur, 2.000 m<sup>3</sup> area kantor dan 4.000 m<sup>3</sup> area lainnya. Perusahaan mempunyai status sebagai Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang direktur tertinggi yaitu Bapak Baharaja Halim, MBA sebagai pemegang saham tertinggi.

PT.Alexindo memproduksi berbagai macam produk mulai dari alumunium profil dengan berbagai jenis tipe, tralis, box mobil, kusen, *roof rack* dan *foot steep*. Kapasitas produksi yang mampu dihasilkan adalah 15000 ton per tahun dan bahkan mencapai 1200 ton per bulan.

#### ☞ **Visi Perusahaan**

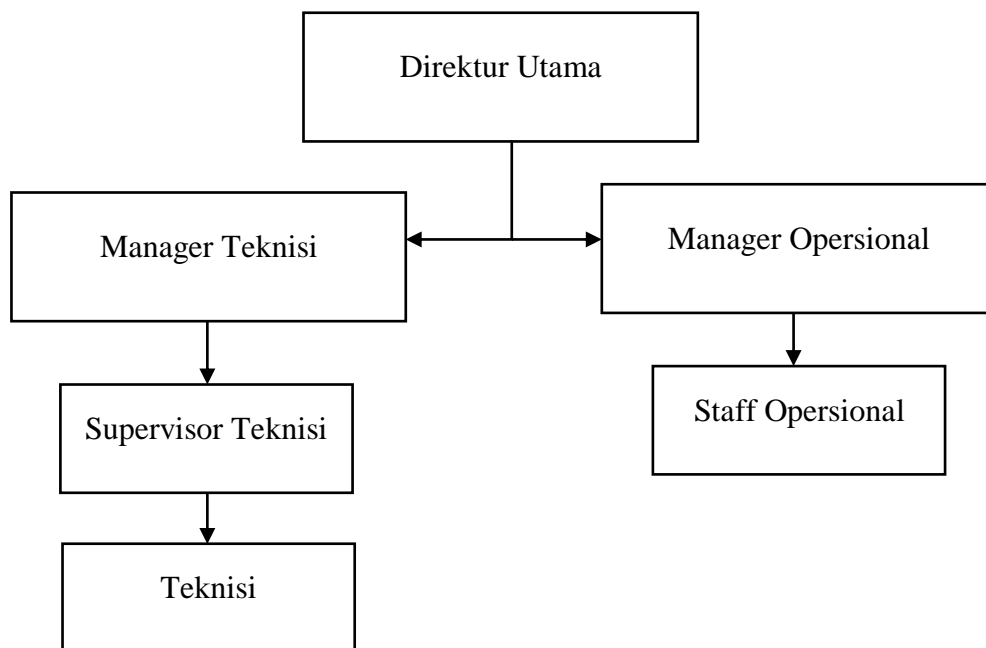
PT Alumunium Extrusion Indonesia (ALEXINDO) dalam melangsungkan berjalannya perusahaan harus mempunyai suatu visi. Visi yang dimiliki dari PT. ALEXINDO adalah menjadi industri alumunium profil berwarna dengan mengutamakan kualitas, biaya, pengiriman, keamanan dan moral terbaik.

### ☞ Misi Perusahaan

- ✓ Memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan
- ✓ Kepuasan pelanggan diutamakan
- ✓ Menyediakan produk yang berkualitas
- ✓ Memberikan harga yang dapat bersaing

### 3.1.1 Struktur Organisasi

Berikut adalah susunan organisasi PT.Alexindo



Gambar 3.1 Struktur Organisasi PT.Alexindo

#### • *Job Discription*

Job description atau deksripsi adalah suatu bagian yang berisikan tugas dan tanggung jawab masing-masing jabatan serta wewenang yang diberikan orang yang memegang jabatan dalam suatu perusahaan. Agar kita mendapatkan gambaran lebih jelas dari struktur organisasi, berikut adalah penjelasan mengenai deskripsi jabatan di PT.Alexindo berdasarkan struktur organisasi yang diuraikan sebagai berikut.

1. **Direktur Utama**  
Bertugas menentukan visi dan misi, memimpin rapat, membuat keputusan dalam perusahaan, menjalankan tanggung jawab semua bisnis perusahaan, mengkoordinasikan mutu pelayanan.
2. **Manager Operasional**  
Bertugas bertanggung jawab mengatur sistem manajemen operasional, seperti administrasi keuangan, logistik, marketing, SDM, purchasing, dan lain lain.
3. **Manager Teknisi**  
Bertugas bertanggung jawab untuk semua teknisi, seperti pemasangan spare part, dan service disemua mesin.
4. **Supervisor Teknisi**  
Bertugas bertanggung jawab pada beberapa proyek yang ada, jadi masing masing proyek memiliki supervisor.
5. **Teknisi**  
Melakukan pekerjaan proyek yang ada untuk pemasangan spare parts, dan melakukan service rutin.
6. **Staff Operasional**  
Bertugas untuk mengerjakan pengaturan manajemen pada bagian bagian yang sudah ditetapkan.

### **3.1.2 Manajemen Personalia**

Dalam hal ini penulis akan memaparkan secara singkat manajemen personalia di PT.Alexindo.

- **Tunjangan Karyawan**  
Perusahaan memberikan tunjangan kepada karyawan berdasarkan beberapa kriteria :

1. Lamanya bekerja di perusahaan
2. Prestasi dalam bekerja
3. Proyek yang dikerjakan serta berapa banyak training yang diikuti

Selain dari beberapa kriteria diatas ada tunjangan yang sudah menjadi hak masing-masing :

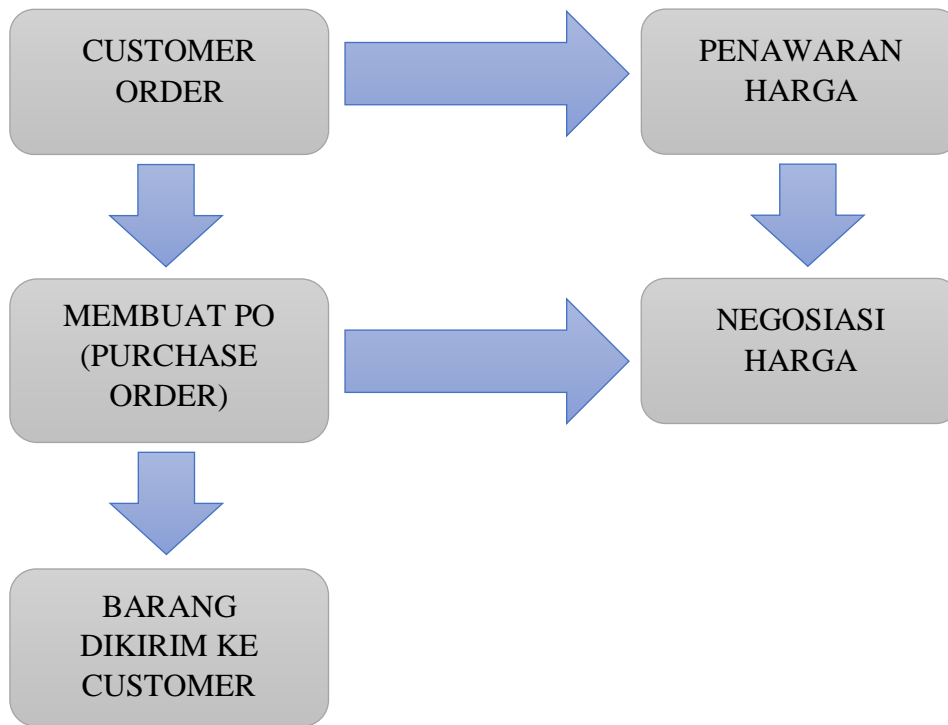
1. Asuransi kesehatan
  2. Cuti tahunan
  3. Tunjangan hari raya
- Pelatihan / Training

Pihak perusahaan memberikan pelatihan kepada setiap karyawan sesuai dengan posisi masing-masing karyawan. Berikut adalah contoh pelatihan yang diikuti :

1. *Training Electrical system*
2. *Training trouble shooting*
3. *Training mechanical system dll*

Setelah karyawan mengikuti berbagai macam pelatihan diharapkan karyawan akan dapat melakukan pekerjaan dengan benar. Serta dapat menjadikan perusahaan yang semakin berkembang.

Berikut adalah jalur distribusi PT.Alexindo



Gambar 3.2 Flow Process Pembelian Barang

Prosedur dalam pemesanan sampai pemasangan spare part sebagai berikut :

1. Customer melakukan permintaan harga spare part (purchase request) kepada PT.Alexindo dari segi harga dan ketersediaan spare part tersebut (stock).
2. PT.Alexindo akan meminta kelengkapan informasi mengenai spesifikasi akan spare part yang diminta customer, jika perlu PT.Alexindo akan melakukan survey terlebih dahulu.
3. Setelah menentukan barang yang akan disorder maka PT.Alexindo membuat penawaran harga kepada customer.
4. Customer segera memutuskan apakah dapat atau tidak dapat melakukan order pembelian kepada PT.Alexindo sesuai batas waktu yang tercantum pada surat

penawaran harga, tentunya dari segi harga, ketersediaan spare part dan faktor lainnya

5. Setelah memenuhi kriteria dan customer memutuskan akan melakukan order ke PT.Alexindo, maka customer akan melakukan negosiasi mengenai harga, kualitas, waktu pengiriman, dan cara pembayaran.
6. Jika sudah tercapai kesepakatan antara kedua belah pihak maka customer akan membuat PO (purchase order) sesuai dengan kondisi-kondisi hasil kesepakatan.
7. Customer mengkonfirmasi apakah pihak PT.Alexindo sudah menerima PO dan menanyakan kapan waktu pengiriman.
8. PT.Alexindo akan segera mempersiapkan pengiriman barang jika *spare part* yang dimaksud *ready stock*, jika tidak maka PT.Alexindo akan melakukan order ke pabrikasi dan mengimport spare part yang dimaksud.
9. Setelah barang dikirim ke customer, PT.Alexindo akan memberikan *schedule* /jadwal untuk pemasangan
10. PT.Alexindo akan segera melakukan pemasangan spare part sesuai dengan jadwal yang telah disepakati kedua belah pihak.

### 3.2 Kegiatan Perawatan

Kegiatan perawatan adalah kegiatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan. Besar atau kecilnya perawatan ini tergantung dari besar atau kecilnya teknologi dari mesin yang digunakan yang juga mencakup fasilitas seperti bangunan pabrik, dan peralatan lainnya. Dalam hal ini yang diuraikan hanyalah :

1. Perawatan terhadap mesin CNC marking syntec.
2. Komponen yang sering mengalami kerusakan.

Terdapat berbagai macam perawatan yang dilakukan di PT. Alexindo diantaranya adalah :

a) Perawatan Pencegahan Rutin

Perawatan pencegahan rutin berisikan dari pembersihan komponen agar terhindar dari kotoran kotoran gram yang berceceran pada penyaring coolant, pelumasan yang bertujuan untuk melancarkan pada bagian yang sering terjadi gesekan, dan pengisian cairan coolant yang bertujuan untuk menjaga panasnya dari endmill.

b) Perawatan Pencegahan Periodik

Perawatan pencegahan periodic yang berisikan dari penggantian oli, servis yang bertujuan untuk mengganti komponen yang sudah tidak layak pakai.

c) Pemeliharaan Perbaikan

Serangkaian aktivitas untuk menjaga fasilitas dan peralatan agar senantiasa dalam keadaan siap pakai untuk melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan berdasarkan standar.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diambil oleh penulis untuk penelitian ini berupa data primer yang didapat dari lapangan dan data yang didapat dari perusahaan.

#### 3.3.1 Data Primer

1. Sensor berfungsi sebagai pembatass gerakan dan setting titik nol dari mesin



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.3 sensor

2. Solenoid Valve berfungsi sebagai menggerakan tabung cylinder untuk memasukan udara kedalam mesin



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.4 Solenoid Valve

3. Door Interlock berfungsi sebagai mengunci semua akses yang ada di dalam mesin



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.5 Door Interlock

4. Push Button berfungsi sebagai tombol darurat untuk mematikan semua akses mesin jika terjadi kesalahan



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.6 Push Button

- Lamp berfungsi sebagai penerangan didalam mesin



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.7 Lamp

- Spring Calmp berfungsi sebagai penjepit endmill dan bor



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.8 Spring Clamp

7. Keypad berfungsi sebagai tombol dikontrol mesin



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.9 Keypad

8. Door Bearing berfungsi sebagai penggerak pintu agar bisa ditutup dan dibuka



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.10 Door Bearing

9. Bearing Ballscrew berfungsi sebagai pengubah gerakan motor menjadi gerakan translasi (manipulator gerak)



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.11 Bearing Ballscrew

10. Power Supply berfungsi sebagai menyediakan daya listrik yang dibutuhkan motor untuk bisa bergerak



Sumber didapat dari perusahaan Alexindo

Gambar 3.12 Power Supply

### 3.3.2 Data Sekunder

Data ini berisikan komponen, harga, selang waktu penggantian, dan biaya yang diperlukan. Data ini dibutuhkan untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu tahap pengolahan data.

1. Jenis Komponen, Jumlah Komponen, Harga Komponen, dan Frekuensi Kerusakan Komponen.

Tabel 3.1 Jenis, Jumlah dan Harga dari Komponen

Komponen	Jumlah	Harga/unit (Rp)
Sensor	33	Rp.395.000,-
Solenoid Valve	9	Rp.860.000,-
Door Interlock	18	Rp.380.000,-
Push Button	4	Rp.91.000,-
Lamp	15	Rp.50.000,-
Spring Clamp	33	Rp.260.000,-
Key pad	18	Rp.85.000,-
Door Bearing	5	Rp.60.000,-
Bearing Ballscrew	9	Rp.335.000,-
Powersupply	5	Rp.155.000,-

Sumber data dari perusahaan Alexindo

2. Data Selang Waktu Antar Kerusakan (TTF)

Dalam tahap ini yaitu selang waktu mesin yang beroperasi dengan normal sampai mesin rusak kembali. Perhitungan selang waktu antar kerusakan dipengaruhi oleh jam kerja produksi, dimana perusahaan memproduksi setiap harinya. Contoh perhitungan selang waktu antar kerusakan terhadap komponen sensor diantaranya sebagai berikut :

☞ Terjadinya kerusakan tanggal 13 Januari 2017

- ☞ Kerusakan terjadi kembali pada tanggal 19 Maret 2017
- ☞ Jadi selang waktu kerusakan adalah 64 hari

Tabel 3.2 Data Selang Waktu Antar Kerusakan Komponen Sensor dan Solenoid Valve Periode 2017-2019

No	Selang Waktu Antar Kerusakan (Hari)			
	Sensor		Solenoid Valve	
	Bulan	Hari (TTF)	Bulan	Hari (TTF)
1	13-Jan-17	64	21-Feb-17	114
2	18-Mar-17	57	15-Jun-17	116
3	14-Mei-17	49	09-Okt-17	49
4	02-Jul-17	30	27-Nov-17	29
5	01-Agt-17	66	26-Des-17	34
6	06-Okt-2017	42	29-Jan-18	20
7	17-Nov-17	45	18-Feb-18	24
8	1-Jan-18	55	14-Mar-18	36
9	25-Feb-18	24	19-Apr-18	32
10	21-Mar-18	35	21-Mei-18	56
11	25-Apr-18	26	16-Jul-18	85
12	21-Mei-18	24	9-Okt-18	107
13	14-Jun-18	19	24-Feb-19	31
14	03-Jul-18	16	27-Mar-19	46
15	19-Jul-18	25	12-Mei-19	35
16	13-Agt-18	107		
17	28-Nov-18	40		
18	07-Jan-18	32		

Sumber data dari perusahaan Alexindo

3. Data waktu yang diperlukan untuk perbaikan

Tabel 3.3 Data Lama Waktu Perbaikan Komponen Mesin CNC Syntec TTR  
(Time To Repair)

<b>Komponen</b>	<b>Lama Perbaikan (menit)</b>
Sensor	90
Solenoid Valve	150
Push Button	110
Door Interlock	60
Axis Amplifier	85
Spring Clamp	100
Motor Coolant	70
Spindle Unit	65
Bearing Ballscrew	110
Power Supply	65

Sumber data dari perusahaan Alexindo

4. Data biaya yang diperlukan

Tabel 3.4 Data Biaya-Biaya Komponen

<b>Bahan</b>	<b>Biaya</b>
Sensor	Rp.356.000,-
Solenoid Valve	Rp.844.000,-
<b>Kerugian Mesin Breakdown</b>	<b>Hasil</b>
Output Produksi Tralis	350 pcs/hari
Tralis	Rp.125.000,-/pcs

Sumber data dari perusahaan Alexindo

### 3.4 Pengolahan Data

Setelah data diasumsikan cukup untuk pengolahan data, tahap selanjutnya yaitu pengolahan data. Pertama-tama yaitu menentukan komponen kritis yang nanti akan dianalisis.

#### 3.4.1 Penentuan Komponen Kritis

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya yaitu penentuan komponen kritis. Penentuan komponen kritis ini menggunakan metode ABC, yaitu dengan cara mengelompokkan komponen menjadi tiga golongan.

Tabel 3.5 Analisa Komponen

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga/unit (Rp)</b>	<b>Total Biaya</b>
Sensor	33	Rp.395.000,-	Rp.13.035.000,-
Solenoid Valve	9	Rp.860.000,-	Rp.7.740.000,-
Door Interlock	18	Rp.380.000,-	Rp.6.840.000,-
Push Botton	4	Rp.91.000,-	Rp.364.000,-
Lamp	15	Rp.50.000,-	Rp.750.000,-
Spring Clamp	19	Rp.260.000,-	Rp.494.000,-
Key pad	18	Rp.85.000,-	Rp.1.530.000,-
Door Bearing	5	Rp.60.000,-	Rp.300.000,-
Bearing Ballscrew	9	Rp.335.000,-	Rp.3.015.000,-
Power Supply	5	Rp.155.000,-	Rp.775.000,-
Total	149	Rp.2.671.000,-	Rp.39.289.000,-

Sumber data dari perusahaan Alexindo

Setelah nilai presentase didapatkan langkah selanjutnya dikelompokkan dari urutan terbesar hingga terkecil dengan menggunakan metode ABC

Tabel 3.6 Klasifikasi Komponen dengan Metode ABC

Komponen	Total Biaya	Presentase Nilai Tiap Barang (%)	Presentase Kumulatif	Presentase Jumlah Barang	Kategori
Sensor	Rp.13.035.000,-	33.18%	33.18%	2/10x100% = 20%	A
Solenoid Valve	Rp.7.740.000,-	19.70%	52.88%		
Door Interlock	Rp.6.840.000,-	17.41%	70.29%	3/10x100% = 30%	B
Spring Clamp	Rp.4.940.000,-	12.57%	82.86%		
Bearing Ballscrew	Rp.3.015.000,-	7.67%	90.53%		
Keypad	Rp.1.530.000,-	3.89%	94.43%	5/10x100% = 50%	C
Lamp	Rp.750.000,-	1.91%	96.34%		
Power Supply	Rp.775.000,-	1.97%	98.31%		
Push Button	Rp.364.000,-	0.93%	99.24%		
Door Bearing	Rp.300.000,-	0.76%	100.00%		

Sumber data hasil perhitungan manual

Dengan demikian, kriteria-kriteria dalam klasifikasi ABC adalah sebagai berikut :

1. Kelas A : Kelas ini memiliki tingkatan volume yang paling besar dibanding yang lain. Kelas ini memiliki nilai 20% dari persentase barang dan memiliki nilai kumulatif sebesar 0%-70%
2. Kelas B : Kelas ini memiliki nilai tingkatan dibawah kelas A, dan memiliki nilai 30% dari persentase barang dan mempunyai nilai kumulatif sebesar 70%-95%.
3. Kelas C : Kelas ini tidak terlalu begitu penting dibandingkan kedua kelas diatas.dan memiliki nilai 50% dari persentase barang dan memiliki nilai kumulatif sebesar 95%-100%.

### 3.4.2 Pemilihan Distribusi Kerusakan

Pemilihan distribusi ini dilakukan menggunakan metode *Least Square Curve Fiting* yaitu didasarkan melalui nilai *index of fit* yang paling besar. Pemilihan distribusi ini terdiri dari Distribusi Normal, Distribusi Lognormal, Distribusi Eksponensial, Distribusi Weibull. .

### 3.4.3 Distribusi Kerusakan Komponen Sensor (TTF)

Perhitungan ini bertujuan untuk menghitung nilai *index of fit*. Pemilihan pada pola distribusi dilakukan dengan memiliki *index of fit* terbesar. Berikut ini perhitungan untuk menentukan distribusi kerusakan terhadap komponen sensor.

#### 1. Distribusi Normal

Perhitungan nilai *Index Of Fit* distribusi Normal.

$$f(ti) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \qquad f(ti) = \frac{1 - 0.3}{18 + 0.4} = 0.0380$$

Dan nilai  $Y_i = Z_i$  = diperoleh dari tabel sabaran frekuensi normal.

- r : *index of fit distribusi*
- n : jumlah data yang diuji
- x : variabel bebas
- y : variabel terikat

Tabel 3.7 Perhitungan *Index Of Fit* Dengan Menggunakan Distribusi Normal Pada Komponen Sensor

I	(Xi)=ti	F(ti)	Yi	Xi .Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	16	0.0380	-2.02	-32.32	256	4.0804
2	19	0.0924	-1.35	-25.65	361	1.8225
3	24	0.1467	-1.07	-25.68	576	1.1449
4	24	0.2011	-1	-24	576	1
5	25	0.2554	-0.68	-17	625	0.4624
6	26	0.3098	-0.7	-18.2	676	0.49
7	30	0.3641	-0.37	-11.1	900	0.1369
8	32	0.4185	-0.23	-7.36	1024	0.0529
9	35	0.4728	-0.09	-3.15	1225	0.0081
10	40	0.5272	0.09	3.6	1600	0.0081
11	42	0.5815	0.23	9.66	1764	0.0529
12	45	0.6359	0.37	16.65	2025	0.1369
13	49	0.6902	0.7	34.3	2401	0.49
14	55	0.7446	0.68	37.4	3025	0.4624
15	57	0.7989	0.86	49.02	3249	0.7396
16	64	0.8533	1.07	68.48	4096	1.1449
17	66	0.9076	1.35	89.1	4356	1.8225
18	107	0.9620	1.79	191.53	11449	3.2041
Total	756	9.0000	-0.37	335.28	40184	17.2595

Sumber data hasil perhitungan manual

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \\
 &= \frac{18x(335,28) - (756)(-0,37)}{\sqrt{[18x40184 - (756)^2][18x17,2595 - (-0,37)^2]}} \\
 &= \frac{(6035,04) - (-279,72)}{\sqrt{[723312 - 571536][310,671 - (-0,1369)]}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{6314,76}{\sqrt{151776 \times 310,8079}} = \frac{6314,76}{\sqrt{47173179,8304}} = \frac{6314,76}{6868,2734} = 0,9194$$

Nilai *index of fit* = 0,9194

## 2. Distribusi Lognormal

Perhitungan nilai *Index Of Fit* distribusi lognormal.

Table 3.8 Perhitungan Index Of Fit dengan Distribusi Lognormal pada Komponen Sensor

I	Ti	(Xi)=ln.ti	F(ti)	Yi	Xi . Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	16	2,7725	0.0380	-2.02	-5,6004	7,6867	4,0804
2	19	2,9444	0.0924	-1.35	-3,9749	8,6694	1,8225
3	24	3,1780	0.1467	-1.07	-3,4004	10,0996	1,1449
4	24	3,1780	0.2011	-1	-3,178	10,0996	1
5	25	3,2188	0.2554	-0.68	-2,1887	10,3606	0,4624
6	26	3,2580	0.3098	-0.7	-2,2806	10,6145	0,49
7	30	3,4011	0.3641	-0.37	-1,2584	11,5674	0,1369
8	32	3,4657	0.4185	-0.23	-0,7971	12,0110	0,0529
9	35	3,5553	0.4728	-0.09	-0,3199	12,6401	0,0081
10	40	3,6888	0.5272	0.09	0,3319	13,6072	0,0081
11	42	3,7376	0.5815	0.23	0,8596	13,9696	0,0529
12	45	3,8066	0.6359	0.37	1,4084	14,4902	0,1369
13	49	3,8918	0.6902	0.7	2,7242	15,1461	0,49
14	55	4,0073	0.7446	0.68	2,7249	16,0584	0,4624
15	57	4,0430	0.7989	0.86	3,4769	16,3458	0,7396
16	64	4,1588	0.8533	1.07	4,4499	17,2956	1,1449
17	66	4,1896	0.9076	1.35	5,6559	17,5527	1,8225
18	107	4,6728	0.9620	1.79	8,3643	21,8350	3,2041
Total	756	65,1681	9.0000	-0.37	6,9976	240,0495	17,2595

Sumber data hasil perhitungan manual

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

$$F(17) = \frac{17 - 0,3}{18 + 0,4}$$

$$= 0,9076$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$= \frac{18 \times 6,9976 - (65,1681)(-0,37)}{\sqrt{[18 \times 240,0495 - (65,1681)^2][18 \times 17,2595 - (-0,37)^2]}}$$

$$= \frac{(125,9568) - (-24,1121)}{[4320,891 - 4246,8812][310,671 - (-0,1369)]}$$

$$= \frac{150,0689}{\sqrt{74,0098 \times 310,8079}} = \frac{150,0689}{\sqrt{23002,8305}} = \frac{150,0689}{151,6668} = 0,9894$$

Nilai *index of fit* = 0,9894

### 3. Distribusi Ekspensial

Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Ekspensial dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3.9 Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Ekspensial pada Komponen Sensor

I	(Xi)=ti	F(ti)	Yi = ln(1/1-f(ti))	Xi .Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	16	0,0380	0,0387	0,6192	256	0,0014
2	19	0,0924	0,0969	1,8411	361	0,0085
3	24	0,1467	0,1586	3,8064	576	0,0215
4	24	0,2011	0,2245	5,388	576	0,0504
5	25	0,2554	0,295	7,375	625	0,0870
6	26	0,3098	0,3707	9,6382	676	0,1374
7	30	0,3641	0,4528	13,584	900	0,2050
8	32	0,4185	0,5421	17,3472	1024	0,2938
9	35	0,4728	0,6402	22,407	1225	0,4098
10	40	0,5272	0,749	29,96	1600	0,5610
11	42	0,5815	0,8711	36,5862	1764	0,7588
12	45	0,6359	1,0102	45,459	2025	1,0205
13	49	0,6902	1,1719	57,4231	2401	1,3733
14	55	0,7446	1,3648	75,064	3025	1,8626
15	57	0,7989	1,604	91,428	3249	2,5728
16	64	0,8533	1,9191	122,8224	4096	3,6829
17	66	0,9076	2,3817	157,1922	4356	5,6724
18	107	0,9620	3,269	349,783	11449	10,6863
Total	756	9,0000	17,1603	1047,724	40184	29,4054

Sumber data hasil perhitungan manual

$$Y_i = \ln\left[\ln\left(\frac{1}{1-f(t_i)}\right)\right]$$

$$Y_7 = \ln\left[\ln\left(\frac{1}{1-0,3641}\right)\right] = 0,4528$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$= \frac{18 \times 1047,724 - (756)(17,1603)}{\sqrt{[18 \times 40184 - (756)^2][18 \times 29,4054 - (17,1603)^2]}}$$

$$= \frac{18859,032 - 12973,1868}{\sqrt{[723312 - 571536][529,2972 - (-294,4758)]}} = \frac{5885,8452}{\sqrt{[151776][823,773]}} = \frac{5885,8452}{\sqrt{125028970,848}}$$

$$= \frac{5885,8452}{11181,6354} = 0,5263$$

Nilai *Index Of Fit* = 0,5263

#### 4. Distribusi Weibull

Perhitungan nilai *Index Of Fit* dengan Distribusi Weibull.

Tabel 3.10 Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Weibull pada Komponen Sensor

I	Ti	(Xi)=ln.ti	F(ti)	Yi = ln(1/1-f(ti))	Xi .Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	16	2,7725	0,0380	-3,2519	-9,0158	7,6867	10,5748
2	19	2,9444	0,0924	-2,334	-6,8722	8,6694	5,4475
3	24	3,1780	0,1467	-1,8413	-5,8516	10,0996	3,3903
4	24	3,1780	0,2011	-1,4938	-4,7472	10,0996	2,2314
5	25	3,2188	0,2554	-1,2207	-3,9291	10,3606	1,4901
6	26	3,2580	0,3098	-0,9923	-3,2329	10,6145	0,9846
7	30	3,4011	0,3641	-0,7923	-2,6946	11,5674	0,6277
8	32	3,4657	0,4185	-0,6123	-2,122	12,0110	0,3749
9	35	3,5553	0,4728	-0,4459	-1,5853	12,6401	0,1988

10	40	3,6888	0,5272	-0,289	-1,0660	13,6072	0,0835
11	42	3,7376	0,5815	-0,1379	-0,5154	13,9696	0,019
12	45	3,8066	0,6359	0,0101	0,0384	14,4902	0
13	49	3,8918	0,6902	0,1586	0,6172	15,1461	0,0251
14	55	4,0073	0,7446	0,311	1,2462	16,0584	0,0967
15	57	4,0430	0,7989	0,4725	1,9103	16,3458	0,2232
16	64	4,1588	0,8533	0,6518	2,7107	17,2956	0,4248
17	66	4,1896	0,9076	0,8678	3,6357	17,5527	0,753
18	107	4,6728	0,9620	1,1844	5,5344	21,835	1,4028
Total	756	65,1681	9,0000	-9,7552	-	240,0495	29,3508

Sumber data hasil perhitungan manual

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \\
 &= \frac{(18x - 25,9392) - (65,1681)(-9,7552)}{\sqrt{[18x240,0495 - (65,1681)^2][18x29,3508 - (-9,7552)^2]}} \\
 &= \frac{-466,9056 - (-650,2160)}{\sqrt{[4320,891 - 4246,8812][528,3144 - (-95,1639)^2]}} = \frac{183,3104}{\sqrt{74,0098x623,478}} \\
 &= \frac{183,3104}{\sqrt{46143,482}} = \frac{183,3104}{214,810} = 0,8533
 \end{aligned}$$

Nilai *Index Of Fit* = 0,8533

Berikut ini adalah ringkasan nilai *Index Of Fit* dari masing-masing distribusi

diatas berdasarkan komponen sensor

Tabel 3.11 hasil perhitungan manual distribusi selang waktu antar kerusakan komponen sensor

Distribusi	Index Of Fit
Normal	0,9194
Lognormal	0,9894
Eksponensial	0,5263
weibull	0,8533

Setelah dilakukan perhitungan manual, dapat kita lihat hasil dimana *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,9894 yang terdapat di distribusi Lognormal. Maka disimpulkan bahwa distribusi terhadap komponen sensor yaitu berdistribusi Lognormal.

#### 3.4.4 Distribusi Kerusakan Komponen *Solenoid Valve* (TTF)

Perhitungan ini bertujuan untuk menghitung nilai *index of fit*. Pemilihan pada pola distribusi dilakukan dengan memiliki *index of fit* terbesar. Berikut ini perhitungan untuk menentukan distribusi kerusakan terhadap komponen *Solenoid Valve*.

##### 1. Distribusi Normal

Langah awal adalah menentukan nilai tengah kerusakan (median rank).

Nilai ini dapat dihitung dengan rumus :

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \qquad F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{15 + 0,4} = 0,0455$$

Tabel 3.12 Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Normal pada Komponen *Solenoid Valve*

I	$X_i=t_i$	F(t <sub>i</sub> )	Y <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> .Y <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> <sup>2</sup>	Y <sub>i</sub> <sup>2</sup>
1	20	0.0455	-2	-40.00	400	4
2	24	0.1104	-1.22	-29.28	576	1.4884
3	29	0.1754	-0.94	-27.26	841	0.8836
4	31	0.2403	-1	-31.00	961	1
5	32	0.3052	-0.51	-16.32	1024	0.2601
6	34	0.3702	-0.33	-11.22	1156	0.1089
7	35	0.4351	-0.16	-5.60	1225	0.0256
8	36	0.5000	0	0.00	1296	0
9	46	0.5650	0.16	7.36	2116	0.0256
10	49	0.6299	0.33	16.17	2401	0.1089
11	56	0.6949	0.51	28.56	3136	0.2601
12	85	0.7598	0.7	59.50	7225	0.49
13	107	0.8247	0.94	100.58	11449	0.8836
14	114	0.8897	1.22	139.08	12996	1.4884
15	116	0.9546	1.7	197.20	13456	2.89
total	814	7.5007	-0.6	387.77	60258	13.9132

Sumber data hasil perhitungan manual

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$= \frac{15 \times 387,77 - (814)(-0,6)}{[15 \times 60258 - (814)^2][15 \times 13,9132 - (-0,6)^2]}$$

$$= \frac{5816,55 - (-488,4)}{\sqrt{[903870 - 662596][208,698 - 0,36]}} = \frac{6304,95}{\sqrt{241274 \times 208,338}} = \frac{6304,95}{\sqrt{50266542,612}}$$

$$= \frac{5816,55}{7089,8901} = 0,8193$$

*Index Of Fit* pada komponen solenoid valve distribusi normal adalah 0,8193

2. Distribusi Lognormal

Perhitungan *Index Of Fit* pada komponen *Solenoid Valve* distribusi Lognormal dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3.13 Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Lognormal pada Komponen *Solenoid Valve*

I	Ti	Xi=ln(ti)	Fti	Yi	Xi.Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	20	2.9957	0.0455	-2	-5.9915	8.9744	4
2	24	3.1781	0.1104	-1.22	-3.8772	10.1000	1.4884
3	29	3.3673	0.1754	-0.94	-3.1653	11.3387	0.8836
4	31	3.4340	0.2403	-1	-3.4340	11.7923	1
5	32	3.4657	0.3052	-0.51	-1.7675	12.0113	0.2601
6	34	3.5264	0.3702	-0.33	-1.1637	12.4352	0.1089
7	35	3.5553	0.4351	-0.16	-0.5689	12.6405	0.0256
8	36	3.5835	0.5000	0	0.0000	12.8416	0
9	46	3.8286	0.5650	0.16	0.6126	14.6585	0.0256
10	49	3.8918	0.6299	0.33	1.2843	15.1463	0.1089
11	56	4.0254	0.6949	0.51	2.0529	16.2035	0.2601
12	85	4.4427	0.7598	0.7	3.1099	19.7372	0.49
13	107	4.6728	0.8247	0.94	4.3925	21.8353	0.8836
14	114	4.7362	0.8897	1.22	5.7782	22.4316	1.4884
15	116	4.7536	0.9546	1.7	8.0811	22.5966	2.89
total	814	57.4571	7.5007	-0.6	5.3434	224.7429	13.9132

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$= \frac{15 \times 5,3434 - (57,4571)(-0,6)}{\sqrt{[15 \times 224,7429 - (57,4571)^2][15 \times 13,9132 - (-0,6)^2]}}$$

$$= \frac{80,151 - (34,4742)}{\sqrt{[3371,1435 - 3301,3183][208,698 - 0,36]}} = \frac{114,6252}{\sqrt{69,8252 \times 208,338}}$$

$$= \frac{114,6252}{\sqrt{14547,2425}} = \frac{114,6252}{120,61195} = 0,9503$$

*Index Of Fit* pada komponen solenoid valve distribusi Lognormal adalah 0,9503

3. Distribusi Eksponensial

Tabel 3.14 Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Eksponensial pada Komponen *Solenoid Valve*

I	xi=ti	f(ti)	yi=ln(1/1-f(ti))	xi.yi	xi2	yi2
1	20	0.0455	0.0466	0.9314	400	0.0022
2	24	0.1104	0.1170	2.8076	576	0.0137
3	29	0.1754	0.1929	5.5928	841	0.0372
4	31	0.2403	0.2748	8.5198	961	0.0755
5	32	0.3052	0.3641	11.6522	1,024	0.1326
6	34	0.3702	0.4624	15.7200	1,156	0.2138
7	35	0.4351	0.5711	19.9887	1,225	0.3262
8	36	0.5000	0.6931	24.9533	1,296	0.4805
9	46	0.5650	0.8324	38.2908	2,116	0.6929
10	49	0.6299	0.9940	48.7051	2,401	0.9880
11	56	0.6949	1.1871	66.4785	3,136	1.4092
12	85	0.7598	1.4263	121.2341	7,225	2.0343
13	107	0.8247	1.7413	186.3144	11,449	3.0320
14	114	0.8897	2.2046	251.3189	12,996	4.8600
15	116	0.9546	3.0922	358.7002	13,456	9.5620
total	814	7.5007	14.1998	1,161.2078	60258	23.8600

Sumber data hasil perhitungan manual

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \\
 &= \frac{15 \times 1161,2078 - (814)(14,1998)}{\sqrt{[15 \times 60258 - (814)^2][15 \times 23,860 - (14,1998)^2]}} \\
 &= \frac{17418,117 - 11558,6372}{\sqrt{[903870 - 662596][357,9 - 201,6343]}} = \frac{5859,4798}{241274 \times 156.2657} \\
 &= \frac{5859,2798}{\sqrt{37702850,5}} = \frac{5859,2798}{6140,2646} = 0,9442
 \end{aligned}$$

*Index Of Fit* pada komponen *Solenoid Valve* distribusi Eksponensial adalah 0,9542

4. Distribusi Weibull

Tabel 3.15 Perhitungan *Index Of Fit* dengan Distribusi Weibull pada Komponen *Solenoid Valve*

I	Ti	Xi=ln(ti)	F(ti)	Yi=ln ln(1/1-f(ti))	Xi.Yi	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>
1	20	2.9957	0.0455	-3.0668	-9.1875	8.9744	9.4056
2	24	3.1781	0.1104	-2.1457	-6.8192	10.1000	4.6041
3	29	3.3673	0.1754	-1.6458	-5.5419	11.3387	2.7087
4	31	3.4340	0.2403	-1.2916	-4.4353	11.7923	1.6682
5	32	3.4657	0.3052	-1.0102	-3.5012	12.0113	1.0206
6	34	3.5264	0.3702	-0.7714	-2.7203	12.4352	0.5951
7	35	3.5553	0.4351	-0.5602	-1.9916	12.6405	0.3138
8	36	3.5835	0.5000	-0.3665	-1.3134	12.8416	0.1343
9	46	3.8286	0.5650	-0.1834	-0.7023	14.6585	0.0336
10	49	3.8918	0.6299	-0.0060	-0.0235	15.1463	0
11	56	4.0254	0.6949	0.1715	0.6905	16.2035	0.0294
12	85	4.4427	0.7598	0.3551	1.5775	19.7372	0.1261
13	107	4.6728	0.8247	0.5546	2.5916	21.8353	0.3076
14	114	4.7362	0.8897	0.7905	3.7441	22.4316	0.6249
15	116	4.7536	0.9546	1.1289	5.3663	22.5966	1.2744
Total	814	57.4571	7.5007	-8.0472	-22.872	224.7429	28,8464

Sumber data hasil perhitungan manual

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \\
 &= \frac{15x - 22,872 - (57,4571)(-8,0472)}{\sqrt{[15x224,7429 - (57,4571)^2][15x22,8464 - (-8,0472)^2]}} \\
 &= \frac{-343,08 - (-462,3687)}{\sqrt{[3371,1435 - 3301,3183][342,696 - 64,7574]}} = \frac{119.2884}{\sqrt{69,8252x277,9386}} \\
 &= \frac{119,2884}{\sqrt{19407,1183}} = \frac{119,2884}{139,3094} = 0,856
 \end{aligned}$$

*Index Of Fit* pada komponen *Solenoid Valve* distribusi Weibull adalah 0,856

Berikut ini adalah ringkasan nilai *Index Of Fit* dari masing-masing distribusi

diatas berdasarkan komponen *Solenoid Valve*

Tabel 3.16 hasil perhitungan manual distribusi selang waktu antar kerusakan komponen solenoid valve

Distribusi	Index Of Fit
Normal	0,8193
Lognormal	0,9503
Ekspensial	0,9442
weibull	0,856

Sumber data hasil perhitungan antar distribusi

Setelah dilakukan perhitungan manual, dapat kita lihat hasil dimana *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,9503 yang terdapat di distribusi Lognormal. Maka disimpulkan bahwa distribusi terhadap komponen *Solenoid Valve* yaitu berdistribusi Lognormal.

### 3.4.5 Perhitungan MTTF (Mean Time To Failure) Komponen

#### Sensor

Didapatkan dari hasil perhitungan *Index Of Fit* komponen Sensor adalah Distribusi Lognormal. Maka parameter yang diketahui  $s/\sigma = \frac{1}{b}$  dan  $t_{med} = e^{\mu}$ .

Rumus yang digunakan untuk menentukan parameter distribusi lognormal adalah :

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

$$s^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n in.ti - \mu)^2}{n}$$

Parameter Bentuk

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

Parameter Lokasi

perhitungan MTTF dapat dilakukan secara manual. Hasil perhitungan secara manual dapat dilihat dibawah :

Tabel 3.17 Perhitungan MTTF komponen Sensor

I	Ti	ln(ti)	$\mu$	$(\ln(ti) - \mu)^2$
1	16	2.7726	3.6205	0.7190
2	19	2.9444	3.6205	0.4571
3	24	3.1781	3.6205	0.1958
4	24	3.1781	3.6205	0.1958
5	25	3.2189	3.6205	0.1613
6	26	3.2581	3.6205	0.1313
7	30	3.4012	3.6205	0.0481
8	32	3.4657	3.6205	0.0240
9	35	3.5553	3.6205	0.0042
10	40	3.6889	3.6205	0.0047
11	42	3.7377	3.6205	0.0137
12	45	3.8067	3.6205	0.0347
13	49	3.8918	3.6205	0.0736
14	55	4.0073	3.6205	0.1496
15	57	4.0431	3.6205	0.1785
16	64	4.1589	3.6205	0.2898
17	66	4.1897	3.6205	0.3239
18	107	4.6728	3.6205	1.1074
Total	756	65.1692		4.1125

Sumber data hasil perhitungan manual MTTF komponen sensor

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \ln ti}{n} = \frac{65,1692}{18} = 3,6205$$

$$t_{med} = e^{\mu} = e^{3,6205} = 37,3562$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln ti - (\mu))^2}{n} = \frac{4,1125}{18} = 0,2284$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{0,2284} = 0,4779$$

$$MTTF = t_{med} e^{s^2/2} = 37,3562 e^{0,4779^2/2} = 47,43$$

Setelah melakukan perhitungan diatas, maka diperoleh MTTF komponen sensor senilai 47,43

### 3.4.6 Perhitungan MTTF (Mean Time To Failure) Komponen

#### Solenoid Valve

Didapatkan dari perhitungan *Index Of Fit* komponen *Solenoid Valve* yaitu Distribusi Lognormal. Perhitungan MTTF ini dilakukan dengan cara manual dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 3.18 Perhitungan MTTF komponen Solenoid Valve

I	ti	ln(ti)	$\mu$	$\ln(ti) - \mu^2$
1	20	2.9957	3.8305	0.6968
2	24	3.1781	3.8305	0.4257
3	29	3.3673	3.8305	0.2145
4	31	3.4340	3.8305	0.1572
5	32	3.4657	3.8305	0.1330
6	34	3.5264	3.8305	0.0925
7	35	3.5553	3.8305	0.0757
8	36	3.5835	3.8305	0.0610
9	46	3.8286	3.8305	0.0000
10	49	3.8918	3.8305	0.0038
11	56	4.0254	3.8305	0.0380
12	85	4.4427	3.8305	0.3748
13	107	4.6728	3.8305	0.7096
14	114	4.7362	3.8305	0.8203
15	116	4.7536	3.8305	0.8521
total	814	57.4571		4.6549

Sumber data hasil perhitungan manual MTTF Komponen solenoid

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \ln ti}{n} = \frac{57,4571}{18} = 3,1920$$

$$t_{med} = e^{\mu} = e^{3,8305} = 46,0855$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln ti - (\mu))^2}{n} = \frac{4,6549}{18} = 0,2586$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{0,2586} = 0,5085$$

$$MTTF = t_{med} e^{s^2/2} = 46,0855 e^{0,5085^2/2} = 59,42$$

### 3.4.7 Perhitungan Biaya Kerusakan dan Biaya Perbaikan

#### 3.4.7.1 Perhitungan Biaya Kerusakan (Cost Of Failure)

Biaya ini terdiri dari beberapa biaya, biaya komponen mesin dan biaya kehilangan produksi.

##### 1. Biaya Terhadap Komponen Mesin

- a. Komponen Sensor ini terdiri dari 33 unit. Jika terdapat salah satu unit yang mengalami kerusakan, maka semua Sensor perlahan akan mengalami kerusakan, jadi semua Sensor akan diganti dikarenakan dalam waktu dekat komponen tersebut akan mengalami kerusakan.

Perhitungan biaya komponen :

Harga/unit = Rp.395.000,-

Total biaya = Rp.13.035.000,-

- b. Komponen *Solenoid Valve* terdiri dari 7 unit.

Harga/unit = Rp.860.000,-

Total biaya = Rp.7.740.000,-

2. Biaya kehilangan produksi didasarkan atas output dan laba yang seharusnya diproses

Output/hari = 350 pcs/hari

Laba/pcs = Rp.125.000,-/pcs

Biaya kehilangan produksi = Rp.125.000,-/pcs \* 350pcs/hari

$$= \text{Rp}43.750.000,-$$

Karena waktu perbaikan terhadap komponen Sensor hanya membutuhkan

waktu  $1 \frac{1}{2}$  jam dalam sehari dan waktu perbaikan terhadap komponen

*Solenoid Valve*  $2 \frac{1}{2}$  jam dalam proses perbaikan. maka biaya kehilangan

produksi menjadi :

$$\begin{aligned} \text{a. Sensor} &= 0,0624 \text{ hari} \times \text{Rp}43.750.000,- \\ &= \text{Rp}2.730.000,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Solenoid Valve} &= 0,104 \text{ hari} \times \text{Rp}43.750.000,- \\ &= \text{Rp}4.550.000,- \end{aligned}$$

### 3.4.7.2 Perhitungan Biaya Pencegahan (cost of preventive)

Biaya ini terdiri dari biaya pembelian komponen.

$$\text{Cp (cost of preventive) komponen Sensor} = \text{Rp}13.035.000,-$$

$$\text{Cp (cost of preventive) komponen Solenoid Valve} = \text{Rp}7.740.000,-$$

### 3.4.8 Penentuan Selang Waktu Penggantian Pencegahan

Perhitungan ini dilakukan terhadap kedua komponen yang sering mengalami kerusakan yaitu komponen Sensor dan komponen *Solenoid Valve* dari mesin CNC Syntec. Perhitungan ini berdasarkan distribusi yang telah terpilih yaitu distribusi Lognormal untuk kedua komponen dengan cara trial error.

#### 3.4.8.1 Selang Waktu Penggantian Komponen Sensor dengan Metode

##### Age Replacement

Perhitungan ini dilakukan terhadap kedua komponen kritis yang sering kali mengalami gangguan/kerusakan dan telah ditentukan yaitu komponen Sensor dari mesin CNC Syntec.

1. Data waktu kerusakan komponen berdistribusi lognormal dengan parameter:

$$MTTF = 47,43$$

$$T_{med} = 37,3562$$

$$S = 0,4779$$

2. Data waktu perbaikan adalah  $1 \frac{1}{2}$  jam, maka  $T_f = T_p = 0,0624$  hari

3. Data Cf (cost of failure) dan data Cp (cost of preventive)

$$\begin{aligned} \text{Cf (cost of failure)} &= \text{biaya komponen} + \text{biaya kehilangan produksi} \\ &= \text{Rp.13.035.000,-} + \text{Rp.2.730.000,-} \\ &= \text{Rp.15.765.000,-} \end{aligned}$$

$$\text{Cp (cost of preventive)} = \text{Rp.13.035.000,-}$$

Dibawah ini adalah contoh perhitungan untuk  $t_p = 25$  hari

$$1. \quad R(tp) = 1 - \varphi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) = R_{(25)} = 1 -$$

$$\varphi\left(\frac{1}{0,4779} \ln \frac{25}{37,3562}\right)$$

$$= 1 - \varphi(-0,8403)$$

$$= 1 - 0,1586 = 0,8414$$

$$2. \quad F(tp) = 1 - R(tp) = 1 - 0,8414 = 0,1586$$

$$3. \quad (tp + T_p) \times R(tp) = (25 + 0,0624) \times 0,8414 = 20,4108$$

$$4. \quad M_{tp} = \frac{MTTF}{1 - R(tp)} = M_{(25)} = \frac{47,43}{1 - 0,8414} = 299,0542$$

$$5. \quad C(tp) = \frac{(c_p \times R(tp)) + c_f(1 - R(tp))}{[(tp + T_p) \times R(tp) + M(tp)] + [(T_f \times (1 - R(tp)))]}$$

Tabel 3.19 Hasil Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen Sensor dengan metode Age Replacement

tp	R(tp)	F(tp)	(tp+Tp)xR(tp)	M(tp)	Ctp
24	0.9251	0.0749	22.2601	633.2443	1890.0
25	0.8414	0.1586	21.0875	299.0542	3842.5
26	0.7581	0.2419	19.7579	196.0728	5635.8
27	0.6773	0.3227	18.3294	146.9786	7240.5
28	0.6026	0.3974	16.9104	119.3508	8598.7
29	0.5279	0.4721	15.3420	100.4660	9863.5
30	0.4562	0.5438	13.7145	87.2196	10983.5
31	0.3898	0.6102	12.1081	77.7286	11927.7
32	0.3228	0.6772	10.3497	70.0384	12824.3
33	0.2579	0.7421	8.5268	63.9132	13627.9
34	0.1977	0.8023	6.7341	59.1175	14300.3
35	0.1357	0.8643	4.7580	54.8768	14964.8
36	0.0778	0.9222	2.8057	51.4314	15521.6
37	0.0202	0.9798	0.7487	48.4078	16025.4
38	0.0352	0.9648	1.3398	49.1604	15377.4

Sumber data hasil perhitungan manual selang waktu pergantian komponen

Diasari oleh perhitungan tabel diatas, diperoleh bahwa selang waktu penggantian yang optimum untuk komponen sensor adalah 37 hari dengan  $M(tp)$  48.4078

### 3.4.8.2 Selang Waktu Penggantian Komponen Solenoid Valve dengan Metode Age Replacement

Perhitungan ini dilakukan terhadap kedua komponen kritis yang sering kali mengalami gangguan/kerusakan dan telah ditentukan yaitu komponen *Solenoid Valve* dari mesin CNC Syntec.

1. Data waktu kerusakan komponen berdistribusi lognormal dengan parameter:

$$MTTF = 59.42$$

$$T_{med} = 46.0885$$

$$S = 0,5085$$

2. Data waktu perbaikan adalah  $2\frac{1}{2}$  jam, maka  $T_f = T_p = 0,104$  hari

3. Data  $C_f$  (cost of failure) dan data  $C_p$  (cost of preventive)

$C_f$  (cost of failure) = biaya komponen + biaya kehilangan produksi

= Rp.7.740.000,- + Rp.4.550.000,-

= Rp.12.290.000,-

$C_p$  (cost of preventive) = Rp.7.740.000,-

Tabel 3.20 Hasil Perhitungan Selang Waktu Penggantian Komponen Solenoid Valve dengan metode Age Replacement

<b>tp</b>	$\varphi$	<b>R(tp)</b>	<b>F(tp)</b>	<b>(tp+Tp)xR(tp)</b>	<b>M(tp)</b>	<b>C(tp)</b>
28	0.0197	0.9803	0.0197	27.5504	3016.2437	94.22
29	0.0885	0.9115	0.0885	26.5283	671.4124	457.16
30	0.1526	0.8474	0.1526	25.5101	389.3840	849.10
31	0.2206	0.7794	0.2206	24.2425	269.3563	1339.03
32	0.2809	0.7191	0.2809	23.0860	211.5344	1846.64
33	0.3409	0.6591	0.3409	21.8188	174.3033	2443.01
34	0.4012	0.5988	0.4012	20.4215	148.1057	3162.58
35	0.4601	0.5399	0.4601	18.9526	129.1458	4017.42
36	0.5159	0.4841	0.5159	17.4779	115.1774	5010.81
37	0.5674	0.4326	0.5674	16.0512	104.7233	6140.22
38	0.6217	0.3783	0.6217	14.4147	95.5766	7670.86
39	0.6736	0.3264	0.6736	12.7635	88.2126	9596.02
40	0.7224	0.2776	0.7224	11.1329	82.2536	12040.83
41	0.7673	0.2327	0.7673	9.5649	77.4404	15161.15
42	0.8185	0.1815	0.8185	7.6419	72.5962	20661.52
43	0.8643	0.1357	0.8643	5.8492	68.7493	29020.42
44	0.9082	0.0918	0.9082	4.0487	65.4261	44803.15
45	0.9525	0.0475	0.9525	2.1424	62.3832	90271.07
46	0.9962	0.0038	0.9962	0.1752	59.6467	1162913.85
47	0.9616	0.0384	0.9616	1.8088	61.7928	108297.35
48	0.9207	0.0793	0.9207	3.8146	64.5379	48436.53
49	0.879	0.1210	0.8790	5.9416	67.5995	29221.53

Sumber data hasil perhitungan manual selang waktu pergantian komponen

Dengan metode yang sama, diperoleh bahwa selang waktu pergantian yang optimum untuk komponen solenoid valve adalah 46 hari dengan M(tp) 59.646

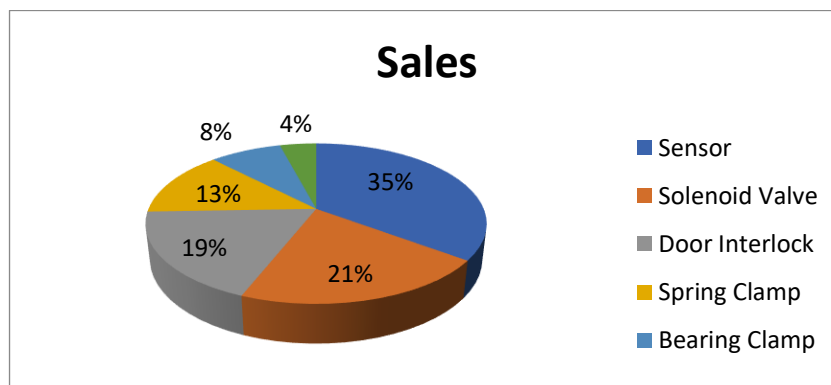
## BAB IV

### ANALISIS PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Pemilihan Komponen Kritis

PT.Alexindo memiliki beberapa mesin yang mendukung jalannya proses produksi. Salah satunya CNC Syntec yang berfungsi milling maupun drilling. Mesin ini mempunyai peran penting dalam pembuatan tralis, box mobil, kusen, *roof rack* dan *foot steep*. Berdasarkan pengamatan yang didapat dilapangan, mesin ini memiliki frekuensi kerusakan yang begitu besar dibanding mesin yang lainnya. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian di mesin ini. Pemilihan objek yang akan diteliti menggunakan analisis metode ABC . sehingga terdapa dua komponen kritis yang terpilih adalah komponen Sensor dengan presentase total keseluruhan biaya adalah 33,18% dan *Solenoid Valve* sebesar 19,70%. Kerusakan pada komponen sensor dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti terkena gram. maupun terkena benturan pada saat produksi. Sedangkan pada komponen sol valve terjadi karena banyaknya air dalam angin yang masuk ke mesin.

Dibawah ini terdapat diagram yang akan menjelaskan persentase biaya kerusakan yang terjadi pada komponen mesin CNC Syntec.



Sumber hasil perhitungan manual

Gambar 4.1 Diagram Komponen Kritis CNC

## 4.2. Pemilihan Pola Distribusi

Setelah terpilihnya komponen kritis, maka tahap selanjutnya yaitu menghitung nilai *Index Of Fit* .untuk menentukan pemilihan pola distribusi yang sesuai dengan waktu antar kerusakan dari komponen dipilih dari nilai *Index Of Fit* yang terbesar..

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai *correlation coefisient* yang terbesar untuk komponen Sensor dan *Solenoid Valve* dan terpilih distribusi Lognormal

Untuk komponen sensor diperoleh bahwa nilai *correlation coefisient* adalah 0,9894. Hal ini menunjukkan bahwa data waktu kerusakan komponen sensor memiliki hubungan korelasi dengan distribusi lognormal. Sedangkan komponen solenoid valve dengan nilai *correlation coefisient* 0,9503, yang berarti bahwa data waktu kerusakan komponen solenoid valve memiliki hubungan korelasi dengan distribusi lognormal.

## 4.3. Analisa Parameter Distribusi

Berdasarkan perhitungan untuk komponen sensor secara manual parameter untuk distribusi lognormal adalah  $t_{med}$  yaitu sebesar 37,3562 dan parameter s yaitu sebesar 0,4779 dengan nilai MTTF adalah sebesar 47,43. Sedangkan komponen solenoid valve diperoleh  $t_{med}$  yaitu sebesar 46,0885 dan parameter s yaitu sebesar 0,5085 dengan nilai MTTF adalah sebesar 59,42.untuk lebih jelasnya dapat lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Analisa Parameter Distribusi

<b>Komponen</b>	<b>MTTF</b>	<b><math>T_{med}</math></b>	<b>S</b>	<b>Distribusi</b>
Sensor	47,43	37,3562	0,4779	Lognormal
Solenoid Valve	59,42	46,0885	0,5085	Lognormal

#### 4.4. Analisis Selang Waktu Penggantian

Dalam pengolahan data didapatkan nilai MTTF dengan parameternya, maka tahap selanjutnya yaitu menentukan perhitungan selang waktu penggantian komponen yang optimum. Perhitungan selang waktu dilakukan dengan menggunakan metode *Age Replacement*. Penentuan selang waktu penggantian dilakukan dengan cara *trial and error*.

Kondisi perawatan yang ada di PT. Alexindo saat ini dengan petunjuk maintenance yang terdapat pada buku standart operasi mesin. Jadi terdapat usulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Diperoleh penjadwalan penggantian komponen Sensor menggunakan metode Age Replecement menghasilkan waktu yang optimum yaitu 37 hari untuk komponen Sensor. Sedangkan terhadap komponen *Solenoid Valve* diperoleh selang waktu penggantian yang optimum yaitu 46 hari. Yang artinya harus diganti sebelum komponen mengalami kerusakan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Komponen-komponen kritis yang ditentukan menggunakan metode ABC dan yang terpilih adalah komponen sensor dan solenoid valve. Dengan nilai presentase 33,18% untuk komponen sensor dan 19,70% untuk komponen solenoid valve.
2. Dari perhitungan secara manual didapatkan perhitungan untuk komponen sensor dengan konsep keandalan untuk distribusi lognormal adalah  $t_{med}$  yaitu sebesar 37,3562 dan parameter  $s$  yaitu sebesar 0,4779 dengan nilai MTTF adalah sebesar 47,43. Sedangkan komponen solenoid valve diperoleh  $t_{med}$  yaitu sebesar 46,0885 dan parameter  $s$  yaitu sebesar 0,5085 dengan nilai MTTF adalah sebesar 59,42.
3. Selang waktu penggantian dengan menggunakan metode age replacement untuk komponen sensor adalah 37 hari untuk komponen sensor sedangkan 46 hari untuk komponen solenoid valve.

#### 5.2 Saran

1. Pencatatan data untuk pembuatan histori kerusakan mesin dibuat lebih detail agar hasil perhitungan untuk penjadwalan lebih akurat. Sehingga perusahaan dapat lebih produktif untuk mengoptimalkan jadwal perawatan mesin.
2. Setelah dilakukan penelitian, sebaiknya perusahaan menerapkan penjadwalan untuk perawatan mesin yaitu dengan menggunakan metode Age Replacement

3. Penggantian komponen sensor dengan waktu yang optimum 37 hari dan untuk solenoid valve dengan waktu 46 hari, sebaiknya komponen diganti sebelum mengalami kerusakan secara tiba-tiba karena akan memakan waktu yang cukup lama dari menghubungi maintenance khusus mesin sampai waktu perjalanan menuju perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad Adji, *Pemodelan Statistika Pada Analisis Reliabilitas Dan Survival*, Lembaga Penerbit UB Press Malang 2016.

Arista Ade, (2015). *Analisis Reliabilitas Dan Availabilitas Pada Mesin Produksi Dengan Sistem Seri Menggunakan Pendekatan Analisis Markov*. Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).  
[http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/download/8811/2217](http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/download/8811/2217)

Assauri Sofyan, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Lembaga Penerbit FE UI Jakarta 1999.

Djunaidi Much. (2007). *Usulan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Pencetak Botol Berdasarkan Kriteria Minimasi Downtime*. Fakultas Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta.  
<http://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/889/hal%2033-41.pdf;sequence=1>

Hidayat Herlin, *Menjadi Manajer Operasi*, Lembaga Penerbit Universitas Katholik Atma Jaya, Jakarta 2018

Muhsin Ahmad. (2018). *Analisis Keandalan Dan Laju Kerusakan Pada Mesin Continues Frying*. Fakultas Teknik Industri, UPN “Veteran” Yogyakarta.  
<http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi/article/download/2198/1930>

Purnama Jaka. (2015). *Metode Age Replacement Digunakan Untuk Menentukan Waktu Interval Waktu Perawatan*. Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.  
[https://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2015/11/14.-Jaka-Purnama\\_itats\\_EDITED.pdf](https://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2015/11/14.-Jaka-Purnama_itats_EDITED.pdf)

Yuda Yanuar. (2015). Penentuan Waktu Interval Penggantian Komponen Kritis Menggunakan Metode Age Replacement. Fakultas Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang.

<http://journal.umm.ac.id/index.php/industri/article/download/59325459>

Yuningsih, "Penentuan Jadwal Perawatan Mesin Berdasarkan Analisa Keandalan Komponen Kritis", Teknik Industri, Universitas Krisnadwipayana, Skripsi Jakarta 2006.