

LAPORAN KERJA PRAKTEK

SISTEM PRODUKSI

DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV

PABRIK KELAPA SAWIT (PKS) PASIR MANDOGGE

ASAHAN, SUMATERA UTARA



OLEH :

JOHANES BUTAR-BUTAR	: 168130036
ANJAS POLTAK BOY SARGIH	: 168130040
RONI MANIK	: 168130159
JOHAN FRANSEN SIMANJUNTAK	: 168130020
RIYANTO SIHOMBING	: 168130011

UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

PRODI TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

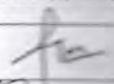

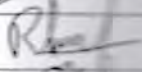


MEDAN

2019

86
A
21/01 '22
Zulfikar, N. M.T.

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PENGENALAN ALAT DAN PENGOLAHAN KELAPA SAWIT
DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV
PABRIK KELAPA SAWIT (PKS) PASIR MANDOGGE
ASAHAN, SUMATERA UTARA

Oleh :

No	Nama	NPM	Tanda Tangan
1	Johanes Butar-Butar	168130036	
2	Johan Fransen S	168130020	
3	Riyanto S	168130011	
4	Poltak Anjas Saragih	168130040	
5	Roni Agustinus Manik	168130059	

TEKNIK MESIN

Mengetahui dan Mengesahkan

Sumatera Utara, 21 Agustus 2019

Pembimbing Kerja Praktek



Fahmi Azrai Nasution

Masinis Kepala



Erwin Syahbuddin

Manager PKS Pasir Mandoge



**PENENTUAN INTERVAL WAKTU *PREVENTIVE*
MAINTENANCE PADA *NAIL MAKING MACHINE* DENGAN
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED*
MAINTENANCE (RCM) II**

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

MAHASISWA KERJA PRAKTEK:

YUSRIZHA SYAHID / 178130074



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN
2021**

**PENENTUAN INTERVAL WAKTU *PREVENTIVE*
MAINTENANCE PADA *NAIL MAKING MACHINE* DENGAN
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED*
*MAINTENANCE (RCM) II***

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Pengajuan Tugas Akhir di
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area

MAHASISWA KERJA PRAKTEK:

YUSRIZHA SYAHID / 178130074

Dosen Pembimbing Kerja Praktek :

Dr.Eng, Rakhmad Arief Siregar, ST, M.Eng / 0111057402

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN KERJA PRAKTEK (KP)

Judul Kerja Praktek : PENENTUAN INTERVAL WAKTU *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA *NAIL MAKING MACHINE* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II*

Tempat Kerja Praktek : PT. Intan Suar Kartika


Waktu Kerja Praktek : Mulai : 14 Desember 2020 Selesai: 13 Januari 2021


Nama Mahasiswa Peserta KP: NIM:
1. Yusrizha Syahid 1. 178130074

Telah mengikuti kegiatan Kerja Praktek sebagai salah satu syarat untuk mengajukan **Tugas Akhir/Skripsi** di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

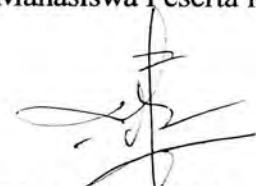
Nama Dosen Pembimbing Kerja Praktek : Dr.Eng, Rakhmad Arief Siregar,
ST, M.Eng
NIDN : 0111057402

Diketahui oleh,
Dosen Pembimbing KP,



(Dr.Eng, Rakhmad Arief Siregar, ST, M.Eng)
NIDN. 0111057402



Medan, 22 Januari 2021
Mahasiswa Peserta KP


(Yusrizha Syahid)
NPM. 178130074

Disetujui Oleh:
Ketua Program Studi Teknik Mesin


(Muhammad Idris, ST, MT)
NIDN. 013301301

HALAMAN PENGESAHAN KERJA PRAKTEK (KP)

Judul Kerja Praktek : Penentuan Interval Waktu *Preventive Maintenance* Pada *Nail Making Machine* Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (Rcm)* II

Tempat Kerja Praktek : PT. Intan Suar Kartika

Waktu Kerja Praktek : Mulai : 14 Desember 2020 Selesai : 13 Januari 2021

Nama MahasiswaPesertaKP:

NIM:

I. Yusrizha Syahid

1. 178130074

Telah mengikuti kegiatan Kerja Praktek sebagai salah satu syarat untuk mengajukan **Tugas Akhir/Skripsi** di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

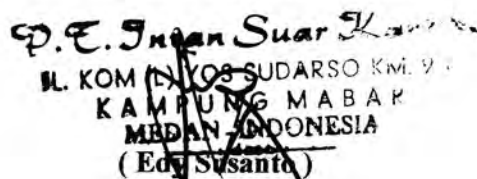
Medan, 22 Januari 2021

Diketahui oleh:
Pembimbing Lapangan,



(Abdillah)

Disetujui Oleh:
Pjs Ka Personalia PT. ISK



H. KOMARUDIN SUDARSO KM. 9
KAMPUNG MABAR
MEDAN INDONESIA
(Edy Susanto)

LEMBAR PERSETUJUAN KERJA PRAKTEK

(Teknologi Lapangan)

Nama Mahasiswa : YUSRIZHA SYAHID
Nim : 178130074
Alamat : Perum Puri Anom Asri Block D No. 94
Bidang Keahlian : Material Manufaktur



Disetujui untuk melaksanakan Kerja Praktek pada:

Nama Perusahaan : PT. Intan Suar Kartika
Alamat : Jl. K. L. Yos Sudarso Km. 9,6 Kampung Mabar
Medan. Sumatera utara
Bidang Kegiatan : Kerja Praktek Teknologi Mekanik
Pelaksanaan KP : mulai 14 / Desember / 2020
Selesai 13 / Januari / 2021

Medan, 22 Januari 2021

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Uma



(MUHAMMAD IDRIS, S.T., M.T.)
NIDN. 013301301

LEMBAR PENILAIAN

Nama Mahasiswa / NIM : Yusrizha Syahid/178130074

Telah melaksanakan Kerja Praktek :

<input checked="" type="checkbox"/>	Teknologi Mekanik
<input type="checkbox"/>	Lapangan / Perusahaan

Pada

Nama Perusahaan : PT. Intan Suar kartika

Alamat : Jl. K1 Yos. Sudarso KM.9,6 Kampung Mabar, Medan Sumatera Utara

Pelaksanaan KP : Mulai Tgl. 14 Desember 2020 Selesai Tgl. 13 Januari 2021

Penilaian terhadap **disiplin kerja** selama mahasiswa melaksakan kegiatan Kerja Praktek pada perusahaan kami adalah :

<input checked="" type="checkbox"/> sangat baik	<input type="checkbox"/> baik	<input type="checkbox"/> cukup baik
---	-------------------------------	-------------------------------------



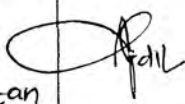

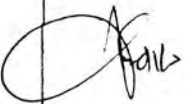
Medan, 22 Januari 2021

Pimpinan Perusahaan

Pjs Ka Personalia PT. ISK

D. E. Intan Suar Kartika
Jl. KOM. (N) YOS. SUDARSO KM. 9,6
KAMPUNG MABAR
MEDAN-INDONESIA
(Edy Sasanto)

CATATAN HARIAN KERJA PRAKTEK

Tgl.	Hari	Kegiatan	Paraf
14 Desember 2020	Senin	Perkenalan kepada pegawai dan pengawas Pabrik	
16 Desember 2020	Rabu	<ul style="list-style-type: none"> - Mengamati dan mengetahui bahan baku yang dibutuhkan - Mengamati proses pencucian kawat /wirerod 	
21 Desember 2020	Senin	<ul style="list-style-type: none"> - Mengamati proses penarikan kawat - Mengamati proses pembuatan Paku 	
26 Desember 2020	Sabtu	<ul style="list-style-type: none"> - Mengamati kegiatan polish yang terjadi - Mengamati proses pengepakan Paku 	
9 Januari 2021	Senin	- Mengamati proses pembuatan Paku Mesin MTGC dengan ukuran 2,5 inch di lokasi 14	

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmatNya, sehingga penulis pada tanggal 14 Desember 2020 hingga 13 Januari 2021 dapat menyelesaikan Kerja Praktek di PT. Intan Suar Kartika dengan baik dan tepat waktunya.

Maksud dari Kerja Praktek ini adalah memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi dalam Jurusan Teknik Mesin. Tujuan utama di Kerja Praktek ini adalah untuk memberikan wawasan kepada mahasiswa mengenai dunia industri serta penerapan ilmu yang telah didapatkan secara nyata selama melakukan praktek lapangan. Selain itu, Kerja Praktek ini akan membuat penulis semakin jelas menerapkan ilmu Teknik Mesin di Perusahaan. Dalam pengalaman-pengalaman baru yang tidak penulis dapatkan selama perkuliahan berlangsung. Penulis melakukan Kerja Praktek di PT. Intan Suar Kartika yang bergerak dalam bidang manufaktur yang berbasis paku dan kawat. Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan-bantuan berbagai pihak yang terkait, baik dari Perusahaan maupun Universitas. Melalui kesempatan ini saya selaku mahasiswa Universitas Medan Area mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Muhammad Idris, ST, MT., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Dr.Eng, Rakhmad Arief Siregar, ST, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek.
4. Bapak Yudi Budiarto dan bunda Rina Susanti sebagai orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa bagi penulis
5. dan seluruh Staf serta Karyawan yang bertugas di PT. Intan Suar Kartika, yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

Harapan penulis, semua pengetahuan dan pengalaman yang telah diterima penulis di PT. Intan Suar Kartika dapat bermanfaat di kemudian hari. Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada saat pelaksanaan Kerja Praktek ini maupun dalam penulisan laporan ini. Untuk itu, penulis memohon maaf apabila terjadi kesalahan selama Kerja Praktek maupun dalam penulisan laporan ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sebagai masukan untuk kemajuan bersama demi kesempurnaan laporan Kerja Praktek ini. Akhir kata, besar harapan kami agar Laporan Kerja Praktek ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 22 Januari 2021



Penulis

(Yusrizha Syahid)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN KP	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Kerja Praktek	3
BAB II GAMBAR UMUM PERUSAHAAN	4
2.1. Sejarah Umum Perusahaan	4
2.2. Ruang Lingkup Usaha	4
2.3. Lokasi Perusahaan	5
2.4. Daerah Pemasaran	5
2.5. Hasil Produksi Paku	5
BAB III SISTEM KERJA PERUSAHAAN	6
3.1. Proses Produksi	6
3.1.1. Standart Mutu Bahan/Produk	7
3.1.2. Bahan Yang Digunakan	8
3.2. Mesin dan Peralatan	10
3.2.1. Mesin Produksi	10
3.2.2. Peralatan Produksi	14
3.3. Uraian Proses Paku	18
3.4. Defenisi Sistem Perawatan	25

3.4.1.	Defenisi <i>Maintenance</i> dan <i>Repair</i>	26
3.4.2.	Tujuan <i>Maintenance</i>	26
3.5.	Metode Pemeliharaan Pencegahan	
	(<i>Preventive Maintenance</i>)	26
3.5.1.	Defenisi <i>Preventive Maintenance</i>	26
3.5.2.	Perhitungan MTTF dan MTTR	27
3.5.3.	Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i>	29
3.5.4.	Metode <i>Failure Mode and Effect Analyze</i> (FMEA)...	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Studi Pendahuluan	33
4.2.	Identifikasi Masalah dan Penetapan Tujuan	33
4.3.	Pengolahan Data.....	33
4.3.1.	Data Kerusakan Mesin Paku	33
4.3.2.	Data <i>Downtime</i>	34
4.3.3.	Data FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analyze</i>).....	35
4.3.4.	Perhitungan <i>Downtime</i> Kerusakan Komponen	38
4.3.5.	Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) dan Perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan (TTR)	42
4.3.6.	Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan <i>Time To Failure</i> (TTF)	42
4.3.7.	Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan <i>Time To Repair</i> (TTR).....	49
4.3.8.	Perhitungan Parameter <i>Time To Failure</i> (TTF)	57
4.3.9.	Perhitungan Parameter <i>Time To Repair</i> (TTR)	59
4.3.10.	Perhitungan <i>Mean Time To Failure</i> (MTTF) dan <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR)	61
4.3.11.	Perhitungan <i>Reliability</i> Komponen	62
4.3.12.	Penentuan Interval Perawatan Komponen	63
4.3.13.	Analisa dan Pembahasan	67
4.4.14.	Sistem Perawatan dan Perbaikan Meisin paku Pabrik.....	68

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan.....	69
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Lokasi Denah Perusahaan
- Gambar 3.1. *Wirerod*
- Gambar 3.2. Mesin Paku
- Gambar 3.3. Mesin Penarik Kawat
- Gambar 3.4. Mesin Polish Paku
- Gambar 3.5. Mesin Packing Paku
- Gambar 3.6. Hoist Crane
- Gambar 3.7. Forklift
- Gambar 3.8. Lori atau Kereta Sorong
- Gambar 3.9. Trado
- Gambar 3.10. Tampungan Paku
- Gambar 3.11. Keranjang Kawat
- Gambar 3.12. Tong Polish
- Gambar 3.13. Blok Diagram Proses Pembuatan Paku
- Gambar 3.14. Langkah-Langkah Penarikan Kawat
- Gambar 3.15. Hasil Packing Paku
- Gambar 4.1. Jumlah Kerusakan paku Lokasi 14
- Gambar 4.2. Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis

DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1. Spesifikasi Ukuran Paku
- Tabel 3.2. Komposisi Kimia *Wirerod*
- Tabel 3.3. Sifat Fisik *Wirerod*
- Tabel 3.4. Daftar Mesin Paku
- Tabel 3.5. *Severity Rating*
- Tabel 3.6. *Occurrence Rating*
- Tabel 3.7. *Detection Rating*
- Tabel 4.1. Hasil Persentase Kerusakan *Downtime* Mesin
- Tabel 4.2. *Failure Mode and Effect Analyze* Pada Mesin Paku MTG C
- Tabel 4.3. *Reliability Centered Maintenance II Decisio Worksheet* Mesin paku
- Tabel 4.4. Hasil Perhitungan *Downtime* Kerusakan komponen *Side Shaft*
- Tabel 4.5. Hasil Perhitungan *Downtime* Kerusakan komponen *Crank Shaft*
- Tabel 4.6. Hasil Perhitungan *Downtime* Kerusakan komponen *Electric Motor*
- Tabel 4.7. Hasil Perhitungan TTF dan TTR *Side Shaft*
- Tabel 4.8. Hasil Perhitungan TTF dan TTR *Crank Shaft*
- Tabel 4.9. Hasil Perhitungan TTF dan TTR *Electric Motor*
- Tabel 4.10. Komponen *Side Shaft* Untuk Distribusi *Weibull*
- Tabel 4.11. Komponen *Crank Shaft* Untuk Distribusi *Weibull*
- Tabel 4.12. Komponen *Electric Motor* Untuk Distribusi *Weibull*
- Tabel 4.13. Komponen *Side Shaft* Untuk Distribusi Lognormal
- Tabel 4.14. Komponen *Crank Shaft* Untuk Distribusi Lognormal

- Tabel 4.16. Komponen *Electric Motor* Untuk Distribusi Lognormal
- Tabel 4.17. Hasil Perhitungan *Index Of Fit* Untuk TTF
- Tabel 4.18. Komponen *Side Shaft* Untuk Distribusi *Weibull*
- Tabel 4.19. Komponen *Crank Shaft* Untuk Distribusi *Weibull*
- Tabel 4.20. Komponen *Electric Motor* Untuk Distribusi *Weibull*
- Tabel 4.21. Komponen *Side Shaft* Untuk Distribusi Lognormal
- Tabel 4.22. Komponen *Crank Shaft* Untuk Distribusi Lognormal
- Tabel 4.23. Komponen *Electric Motor* Untuk Distribusi Lognormal
- Tabel 4.24. Hasil Perhitungan *Index Of Fit* Untuk TTR
- Tabel..4.25. Hasil Perhitungan Perawatan dan Interval Yang Optimal

BAB I

PENDAPULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara yang perkembangan teknologinya berjalan sangat cepat dan semakin canggih. Sehingga dapat dirasakan dalam berbagai kegiatan dan kehidupan sehari-hari, khususnya dalam bidang industri manufaktur. Perkembangan teknologi yang digunakan dapat menimbulkan perubahan dari komponen input serta *output* yang dihasilkan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan produktivitas dan penggunaan teknologi yang tinggi berupa mesin serta fasilitas produksi maka kebutuhan akan fungsi perawatan semakin bertambah besar.

Di dalam dunia industri, produk merupakan hasil utama dari suatu proses produksi yang membentuk suatu sistem produksi. Agar suatu sistem berjalan dengan lancar, maka perlu direncanakan kegiatan perawatan dan pemeliharaan yang dapat mendukung kondisi mesin yang prima. Kondisi mesin yang prima merupakan salah satu aspek yang sangat penting sehingga dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi serta produk yang dihasilkan.

PT. Intan Suar Kartika merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi paku untuk memenuhi kebutuhan pasar lokal dan internasional, tetapi pada saat sekarang paku yang diproduksi hanya untuk pasar lokal saja, karena terjadi kerusakan-kerusakan pada mesin produksinya. Dengan munculnya masalah yang ada diperusahaan tersebut khususnya terkait dengan kerusakan pada mesin paku (*nail making machine*), hal tersebut menyebabkan *downtime* dan *delay* (waktu menunggu) meningkat sehingga produk yang mampu di hasilkan oleh PT. Intan Suar Kartika menjadi sedikit dan kadang kala tidak mampu memenuhi permintaan konsumen. Serta dengan kondisi mesin-mesin yang sudah tua adalah salah satu penyebab utama kerusakan. Kerusakan pada mesin merupakan masalah yang rata-rata dihadapi perusahaan sekarang. Kondisi ini tentu akan mengakibatkan proses produksi pada perusahaan tidak efisien.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka digunakan metode *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)*. Dengan metode ini diharapkan dapat

mengetahui interval waktu yang di perlukan dalam perawatan mesin-mesin paku tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara untuk menentukan jadwal interval waktu perawatan pada mesin paku.?
2. Bagaimana cara untuk meningkatkan produktifitas pada mesin paku.?

1.3. Tujuan

Tujuan pemecahan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan produktifitas paku.
2. Menentukan jadwal interval waktu perawatan

1.4. Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada mesin paku model MTG C saja (mesin untuk mencetak paku).
2. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance(RCM II)* dengan perhitungan *Failure Modes and Effect Analyze (FMEA)* saja, dan.
3. Pengambilan data hanya di lokasi 14 saja

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang diterima adalah :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan terhadap dunia industri.
2. Mengetahui sistem kerja mesin paku.
3. Membandingkan antara pengetahuan teori ilmiah yang diperoleh dalam perkuliahan dengan kerja praktek dilapangan.
4. Mendapatkan pengalaman tentang dunia industri.

1.6. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Kerja Praktek

Pelaksanaan kerja praktek di PT. Intan Suar Kartika yang berlokasi di JL. KL. Yos Sudarso KM. 9,6 , Kampung Mabar, Medan, Sumatra Utara.

Waktu pelaksanaan kerja praktek ini dimulai dari tanggal 14 Desember 2020 sampai tanggal 13 Januari 2021.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1. Sejarah Umum Perusahaan

PT. Intan Suar Kartika adalah sebuah perusahaan swasta nasional yang bergerak dalam industri yang memproduksi bahan baku bangunan yaitu paku dan kawat. Pabrikasi perusahaan ini berlokasi di Jl. K.L Yos Sudarso KM 9,6 Medan.

PT. Intan Suar Kartika merupakan pengembangan dari PT. Intan Nasional Iron Industri yang didirikan pada Mei 1971 dengan masa proyek selama kurang lebih enam bulan. Pada bulan Oktober 1971 perusahaan telah dapat melakukan produksi yaitu proses pengalvanisan plat seng.

Dengan bergulirnya waktu dan semakin mantap kondisi perusahaan, pada tahun 1973 perusahaan melakukan pengembangan usaha dengan memproduksi kawat paku, paku, kawat licin, serta kawat beton dengan nama perusahaan yang berbeda, yaitu PT. Intan Suar Kartika.

Dalam pengembangan selanjutnya, jumlah permintaan terhadap produk-produk PT. Intan Suar Kartika semakin meningkat baik dalam negeri maupun luar negeri sehingga memerlukan areal yang luas untuk berproduksi. Akhirnya pada tahun 1984, pengolahan dan pengalvanisan seng PT. Intan Nasional Iron Industri dipindahkan ke lokasi lain dan hingga kini pabrik di Jl. K.L Yos Sudarso Km. 9,6 Medan merupakan sepenuhnya pabrik PT. Intan Suar Kartika yang memproduksi paku.

2.2. Ruang Lingkup Bidang Usaha

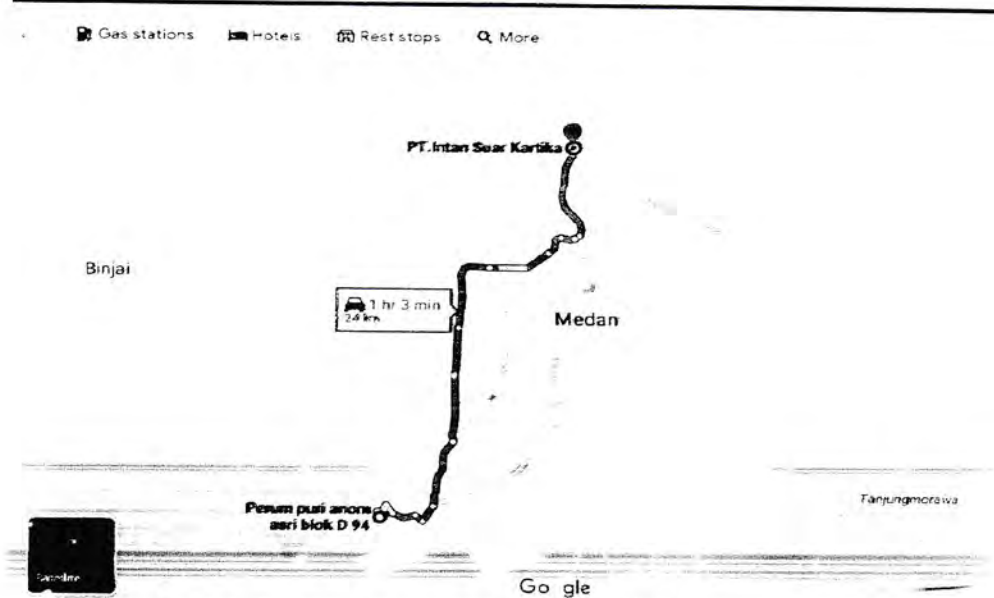
Produk yang di hasilkan oleh PT. Intan Suar Kartika adalah paku. Bahan baku untuk produk ini adalah *wirerod* yang diimpor dari India, Singapura, Rusia, dan Australia.

Wirerod tersebut ditarik dengan mesin tarik kawat (*drawing machine*) untuk menghasilkan kawat paku yang merupakan bahan setengah jadi untuk produk paku. Selain ntuk memenuhi kebutuhan sendiri, PT. Intan Suar Kartika juga menjual kawat paku ini ke industri-industri sejenis lainnya.

2.3. Lokasi Perusahaan

Pabrik PT. Intan Suar Kartika terletak di Jl. K. L. Yos Sudarso Km. 9,6 Kampung Mabar Medan.

Lokasi denah perusahaan PT. Intan Suar Kartika



Gambar 2.1. Sumber : Google Maps

2.4. Daerah Pemasaran

Paku merupakan produk utama yang dihasilkan dipabrik ini. Paku di produksi dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan lokal. Selain jenis-jenis dan ukuran yang ada, pabrik ini juga menerima pesanan atau permintaan jenis paku lainnya yang memungkinkan untuk diproduksi.

2.5. Hasil Produksi Paku PT. Intan Suar Kartika

Perusahaan PT. Intan Suar Kartika merupakan perusahaan industri penghasil paku dalam berbagai jenis ukuran paku. Rincian hasil jumlah yang diproduksi oleh PT. Intan Suar Kartika dengan rincian sebagai berikut :

1. Produksi paku dilokasi 14

Mesin paku dilokasi 14 memiliki 18 unit mesin paku dengan ukuran hasil produksi yang berbeda beda. Lokasi 14 memproduksi hasil paku sebanyak 7,386 kg / 7 jam atau satu hari jam kerja pabrik, dengan rincian hasil produksi mesin sebagai berikut :

- a. Mesin paku ukuran 2" (inch) sebanyak 9 unit, produksi paku yang dihasilkan dalam 7 jam sebesar 490 kg / unit, maka $490 \text{ kg} \times 9 \text{ unit} = 4,410 \text{ kg}$.
- b. Mesin paku ukuran 2,5" (inch) sebanyak 5 unit, produksi paku yang dihasilkan dalam 7 jam sebesar 408 kg / unit, maka $408 \text{ kg} \times 5 \text{ unit} = 2,040 \text{ kg}$.
- c. Mesin paku ukuran 3" (inch) sebanyak 4 unit, produksi paku yang dihasilkan dalam 7 jam sebesar 234 kg, maka $234 \text{ kg} \times 4 \text{ unit} = 936 \text{ kg}$.

2. Produksi paku dilokasi 56

Mesin paku pada lokasi 56 memiliki 18 unit mesin paku dengan hasil ukuran produksi yang berbeda beda. Lokasi 56 memproduksi hasil paku sebanyak 5,391 kg / 7 jam atau satu hari jam kerja pabrik, dengan rincian hasil produksi mesin sebagai berikut :

- a. Mesin paku ukuran 2" (inch) sebanyak 9 unit, produksi paku yang dihasilkan dalam 7 jam sebesar 294 kg / unit, maka $294 \text{ kg} \times 9 \text{ unit} = 2,646 \text{ kg}$.
- b. Mesin paku ukuran 2,5" (inch) sebanyak 9 unit, produksi paku yang dihasilkan dalam 7 jam sebesar 327 kg / unit, maka $327 \text{ kg} \times 9 \text{ unit} = 2,943 \text{ kg}$.

Maka hasil produksi yang dihasilkan oleh PT. Intan Suar Kartika dalam 1 hari atau sama dengan 7 jam kerja pabrik sebanyak 12,975 Kg / hari

BAB III

SISTEM KERJA PERUSAHAAN

3.1. Proses Produksi

3.1.1. Standart Mutu Bahan / Produk

PT. Intan Suar Kartika memproduksi beberapa jenis paku dengan ukuran yang beragam yang sesuai dengan standart mutu tertentu. Spesifikasi ukuran paku yang diproduksi oleh PT. Intan Suar Kartika dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Spesifikasi Ukuran Paku. Sumber : PT.Intan Suar Kartika

No.	Size (mm)	Diameter Kawat Paku		Panjang Paku		Diameter Topi Kepala Paku		Tebal Topi Kepala (mm)
		Standart (mm)	Toleransi (mm)	Standart (mm)	Toleransi (mm)	Standrat (mm)	Toleransi (mm)	
1	1,65 x 25,46	1.65	1.63-1.7	25.40	24.40-26.40	4.00	3.50-4.25	0.50
2	1,82 x 31,75	1.82	1.8-1.87	31.75	30.75-32.75	4.50	4.00-4.75	0.50
3	2,10 x 38,10	2.10	2.08-2.15	38.10	37.10-39.10	5.00	4.50.-5.25	0.50
4	2,87 x 50,80	2.87	2.85-2.92	50.80	49.30-52.30	6.75	6.25-7.00	0.70
5	3,05 x 50,80	3.05	3.03-3.1	50.80	49.30-53.30	7.70	7.20-7.90	0.70
6	3,05 x 63,50	3.05	3.03-3.1	63.50	62.50-65.00	7.70	7.20-7.90	0.70
7	3,40 x 63,50	3.40	3.38-3.45	63.50	62.50-65.00	8.20	7.70-8.40	0.70
8	3,40 x 63,50	3.40	3.38-3.45	76.20	74.20-78.20	8.20	7.70-8.40	0.70
9	3,76 x 88,90	3.76	3.74-3.81	88.90	86.90-90.90	9.20	8.70-9.40	0.70
10	4,10 x 76,20	4.10	4.08-4.15	76.20	74.20-78.20	10.00	9.00-10.20	1.00
11	4,10 x 101,60	4.10	4.08-4.15	101.60	99.60-103.60	10.00	9.00-10.20	1.00
12	4,50 x 88,90	4.50	4.48-4.55	88.90	86.90-90.90	11.00	10.00-11.50	1.00
13	5,15 x 127,00	5.15	5.13-5.2	101.60	99.60-103.60	12.00	11.00-12.50	1.00
14	5,15 x 127,00	5.15	5.13-5.2	127.00	125.00-129.00	12.00	11.00-12.50	1.00
15	5,15 x 127,00	5.15	5.13-5.2	127.00	125.00-129.00	13.00	12.00-13.50	1.00
16	5,58 x 152,00	5.58	5.56-5.63	152.40	150.40-154.40	13.00	12.00-13.50	1.00

3.1.2. Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan oleh PT. Intan Suar Kartika untuk membuat paku dibagi atas bahan baku, bahan penolong, dan bahan tambahan.

1. Bahan Baku

Bahan baku merupakan bahan utama dalam pembuatan produk dan jumlahnya dari waktu ke waktu tidak berubah untuk produk yang sejenis. Bahan baku yang diolah oleh PT. Intan Suar Kartika adalah *wirerod*.

Wire rod merupakan barang setengah jadi yang selanjutnya akan diproses menjadi produk akhir. Bahan baku *wirerod steel* adalah baja billet (balok), berdasarkan hal tersebut maka *wire rod steel* digolongkan kedalam kategori produk baja batangan. *Wirerod steel* dikelompokkan menurut kandungan karbonnya (Divisi *Wirerod Mill*, 2010).

Wirerod adalah gulungan kawat baja dengan kadar karbon 0,25%, dengan diameter *wirerod* 5,5 mm. *Wirerod* ini digulung dalam bentuk bundelan-bundelan (*coils*) dengan berat 1500 kg. *Wirerod* diperoleh dari Singapura, Australia, India dan Rusia. Komposisi kimia *wirerod* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Komposisi Kimia *Wirerod*

Komposisi	Kadar
C	0,03-0,12
Mn	0,35-0,65
Si	< 0,25
P	< 0,050
Ceq	< 0,45

Tabel 3.2. Sumber : www.pittini.it

Dimana,

$$Ceq = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni+Cu)/15$$

C = Carbon

Mn = Mangan

Cr = Cromium

Mo = Molibdenum

- V = Vanadium
 Ni = Nikel
 Cu = Cuprum

Sifat fisik *wirerod* dapat dilihat pada tabel 3.3.

Sifat Fisik *Wirerod*

Kriteria	Keterangan
Diameter Standart	5,5 mm
Daya Regang	$R_m \leq 490 \text{ N/mm}^2$
Toleransi Diameter	Berdasarkan UNI-71 (DIN 59110)
Kualitas Permukaan	Tidak terlihat cacat

Tabel 3.3. Sumber : www.pittini.it

Wirerod yang digunakan oleh PT. Intan Suar Kartika dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

2. Bahan Penolong

Bahan penolong adalah bahan yang digunakan dalam proses produksi yang bersifat hanya membantu dan mendukung kelangsungan produksi untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Bahan penolong yang digunakan pada proses produksi, yaitu :

- a. HCl, digunakan untuk menghilangkan sisa karat.

- b. H_2SO_4 , digunakan untuk menghilangkan asam pada *wirerod* (pH=2,6).
- c. Air (H_2O), digunakan untuk pencucian *wirerod* dan bahan pendingin mesin tarik kawat.
- d. Kapur tohor ($CaCO_3$), digunakan untuk melunakkan dan melicinkan *wirerod* (pH = 9).
- e. Sekam padi, digunakan untuk *polish* paku.
- f. Parafin, digunakan untuk melapisi paku agar tidak cepat berkarat.
- g. Tepung (campuran kaolin dan kalsium), digunakan untuk memperlincin permukaan kawat pada proses tarik kawat sehingga tidak mudah putus dan menjaga agar *die* tidak langsung bersentuhan dengan kawat.
- h. $Ca(OH)_2$, digunakan untuk menetralsir *wirerod* agar tidak terjadi proses oksidasi.

3. Bahan Tambahan

Bahan tambahan adalah bahan yang ditambahkan pada suatu proses produksi dan tampak pada produk akhir, yang bertujuan untuk meningkatkan mutu dan nilai produk.

Bahan yang digunakan di PT. Intan Suar Kartika adalah :

- a. Kotak paku, digunakan sebagai tempat untuk mengemas paku sebelum dijual ke konsumen.
- b. *Band tape*, digunakan untuk mengikat kotak paku yang telah berisi paku.
- c. *Label*, digunakan untuk menandai jenis dan ukuran kawat yang telah diproduksi.
- d. *Staples*, digunakan untuk merekatkan kotak paku.
- e. *Strapping band*, digunakan sebagai segel kotak paku.

3.2 Mesin dan Peralatan

3.2.1. Mesin Produksi

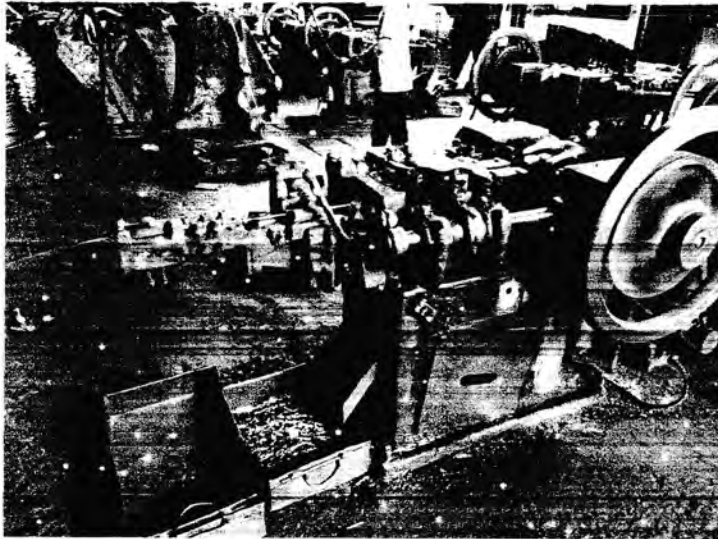
Untuk mendukung pelaksanaan produksi paku pada PT. Intan Suar Kartika digunakan beberapa jenis mesin yang berbeda, yaitu :

PT Intan Suar Kartika juga memiliki mesin produksi lainnya, seperti mesin, tarik kawat, mesin *polish* dan mesin packing. Semua mesin yang ada dipabrik

tersebut digunakan setiap hari untuk memproduksi paku. Agar memenuhi permintaan dan pemesanan para customer. Mesin paku tipe MTG C adalah mesin yang paling banyak beroperasi memproduksi hasil paku.

1. Mesin Paku

PT. Intan Suar Kartika memiliki jumlah mesin paku yaitu sebanyak 45 unit. Mesin paku yang dimiliki oleh perusahaan yaitu salah satunya model MTG C. Tiap mesin hanya memproduksi tiga tipe jenis paku yang tidak akan berubah. Mesin paku yang ada dibagi menjadi 2 lokasi, yaitu lokasi 14 memiliki mesin sebanyak 18 unit, sedangkan lokasi 56 memiliki mesin sebanyak 27 unit.



Gambar 3.2. Mesin paku Model MTG C

Merek : *Tanisaka*
Buatan : Jepang
Model : MTG
Seri : C
Kecepatan : 280 Rpm
Daya : 2,5 KVA
Ukuran Paku : 2,5"

Jumlah mesin paku pada lokasi 14 dan 56 dapat dilihat pada tabel 3.4.

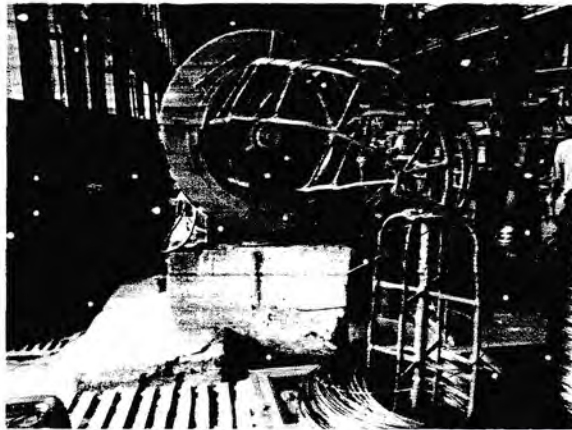
Daftar Mesin Paku

No	Lokasi	Jenis Mesin	Jumlah Mesin	Unit	Ukuran Produksi	Putaran
1	14	MTG C	18	9	2 inch	250 Rpm
				5	2,5 inch	
				4	3 inch	

Tabel 3.4. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

3. Mesin Tarik Kawat

Mesin ini berfungsi untuk memperkecil diameter kawat yang diinginkan sesuai dengan jenis paku yang akan diproduksi dan untuk memperkecilkan permukaan kawat



Gambar 3.3. Mesin Penarik kawat. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Merek : *Tanisaka*
Buatan : Jepang
Model : TNOD 600 Z
Nomor : N-6075168
Kecepatan : 600 Rpm
Kapasitas : 1 ton/ jam

4. *Mesin Polish*

Mesin ini berfungsi untuk menghilangkan serbuk-serbuk kawat dan kotoran yang melekat pada paku serta mengkilatkan paku.



Gambar 3.4. Mesin Polish paku. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Merek : *Tanisaka*

Buatan : Jepang

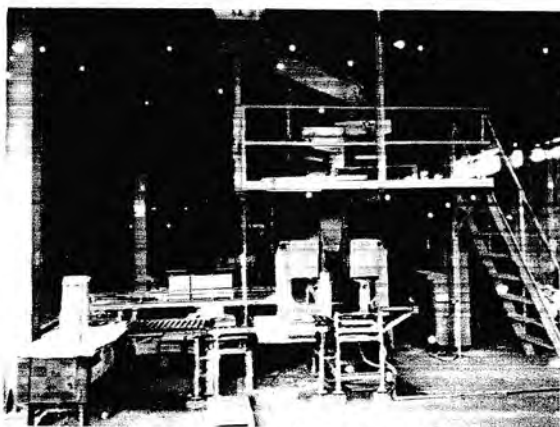
Model : MTG

Kecepatan : 120 Rpm

Daya : 9 KW

5. *Mesin Packing*

Mesin ini berfungsi untuk mengalirkan paku ke dalam kotak atau kemasan dengan jumlah tertentu.



Gambar 3.5. Mesin Packing paku. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Merek : *Tanisaka*
Buatan : Jepang
Model : TDP-2,5.K
Nomor : N-25061.R
Tahun : 1983
Kecepatan : 430 Rpm

3.2.2. Peralatan Produksi

Sarana dan perkakas yang digunakan pada pabrik paku adalah :

1. Hoist crane

Hoist crane berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan gulungan *wirerod* dari lantai penumpukan ke bak pencucian dan selama proses pencucian, memindahkan kawat-kawat pada bagian *drawing machine*, mengangkat tong-tong polish.



Gambar 3.6. Hoist crane. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas : Kapasitas angkut maksimum 2000 kg sekali angkut.
Jumlah : 13 unit
Merek / Tipe : T.STAR + PAC1630
Power : 252HP (189 Kw)
Dimensi : 38 m (L) x 6,6 m (W) x 3,5 m (H)
Berat : 135 ton

2. Forklift

Forklift berfungsi untuk mengangkat bahan-bahan yang mempunyai volume besar dan berat seperti gulungan-gulungan, *wirerod* kawat-kawat dari bagian *drawing machin*, mengangkat paku-paku yang telah di-*packing* ke gudang, juga mengangkat peti dan *pallet* ke truck dan *container*.



Gambar 3.7. Forklift. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas	: Kapasitas angkut maksimum 3500 kg sekali angkut.
Jumlah	: 3 unit
Buatan	: China
Merek / Tipe	: Juishang
Power	: 120 Kw
Dimensi	: 5 m (L) x 3 m (W) x 3,5 m (H)
Berat	: 8 ton

3. Lori atau Kereta Sorong

Dipergunakan untuk mengangkat kawat-kawat dari bagian *drawing machine* ke bagian pembuat paku, mengangkat paku-paku yang telah dipolish ke bagian *packing*.



Gambar 3.8. Lori atau Kereta Sorong. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas : Kapasitas angkut maksimum 1200 kg sekali angkut.
Jumlah : 10 unit
Buatan : Taiwan
Merek / Tipe : ChongLing
Power : 212 HP
Dimensi : 1 m x 0,83 m

4. Trado

Trado digunakan untuk mengangkut *wirerod* dari gudang bahan baku ke daerah penumpukan sementara dekat stasiun pencucian kawat.

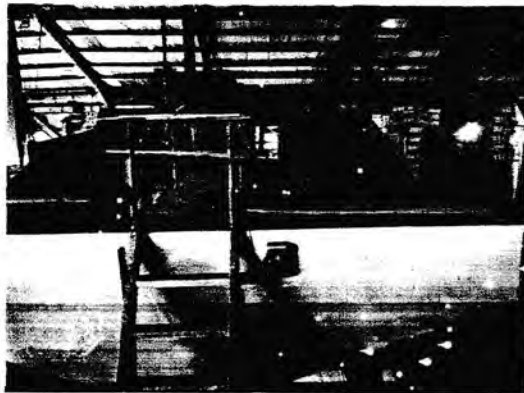


Gambar 3.9. Trado Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas : kapasitas angkut maksimum 2500 kg sekali angkut.
Jumlah : 3 unit
Buatan : China
Merek / Tipe : JiLi
Dimensi : 7 m (L) x 4 m (W) x 3,5 m (H)

5. Tampungank Paku

Digunakan untuk menampung paku yang dihasilkan dari proses *packing*.



Gambar 3.10. Tampungank Paku. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas : Kapasitas tampung maksimum i5 kg
Jumlah : 40 unit
Buatan : Taiwan
Merek / Tipe : Nails
Dimensi : 0,5 m (L) x 0,5 m (W) x 0,3 m (H)

6. Keranjang Kawat

Digunakan untuk menampung kawat yang telah ditarik pada mesin tarik kawat (*drawing machine*).

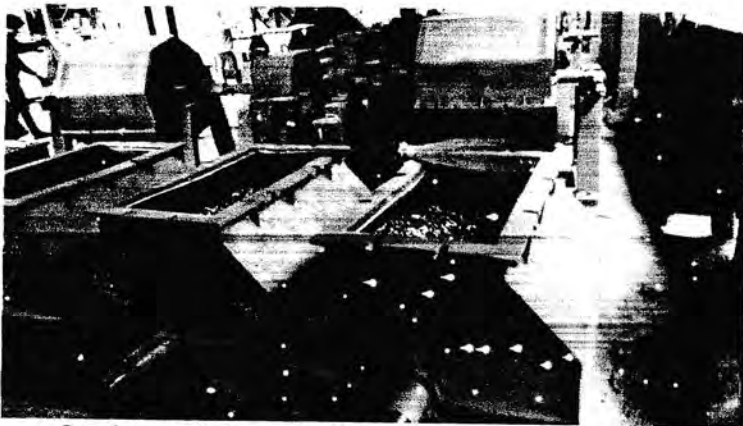


Gambar 3.11. Keranjang Kawat Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas : Kapasitas maksimum 40 kg
Jumlah : 15 unit
Buatan : Taiwan
Merek / tipe : MGB

7. Tong Polish

Digunakan untuk menampung paku dari bagian produksi paku yang kemudian dibawa ke bagian *polish* dan *packing*.

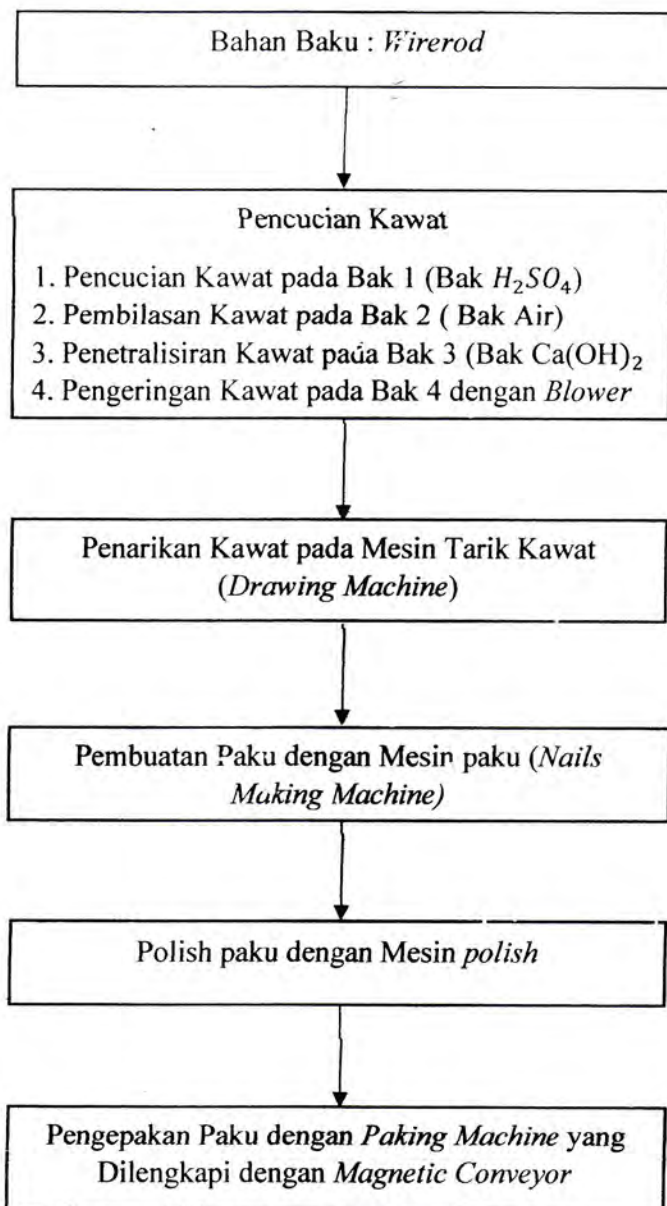


Gambar 3.12. Tong Polish. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

Kapasitas : Kapasitas maksimum 30 kg
Jumlah : 8 unit
Buatan : Taiwan
Merek / Tipe : GBB

3.3. Uraian Proses Produksi Paku

Proses pembuatan paku di PT. Intan Suar Kartika terbagi atas 5 tahapan proses, yaitu : Pencucian kawat, penarikan kawat, pembuatan paku, *polish* dan pengepakan. Adapun blok diagram dari proses pembuatan paku dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.13. Blok Diagram Proses Pembuatan Paku

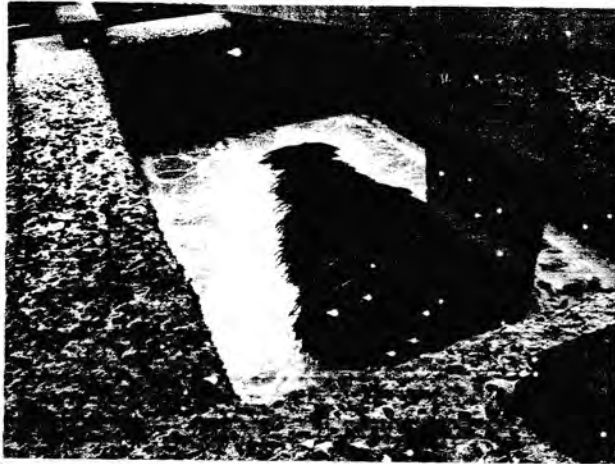
Secara umum proses produksi pembuatan paku pada PT. Intan Suar Kartika adalah :

1. Proses Pencucian *Wirerod*

Proses pencucian *wirerod* di PT. Intan Suar Kartika mempergunakan alat produksi berupa *pickling (acid Boxes)*, yaitu sederetan bak yang terdiri dari tiga buan bak yang dipakai untuk membersihkan atau mencuci *wirerod* dari kotoran

berupa karat, minyak dan debu. Bak-bak ini masing-masing berisi asam sulfat, air dan larutan kapur tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Wirerod diangkut satu persatu dari bak yang satu ke bak berikutnya dengan mempergunakan alat *material handling* yaitu *hoist crane*. *Wirerod* dalam bentuk gulungan besar dimasukkan kedalam bak yang berisi asam sulfat untuk dibersihkan dari karat dan kotoran lainnya. *Wirerod* direndam didalam bak tersebut lebih kurang 30 menit.



Gambar 3.14. Bak 1 pencucian dengan asam sulfat *wirerod*

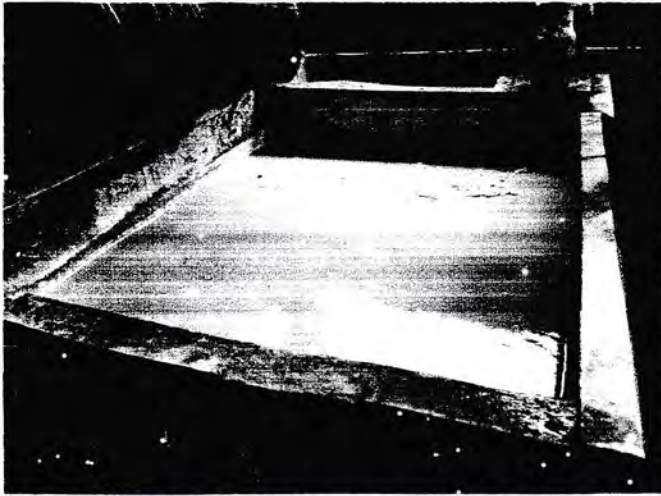
Setelah itu *wirerod* dimasukkan kedalam bak berikutnya yang berisi air untuk dicuci dan dibilas supaya bersih dari sisa asam yang masin melekat selama 10 menit.



Gambar 3.15. Bak 2 Pencucian dengan air *wirerod*

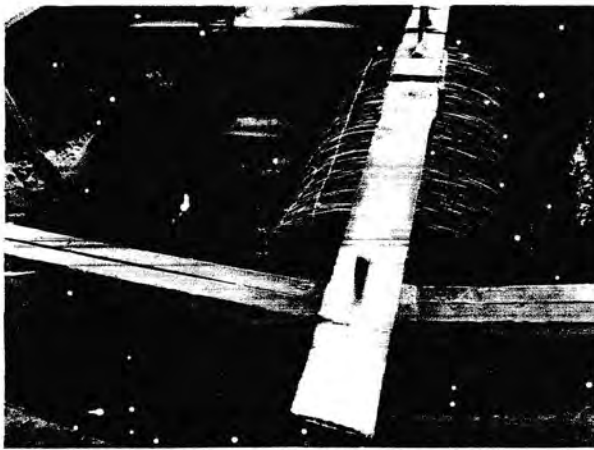
Kemudia dilanjutkan ke bak berikut yang berisi larutan kapur tohor dan dipasang pemanas gas untuk memanaskan campuran serta kipas pengaduk untuk memutar larutan kapur agar tidak mengendap. Panas campuran sekitar 80°C selama

10 menit yang ditunjukkan untuk menetralkan *wirerod* agar tidak terjadi proses oksidasi yang dapat menyebabkan pelapukan dan perkaratan logam.



Gambar 3.16. Bak 3 Pencucian dengan kapur tohor *wirerod*

Kawat yang telah bebas dari karat dikeringkan dalam bak *dryer* dengan panas pengeringan sekitar 150°C selama 20 sampai 40 menit, tergantung pada halus kasarnya kawat yang di keringkan..



Gambar 3.17. Bak 4, bak *dryer wirerod*

2. Proses Tarik Kawat

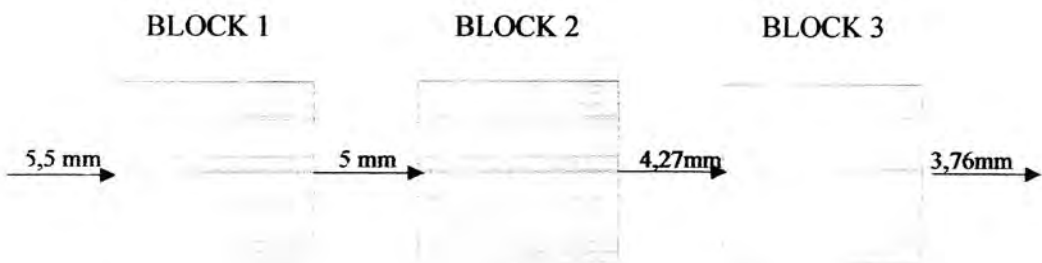
Dari *dryer*, *wirerod* diangkat dengan *lory* ke stasiun tarik kawat (*drawing machine*). *Drawing machine* adalah sederetan mesin khusus untuk penarikan

wirerod menjadi kawat dengan ukuran diameter tertentu sesuai dengan yang diharapkan. Pada mesin ini dilengkapi dengan sejenis alat yang disebut *dies box* yang terdiri dari dua buah *dies* berbentuk cincin dengan ukuran diameter yang berbeda. Diameter tempat masuknya kawat lebih besar dari diameter untuk keluar. Dengan adanya perbedaan diameter yang semakin kecil, akhirnya didapat kawat dengan ukuran yang dikehendaki.

Wirerod gulungan dimasukkan ke dalam keranjang besi dimana keranjang ini berada diatas piringan besi yang dapat berputar. Ujung *wirerod* dipasang pada *drawing machine* dan mulailah proses tarik kawat. Setiap melewati *dies box* pada tiap mesin yang telah diberi tepung sirip, diameter kawat akan berkurang secara bertahap. Misalnya untuk menghasilkan kawat diameter 3,76 mm, maka *wirerod* diameter 5,5 mm akan berkurang secara bertahap pada *dies* kedua menjadi 5 mm, kemudian 4,27 mm, sampai akhirnya menjadi 3,76 mm.

Apabila dalam proses penarikan dijumpai kawat yang terputus atau terpisah, maka dapat dilakukan penyambungan dengan menggunakan *welder* (sejenis alat las listrik). Kualitas kawat yang mengalami penyambungan sama dengan kualitas kawat yang tidak disambung. Kawat yang dihasilkan setelah melewati proses *drawing machine* disebut bahan setengah jadi. Dari proses tersebut, kawat dibawa ke tempat pembuatan paku.

Langkah-langkah penarikan kawat dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Langkah-langkah Penarikan Kawat

3. Proses Pembuatan Paku

Pada proses ini, paku akan dicetak atau dibentuk dengan mesin khusus pengubah kawat menjadi paku dengan ukuran tertentu. Mesin pembuat paku ini bekerja secara otomatis artinya kawat yang masuk ke dalam mesin ini keluar sudah berupa paku.

Kawat gulungan yang berasal dari *drawing machine* dimasukkan dalam keranjang besi yang terletak di atas piringan besi yang dapat berputar. Ujung kawat dipasang pada *working tools* mesin yaitu *wire feeding rollers* atau *chcks* atau penarik kawat untuk menghasilkan panjang tertentu. Kemudian kawat masuk ke *nail box* yang membentuk leher paku lalu *die grip* menjepit kawat, sementara itu martil memukul kawat sehingga terbentuk kepala paku. Selanjutnya *cutter* membentuk ujung runcing dari paku dan memotong. Paku yang terbentuk ditampung dalam kotak aluminium untuk dibawa ke stasiun kerja berikut untuk proses selanjutnya.

Pada *nails making machine* atau mesin pembuat terdapat empat *working tools* yang sangat mempengaruhi mutu paku, yaitu *feeding rollers (chucks)*, *die grip*, *punch* dan *cutter*. Keempat *working tools* ini harus disusun sedemikian rupa sesuai dengan jenis paku yang akan dibuat agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Ukuran dari setiap *working tools* bervariasi sesuai dengan tipe mesin pembuat paku. Paku yang rusak berat dibawa ke tempat penumpukan, sedangkan paku dengan kualitas yang baik dibawa ke mesin *polish* paku untuk mengkilatkan paku.

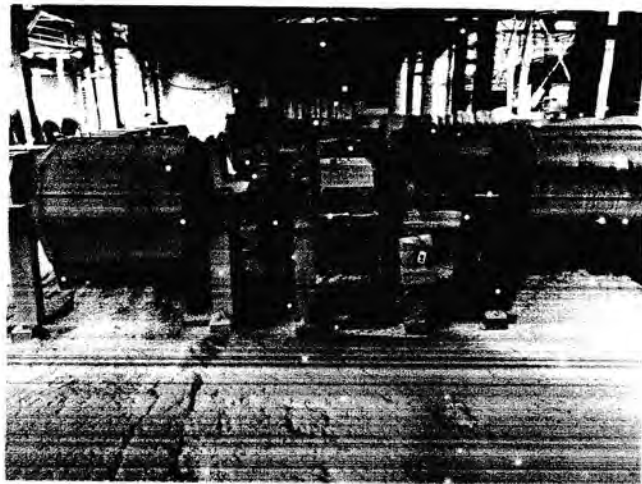


Gambar 3.18. Proses pembuatan paku mesin MTG C

4. Proses *Polish*

Mesin *polish* dipakai untuk mengilapkan paku yang telah selesai dikerjakan dimesin paku dan untuk menanggalkan sayap-sayap yang terdapat pada ujung runcing paku. Mesin *polish* terdiri dari tong *polish* persegi delapan, motor penggerak dan tutup jaring. Paku dimasukkan ke dalam tang *polish* lalu dicampur dengan sekam padi. Dengan alat angkut *hoist crane*, tong *polish* yang telah ditutup rapat dipasangkan pada poros motor penggerak dan diputar selama 30 menit. Setelah itu tutup tang *polish* ditukar dengan tutup jaring, gunanya untuk mengeluarkan sekam padi sehingga yang tertinggal hanya paku yang sudah bersih.

Paku-paku yang telah selesai dipolish dipindahkan ke bagian tiup yang berguna untuk membersihkan paku-paku dari abu dan debu sisa *polish*. Untuk jenis paku lokal, dari mesin tiup langsung dikirim ke bagian pencurahan untuk dicurahan sesuai dengan berat dan ukurannya dan kemudian ditimbang dan dilanjutkan ke tempat *packing*.



Gambar 3.19. Proses *polish* paku

5. Proses Pengepakan Paku

Setelah paku selesai di *polish*, paku diangkut dengan lori ke bagian pengepakan. Paku-paku tadi dituang ke dalam sebuah bak khusus yang selanjutnya sedikit demi sedikit jatuh ke atas mesin magnetik *conveyor* (ban berjalan dengan magnet) yang bergerak ke atas tempat timbangan berada. Pada saat terjadi penimbangan paku sesuai dengan ukurannya, dari arah yang berlawanan *conveyor*

membawa kotak-kotak kosong yang nantinya terisi setelah paku yang telah ditimbang dibagian atas berjatuhan.

Setelah kotak-kotak tadi terisi paku, *conveyor* membawanya ke timbangan kedua. Pada timbangan kedua diperiksa oleh satu operator apakah telah sesuai dengan berat yang diinginkan, jika berlebih akan dikurangi dan jika kurang akan ditambah. Selanjutnya kotak-kotak paku yang telah selesai pada penimbangan kedua diberikan *band tape* dan dilem listrik sehingga bersih dan kuat. Untuk sementara kotak-kotak itu diletakkan diatas rak-rak papan yang selanjutnya diangkut ke gudang dengan menggunakan *forklift*.

Pada kemasan paku harus dicantumkan dengan jelas keterangan - keterangan seperti ukuran paku, berat bersih paku dalam kemasan, Nama/merk pabrik pembuat, bulan dan tahun pembuatan.

Hasil *packing* paku dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.20. Hasil *Packing* Paku. Sumber : PT. Intan Suar Kartika

3.4. Defenisi Sistem Perawatan

Sistem perawatan mempunyai arti, yaitu kegiatan yang dilakukan dalam rangka untuk menjaga atau memperbaiki aktifitas, atau sistem yang menyimpan dari pemakain peralatan.

3.4.1. Defenisi *Maintenance* dan *Repair*

Istilah *maintenance* dan *repair* sangat erat kaitannya dengan system perawatan. Tetapi *maintenance* dan *repair* mempunyai defenisi yang berbeda. *Maintenance* atau perawatan mempunyai arti aktifitas yang dilakukan untuk mencegah kerusakan. Sedangkan *repair* atau perbaikan mempunyai arti kegiatan atau Tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki kerusakan.

3.4.2. Tujuan *Maintenance*

Perawatan atau *maintenance* pada mesin mempunyai tujuan, antara lain :

1. Mengurangi tingkat kerusakan yang akan terjadi pada mesin;
2. Meminimalkan biaya perawatan;
3. Menjaga kualitas komponen pada tingkat yang tepat guna untuk memenuhi kebutuhan mesin itu sendiri dan juga untuk menjaga kelancaran proses produksi;
4. Memperpanjang proses produksi;
5. Menghindari terjadinya kerusakan yang tidak terencana.

3.5. Metode Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

3.5.1 Defenisi *preventive Maintenance*

Menurut Ebeling (2008), *preventive maintenance* merupakan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodic, dimana seperangkat tugas pemeliharaan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan dilakukan.

Dengan adanya *preventive maintenance*, diharapkan semua mesin yang ada akan terjamin kelancaran proses kerjanya sehingga tidak ada yang terhambat dalam proses produksinya dan selalu dalam keadaan optimal.

*Preventive mainten*an sangat penting karena kegunaannya sangat efektif dalam menghadapi atau mendukung fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan *critical unit*. Kategori komponen kritis menurut

Menurut Assauri (2008), tujuan perawatan atau pemeliharaan adalah sebagai berikut:

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 tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang di investasikan 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 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 rendah.

3.5.2. Perhitungan MTF dan MTTR

Sebelum menghitung MTF dan MTTR, maka terlebih dahulu melakukan pengujian distribusi terhadap waktu *failure* (TTF) dan waktu *repair* (TTR) masing-masing komponen.

1. Perhitungan parameter *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) sesuai dengan masing-masing distribusi.

Distribusi *Weibull*

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$a = \bar{y} - b(x) \dots\dots\dots(2)$$

$$\alpha = b \dots\dots\dots(3)$$

$$\beta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

b = *gradient*

a = perhitungan intersep

α = parameter bentuk

β = parameter skala

Distribusi lognormal

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots(5)$$

$$a = \bar{y} - b(x) \dots\dots\dots(6)$$

$$s = 1/b \dots\dots\dots(7)$$

$$t_{med} = e^{-sa} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

b = *gradient*

a = perhitungan intersep

s = parameter bentuk

t_{med} = parameter lokasi

2. Perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) sesuai dengan masing-masing distribusi dengan melihat nilai parameter.

Distribusi *Weibull*

$$MTTF = MTTR = \beta \Gamma (1 + 1/\alpha) \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :
B = parameter skala
 Γ = fungsi gamma

Distribusi Lognormal

$$MTTF = MTTR = t_{med} \times s^{2/2} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :
tmed = parameter lokasi
exp = 2.718
s = parameter bentuk

3. Perhitungan Interval Waktu Perawatan

t_i = rata-rata jam kerja per bulan / n

Dimana :
 t_i = interval waktu perawatan
n = frekuensi pemeriksaan optimal

3.5.3. Metode *Reliability Centered Maintenance*

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan maka diperlukan perancangan kebijakan perawatan yang optimal dengan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II).

RCM II itu sendiri adalah metode terintegrasi analisis kuantitatif dan kualitatif pada masalah perencanaan perawatan mesin, dimana RCM II memiliki kelebihan dalam melakukan evaluasi tindakan perawatan yang difokuskan pada

komponen-komponen mesin yang kritis, dan mampu memberikan interval perawatan mesin yang lebih baik serta menghindari perawatan yang tidak di perlukan (Moubray, 1997)

3.5.4. Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah system, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995)

Untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan yang terjadi pada komponen mesin paku tipe MTG C, maka dilakukan analisis dengan metode FMEA. Penilaian *severity*, *occurrence* dan *detection*.

1. Tingkat keparahan (*severity*)

Severity adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besarkah tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh, apabila efek yang terjadi adalah efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan tinggi.

Tabel 3.5. *severity Rating*

Rank		Criteria
1 - 2	Minor	Tidak beralasan untuk meyakini bahwa pembawaan/sifat sepele dari kesalahan ini dapat menyebabkan efek yang signifikan pada produk dan servis. Para pelanggan mungkin tidak akan sampai menyadari kesalahan tersebut.
3 - 4	Low	Kerusakan pada tingkat yang rendah dikarenakan pembawaan/sifat dari kesalahan ini hanya akan menyebabkan sangat sedikit gangguan terhadap pelanggan. Pelanggan mungkin akan menyadari sedikit penurunan kualitas dari produk dan atau servis, sedikit ketidak-nyamanan pada proses selanjutnya, atau perlunya sedikit pengerjaan ulang.

5 - 6	Moderate	Urutan yang sedang/lumayan karena kesalahan ini menyebabkan beberapa ketidak-puasan, pelanggan akan merasa tidak nyaman atau bahkan terganggu oleh kesalahan tersebut, kesalahan ini dapat menyebabkan dibutuhkannya perbaikan yang tidak dijadwalkan dan atau kerusakan pada peralatan.
7- 8	High	Ketidak-puasan pelanggan pada tingkan yang tinggi dikarenakan pembawaan/sifat dari kesalahan ini seperti sebuah produk yang tidak dapat digunakan atau servis yang tidak memuaskan sama sekali. Tidak mengindahkan isu keamanan dan atau peraturan-peraturan pemerintah. Dapat menimbulkan gangguan pada proses yang berkelanjutan dan atau servis.
9 - 10	Very High	Tingkat kerusakan yang sangat tinggi saat kesalahan tersebut mempengaruhi keselamatan dan melibatkan pelanggaran peraturan-peraturan pemerintah.

2. Tingkat Kejadian (*Occurrence*)

Occurrence adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Occurrence* merupakan nilai ranting yang disesuaikan dengan frekuensi yang di perkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 3.6. *Occurrence Rating*

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan sangat rendah/jarang, kapabilitas menunjukkan \bar{x}_3 sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 dibanding 10.000)
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukan \bar{x}_3 sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000)
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayar. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjuka $\bar{x}_{2,5}$ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200)
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukan $\bar{x}_{1,5}$ (1 banding 100, sampai banding 20)
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi.

3. Metode Deteksi (*Detection*)

Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang terjadi.

Tabel 3.7. Dctection Rating

Rank	Criteria
1 - 2	<p><i>Very High</i> : Pengawasan hampir sudah pasti dapat mendeteksi kecacatan/kesalahan/kerusakan</p> <p>Kemungkinan produk atau revis yang cacat/rusak/salah sangat kecil (1 dari 10.000). Kecacatan/kerusakan akan jelas terliha dan siap untuk dideteksi. Keandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 99,99%</p>
3 - 4	<p><i>High</i> : Pengawasan punya kemungkinan yang besar dalam mendeteksi kecacatan/kesalahan</p> <p>Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah ada pada tingkat yang rendah (1 dari 5000, sampai 1 dari 500). Keandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 99,8 %</p>
5 - 6	<p><i>Moderate</i> : Pengawasan mungkin mendeteksi kecacatan/kesalahan/kerusakan</p> <p>Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah pada tingkat yang sedang/lumayan (1 dari 200, sampai 1 dari 50). Keandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 98%</p>
7 - 8	<p><i>Low</i> : Pengawasan lebih mungkin tidak mendeteksi kecacata/kesalahan</p> <p>Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah pada tingkat yang tinggi (1 dari 20). Keandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 90%</p>
9 - 10	<p><i>Very Low</i> : Pengawasan sangat mungkin tidak mendeteksi kecacatan/kesalahan/kerusakan</p> <p>Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah pada tingkat yang sangat tinggi (1 dari 10). Biasanya barang tidak dice atau tidak dapat dicek. Kecacatan/kerusakan/kesalahan sering tersembunyi dan tidak terlihat saat proses atau servis. Keandalan/kemampuan deteksi pada tingkat 90% atau lebih rendah</p>

4. Risk Priority Number (RPN)

Nilai ini merupakan produk dari hasil persalinan tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari kegagalan. RPN tidak memiliki nilai atau arti. Nilai tersebut digunakan untuk merengking kegagalan proses yang potensial.

Perhitungan *Failure Modes and Effect (FMEA)* dengan menggunakan rumus dibawah ini yang mana harus diketahui dahulu rangking pada *severity, occurance, dan detection*.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(11)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metodologi pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

4.1. Studi Pendahuluan

Melakukan penelitian langsung ke perusahaan dan melakukan studi literatur yang mendukung penyelesaian permasalahan yang ada.

4.2. Identifikasi Masalah dan Penetapan Tujuan

Masalah yang akan diselesaikan dirumuskan dan ditentukan tujuan yang hendak dicapai. Agar tujuan tidak menyimpang maka dilakukan pembatasan serta asumsi permasalahan.

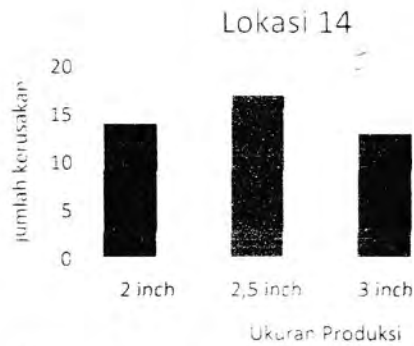
4.3. Pengumpulan Data

1. Data-data kerusakan pada mesin

Sumber data	: Data diperoleh langsung dari rantai produksi
Cara pengumpulan data	: Pengamatan langsung secara visual
Instrumen	: Alat tulis
Data Periode kerusakan	: Dimulai pada bulan Januari 2019 sampai dengan Desember 2020 yang digunakan sebagai acuan.

4.3.1. Data Kerusakan Mesin Paku

Data kerusakan mesin paku dapat di bagi berdasarkan lokasi produksi masing-masing. Mesin paku dapat digolongkan menjadi dua lokasi, yaitu lokasi 14 dan 56. Frekuensi kerusakan mesin berdasarkan pembagian lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.1. Total kerusakan yang terjadi dilokasi 14 selama satu bulan terdapat 41 kasus kerusakan. Kerusakan yang paling banyak terjadi dilokasi 14 adalah mesin paku dengan ukuran produksi 2,5 inch.



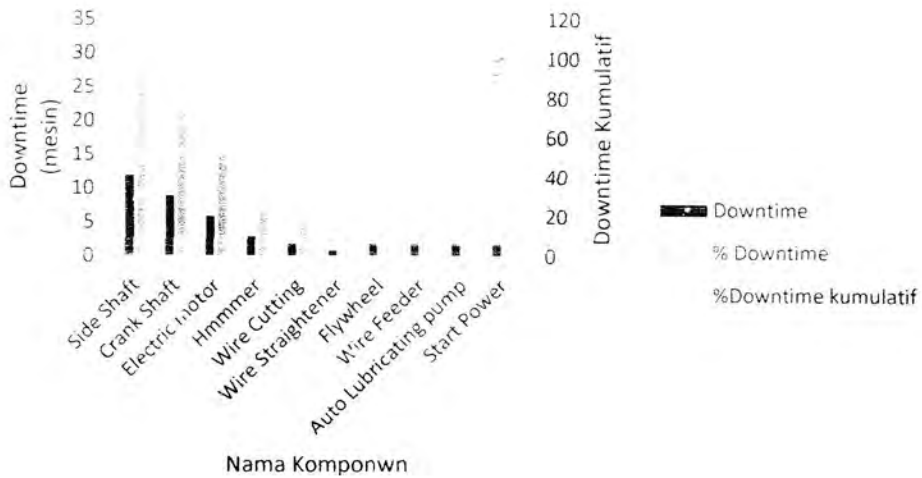
Gambar 4.1. Jumlah kerusakan pada mesin paku di lokasi 14

4.3.2. Data Downtime

Penentuan komponen kritis digunakan untuk mengetahui komponen yang paling banyak mengalami kerusakan dapat diketahui menggunakan pada masing-masing komponen dengan presentase *downtime* kerusakan komponen yang paling tinggi pada mesin paku MTG C dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil persentase kerusakan downtime mesin

No	Nama Komponen	Downtime	% Downtime	% Downtime Kumulatif
1	<i>Side shaft</i>	12	29	29
2	<i>Crank shaft</i>	9	22	51
3	<i>Electric motor</i>	6	15	66
4	<i>Hammer</i>	3	7	73
5	<i>Wire cutting</i>	2	5	78
6	<i>Wire straightener</i>	1	2	80
7	<i>Flywheel</i>	2	5	85
8	<i>Wire feeder</i>	2	5	90
9	<i>Auto lubricating pump</i>	2	5	95
10	<i>Start power</i>	2	5	100
Total		41	100	



Gambar 4.2. Diagram Pareto penentuan komponen kritis

4.3.3. Data FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*)

Selanjutnya menentukan FMEA dalam perhitungan ini menggunakan nilai rating yang mana menggambarkan kerusakan yang terjadi pada mesin saat proses produksi. Berdasarkan analisis melalui FMEA maka didapat nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing komponen yang didapatkan dari penentuan nilai rating *severity*, *occurrence* dan *detection*.

Tabel 4.2. *Failure Mode and Effect Analyze* pada mesin paku MTG C

FMEA Worksheet			SISTEM : OPERASI MESIN PAKU MTG C						
			SUBSISTEM : MESIN PAKU MGT C						
Part/process	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Sev (1-10)	Potential Cause Of Failure	Occ (1-10)	Current Controls	Det (1-10)	RPN
Crank shaft	Penggerak hummer dan sayap metal dan mengatur kecepatan komponen	Bearing longgar	Suara mesin berisik	8	Beban kerja dan pengoperasian yang sudah lama	5	Mengontrol komponen bearing	8	320
		Sambungan lengan patah	Metal jalan tidak sesuai fungsinya	9		3		7	189
		Pelumas bearing habis	Metal jalan macet	8	Kelalain operator	1	Mengontrol pelumasan	4	32
TOTAL RPN									541

Tabel 4.2. *Failure Mode and Effect Analyze* pada mesin MTG C (lanjutan..)

<i>Side shaft</i>	Penggerak dari <i>crank shaft</i> ke <i>wire cutting</i> dan <i>wire feeder</i>	Sambungan stang metal patah	Proses jalannya produksi macet(berhenti)	9	Beban kerja karena pengumpan kawat aus	5	Mengontrol sambungan stang metal	8	360
		Beban <i>wire feeder</i> aus	Sayap metal menjadi rusak	9	Kelalaian operator	6	Mengontrol <i>wire feeder</i>	7	378
		Sayap metal longga.	Pergerakan stang metal tidak berturan	5	Baut pengencang lepas	2	Mengontrol baut	5	50
TOTAL RPN									788
<i>Electric motor</i>	Sumber daya utama mesin	Panas atau <i>overheating</i>	Komponen mesin tidak dapat beroperasi	8	Beban tidak normal, <i>fan</i> rusak, <i>body</i> motor kotor	5	Mengontrol kebersihan dan arus listrik	7	280
TOTAL RPN									280

Dapat diketahui dari tabel *Failure Mode and Effect* (FMEA) bahwa nilai total RPN yang tertinggi terdapat pada tiga komponen yaitu *Crank shaft* dengan nilai RPN sebesar 541, *Side shaft* dengan RPN sebesar 788, dan *Electric motor* dengan RPN sebesar 280 . Dari hasil perhitungan FMEA tersebut selanjutnya akan dilakukan Tindakan perawatan RCM II.

Reliability Centered Maintenance (RCM) II *Decision Worksheet* digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memilih kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure mode*.

Kerusakan pada mesin paku MTG C menyebabkan produksi akan terhenti yang akan memperingatkan target sehingga akan mengakibatkan kerugian terhadap perusahaan. Pada tabel 4.3. menampilkan RCM II *decision worksheet* pada komponen kritis.

Tabel 4.3. *Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet* pada mesin paku MTG C

RCM II <i>Decision Worksheet</i>			SISTEM : SISTEM OPERASI MESIN PAKU MTG C			Facilitator		Date :
			SUBSISTEM : MESIN PAKU MTG C			Auditor		Year :
No	Komponen	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause Of Failure	Konsekuensi Kegagalan	Tindakan yang Diberikan	Tindakan Perawatan yang Dilakukan
1	Side shaft	Penggerak dari crank shaft ke wire cutting dan wire feeder	Sambungan stang metal patah	Proses jalannya produksi macet(berhenti)	Beban kerja karena pengumpalan kawat aus	Operasional konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian komponen
			Bebang wire feeder aus	Sayap metal menjadi rusak	Kelalaian operator	Operasional konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan kondisi komponen
			Sayap metal longgar	Penggerak stang metal tidak beraturan	Baut pengencang lepas	Operasional konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Pemulihan kondisi komponen
2	Crank shaft	Penggerak hummer dan sayap metal dan mengatur kecepatan komponen	Bearing longgar	Suara mesin berisik	Beban kerja dan pengoperasian yang sudah lama	Operasional konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan potensial kegagalan	Penggantian komponen
			Sambungan lengan patah	Metal jalan tidak bekerja sesuai fungsinya	Beban kerja dari pengoperasian yang sudah lama	Operasional konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan potensial kegagalan	Penggantian komponen
			Pelumas bearing habis	Metal jalan macet	Kelalaian operator	Operasional	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian oiten	Pemulihan kondisi komponen
3	Electric motro	Sumber daya utama mesin	Panas atau <i>overheating</i>	Komponen menjadi tidak dapat beroperasi	Beban tidak normal, fan rusak, bodymotor kotor	Operasional konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan potensial kegagalan	Pemulihan kondisi komponen

4.3.4. Perhitungan *Downtime* Kerusakan Komponen

Dari data kerusakan mesin dapat diketahui total *downtime* masing-masing komponen. Rumus yang digunakan yaitu (waktu selesai kerusakan-waktu mulai kerusakan) hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.4. dibawah ini.

Tabel 4.4. Hasil perhitungan *downtime* kerusakan komponen *side shaft*.

<i>Side shaft</i>				
No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)	Total jumlah jam perbaikan (jam)
1	20 Mei 2019	8:35	10:40	2.07
2	8 September 2019	14:13	14:30	0.28
3	19 September 2019	9:28	11:30	2.02
4	23 November 2019	12:42	14:20	1.62
5	16 Desember 2019	11:43	13:45	2.02
6	22 Desember 2019	11:24	13:24	1.98
7	29 Maret 2020	9:10	11:12	2.02
Total <i>Downtime</i>				12

Selanjutnya menghitung *downtime* kerusakan komponen *Crank shaft* dengan menggunakan perhitungan manual, dengan rumus waktu kerusakan-waktu mulai kerusakan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.5. dibawah ini.

Tabel 4.5. Hasil perhitungan *Downtime* kerusakan komponen *Crank shaft*.

<i>Crank shaft</i>				
No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)	Total jumlah jam perbaikan (jam)
1	8 September 2019	14:22	14:30	0.12
2	10 Oktober 2019	10:32	13:44	3.18
3	23 Januari 2020	13:19	14:25	1.08
4	21 April 2020	7:44	9:44	1.98
5	9 Juni 2020	11:38	13:50	2.18
Total <i>Downtime</i>				9

Selanjutnya yaitu menghitung *downtime* kerusakan komponen *Electric motor* dengan menggunakan perhitungan manual, dengan rumus waktu selesai kerusakan-waktu mulai kerusakan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.6. dibawah ini.

Tabel 4.6. Hasil perhitungan *Downtime* kerusakan komponen *Electric motor*

<i>Electric motor</i>				
No	Tanggal	Mulai (jam)	Selesai (jam)	Total jumlah jam perbaikan (jam)
1	22 Febuari 2020	8:03	9:30	1.43
2	28 April 2020	7:53	9:55	2.02
3	10 Agustus 2020	7:40	9:50	2.15
Total <i>Downtime</i>				6

4.3.5. Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) dan perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan (TTR)

1. Pada tahap ini waktu perbaikan kerusakan merupakan selang waktu dari proses terjadinya kerusakan hingga diperbaiki sampai terjadinya kerusakan Kembali. Untuk memperhitungkan selang waktu kerusakan (*Time to failure*) untuk jadwal kerusakan *side shaft* pada tanggal 20 Mei 2019 sampai dengan 8 September 2019 adalah :
2. Tanggal 20 Mei 2019, Interval antara kerusakan akhir pada jam 10:40 sampai dengan jam akhir kerja jam 14:30 adalah 3.20 jam. Apabila kerusakan terjadi sebelum pukul 11:30 maka dikurang $\frac{1}{2}$ jam yaitu jam istirahat dan pekerja.
3. Tanggal 8 september 2019, terjadi kerusakan pada jam 14:12 makan antara jam 7:00 sampai 14:12 terdapat selang waktu 6.42 jam. Apabila kerusakan terjadi sesudah pukul 11:30 makan dikurangi $\frac{1}{2}$ jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
4. Antara tanggal 20 Mei 2019 sampai dengan 8 September 2019, banyaknya hari kerja 89 hari kerja atau sama dengan 89 hari kerja x $7 \frac{1}{2}$ jam kerja/hari = 630 jam.

5. Maka selang waktu antar kerusakan pada tanggal 20 Mei 2019 sampai dengan 8 September 2019 adalah $630 + 3:20 + 6:42 = 639.62$ jam.

Tabel 4.7. Hasil perhitungan TTF dan TTR *side shaft*

Side shaft								
No	Tanggal	Jam awal kerusakan	Jam akhir kerusakan	TTR (jam)	Waktu akhir kerusakan- Waktu akhir rusak(jam)	Waktu awal kerusakan- Waktu akhir rusak(jam)	Hari(jam)	TTF(jam)
1	20/5/2019	8:35	10:40	2.07	-	-	-	-
2	8/9/2019	14:13	14:30	0.28	3.20	6.42	630	639.62
3	19/9/2019	9:28	11:30	2.02	0	2.28	70	72.28
4	23/11/2019	12:42	14:20	1.62	2.30	5.12	380	387.42
5	16/12/2019	11:43	13:45	2.02	0.17	4.13	150	154.30
6	22/12/2019	11:24	13:24	1,98	0.75	4.24	42.5	47.49
7	29/3/2020	9:10	11:12	2.02	1.06	2.10	557.5	560.66

Selanjutnya untuk perhitungan selang waktu kerusakan (*Time to Failure*) untuk penjadwalan kerusakan *Crank shaft* pada tanggal 8 September 2019 sampai dengan 10 Oktober 2019 adalah:

1. Tanggal 8 September 2019, Interval antara kerusakan akhir pada jam 14:30 sampai dengan jam akhir 14:30 adalah 0 jam. Apabila kerusakan akhir terjadi sebelum pukul 11.30 maka dikurangi $\frac{1}{2}$ jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
2. Tanggal 10 Oktober 2019, terjadi kerusakan pada jam 10:32 maka antara jam 7:00 sampai 14:12 terdapat selang waktu 3.32 jam. Apabila kerusakan terjadi sesudah pukul 11:30 maka dikurangi $\frac{1}{2}$ jam yaitu istirahat mesin dan pekerja.
3. Antara tanggal 8 September 2019 sampai dengan 10 Oktober 2019, banyaknya hari kerja 30 hari kerja atau sama dengan 30 hari kerja $\times 7 \frac{1}{2}$ jam kerja/hari = 197.5 jam.
4. Maka selang waktu antar kerusakan pada tanggal 8 September 2019 sampai dengan 10 Oktober 2019 adalah $197.5 + 0 + 3.32 = 200.82$ jam.

Tabel 4.8. Hasil perhitungan TTF dan TTR komponen *Crank shaft*

<i>Crank shaft</i>								
No	Tanggal	Jam awal kerusakan	Jam akhir kerusakan	TTR (jam)	Waktu akhir kerusakan- Waktu akhir rusak(jam)	Waktu awal kerusakan- Waktu akhir rusak(jam)	Hari(jam)	TTF(jam)
1	8/9/2019	14:22	14:30	0.12	-	-	-	-
2	10/10/2019	10:32	13:44	3.18	0	3.32	197.5	200.82
3	23/12/2019	13:19	13:25	1.08	0.77	5.49	612.5	618.76
4	21/4/2019	7:44	9:44	1.98	0.08	0.73	522.5	523.32
5	9/6/2019	11:38	13:50	2.18	4.16	4.08	290	298.24

Selanjutnya untuk perhitungan selang waktu kerusakan (*Time to Failure*) jadwal kerusakan *Electric motor* pada tanggal 22 Febuari 2020 sampai dengan 28 April 2016 adalah :

1. Tanggal 22 Febuari 2020, Interval antara kerusakan akhir pada jam 9:30 sampai dengan jam akhir kerja jam 14:30 adalah 1.43 jam. Apabila kerusakan akhir terjadi sebelum pulk 11:30 makan dikurang $\frac{1}{2}$ jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
2. Tanggal 28 April 2020, terjadi kerusakan pada jam 7:53 maka antara jam 7:00 sampai 7:53 terdapat selang waktu 0.88 jam. Apabila kerusakan terjadi sesudah pukul 11.30 makan dikurangi $\frac{1}{2}$ jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
3. Antar tanggal 22 Febuari 2020 sampai dengan 28 April 2020, banyak hari kerja 53 hari atau sama dengan 53 hari kerja $\times 7 \frac{1}{2}$ jam kerja/hari = 397.5 jam.
4. Maka selang waktu antar kerusakan pada tanggal 22 Febuari 2019 sampai dengan 28 Oktober 2020 adalah $397.5 + 4.30 + 0.88 = 402.68$ jam.

Tabel 4.9. Hasil perhitungan TTF dan TTR komponen *Electric motor*

<i>Siae shaft</i>								
No	Tanggal	Jam awal kerusakan	Jam akhir kerusakan	TTR (jam)	Waktu akhir kerusakan- Waktu akhir rusak(jam)	Waktu awal kerusakan- Waktu akhir rusak(jam)	Hari(jam)	TTF(jam)

Tabel 4.9. Hasil perhitungan TTF dan TTR komponen *Electric motor* (lanjutan...)

1	22/2/2019	8:03	9:30	1.43	-	-	-	-
2	28/4/2019	7:53	9:55	2.02	4.30	0.88	397.5	402.68
3	8/10/2019	7:40	9:50	2.15	4.05	0.67	520	524.72

4.3.6. Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan *Time To Failure* (TTF)

Untuk dapat menentukan distribusi yang sesuai untuk data waktu kerusakan (*Time To Failure*), maka dilakukan perhitungan *index of fit* dari tiap distribusi tersebut. Dan pemilihan distribusi didasarkan pada nilai *index of fit* yang terbesar dari masing-masing komponen. Pengidentifikasi distribusi ini meliputi distribusi Weibull, dan distribusi Lognormal.

1. Distribusi *Weibull*

a. Komponen *side shaft*

Menghitung komponen *side shaft* pada distribusi *Weibull* dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$X_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4} = \frac{1-0,3}{6+0,4} = 0,1$$

$$y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1-F(t_i)} \right] \right] = -2,16$$

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

$$= \frac{6(-10,34) - (31,92)(-3)}{[6 \cdot 175,93 - (101949,49)][6 \cdot 7,12 - (9,02)]}$$

$$= \frac{33,72}{34,87} = 0,97$$

Dari perhitungan diastase dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *side shaft* sebesar 0.97 pada distribusi *Weibull*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.10. komponen *side shaft* untuk distribusi *Weibull*.

<i>Side shaft</i>							
i	Ti (jam)	$x_i = \ln t_i$	F(ti)	y_i	$x_i * y_i$	x_i^2	Y_i^2
1	47.49	3.86	0.11	-2.16	-8.32	14.90	4.65
2	72.28	4.28	0.27	-5.03	-5.03	18.32	1.38
3	154.3	5.04	0.42	-6.0	-3.03	25.39	0.36
4	387.42	5.96	0.58	-0.15	-0.88	35.52	0.02
5	560.66	6.33	0.73	0.28	1.78	40.06	0.08
6	639.62	6.46	0.89	0.79	5.13	41.74	0.63
Total	1861.77	31.93		-3.00	-10.35	175.93	7.12
<i>Index of fit</i>				0.97			

b. Komponen *Crank shaft*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* komponen *crank shaft* pada distribusi *Weibull* dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4} = \frac{1-0,3}{4+0,4} = 0,16$$

$$y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1-F(t_i)} \right] \right] = -1,75$$

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

$$= \frac{4(-9,78) - (23,69)(-1,91)}{[4 \cdot 141,09 - (561,13)][4 \cdot 3,96 - (3,65)]}$$

$$= \frac{6,14}{6,22} = 0,99$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui *index of fit* (r) untuk komponen *crank shaft* sebesar 0,99 pada distribusi *Weibull*, hasil selanjutnya dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.11. Komponen *Crank shaft* untuk distribusi *Weibull*.

<i>Crank shaft</i>							
i	ti (jam)	xi = ln ti	F(ti)	yi	xi * yi	xi^2	Yi^2
1	200.82	5.30	0.16	-1.75	-9.29	28.12	3.07
2	298.24	5.70	0.39	-0.72	-4.08	32.47	0.51
3	523.31	6.26	0.61	-0.05	-0.31	39.19	0.00
4	618.76	6.43	0.84	0.61	3.91	41.32	0.37
Total	1641.13	23.69		-1.91	-9.78	141.09	3.96
<i>Index of fit</i>				0.99			

c. Komponen *Electric motor*

Selanjutnya yaitu menghitung *Index of fit* dengan komponen *Electric motor* pada distribusi *Weibull*, dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{2 + 0,4} = 0,29$$

$$y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1-F(t_i)} \right] \right] = -1,06$$

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

$$= \frac{2(-5,08) - (12,26)(-0,86)}{[2 \cdot 75,20 - (150,34)][2 \cdot 1,18 - (0,73)]}$$

$$= \frac{0,28}{0,33} = 0,85$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *Electric motor* sebesar 0.85 pada distribusi *Weibull*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.12. Komponen *Electric motor* untuk distribusi *weibull*

<i>Electric motor</i>							
i	ti (jam)	xi = ln ti	F(ti)	yi	xi * yi	xi^2	Yi^2
1	402.8	6.00	0.29	-1.06	-6.39	35.98	1.13
2	524.72	6.26	0.71	0.21	1.31	39.22	0.04
Total	927.52	12.26		-0.86	-5.08	75.20	1.18
<i>Index of fit</i>				0.85			

2. Distribusi Lognormal

a. Komponen *Side shaft*

Komponen *Side shaft* Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *side shaft* pada distribusi lognormal dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{6 + 0,4} = 0,11$$

$$y_i = Z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] = -1.23$$

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

$$= \frac{6(4,67) - (31,93)(0)}{[6 \cdot 175,93 - (1019,49)][2 \cdot 3,90 - (0)]}$$

$$= \frac{28,02}{29,02} = 0,97$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *side shaft* sebesar 0.97 pada distribusi lognormal. Hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Komponen *side shaft* untuk distribusi Lognormal

<i>Side shaft</i>							
i	Ti (jam)	$x_i = \ln t_i$	F(ti)	y_i	$x_i * y_i$	x_i^2	Y_i^2
1	47.49	3.86	0.11	-1.23	-4.75	14.90	4.65
2	72.28	4.28	0.27	-0.63	-2.70	18.32	1.38
3	154.3	5.04	0.42	-0.20	-1.01	25.39	0.36
4	387.42	5.96	0.58	0.20	1.19	35.52	0.02
5	560.66	6.33	0.73	0.63	3.99	40.06	0.08
6	639.62	6.46	0.89	1.23	7.95	41.74	0.63
Total	1861.77	31.93			4.67	175.93	7.12
<i>Index of fit</i>				0.97			

b. Komponen *Crank shaft*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *Crank shaft* pada distribusi lognormal dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{4 + 0,4} = 0,16$$

$$y_i = Z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] = -1,00$$

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

$$= \frac{4(1,29) - (23,69)(0)}{[4 \cdot 141,09 - (561,13)][4 \cdot 2,18 - (0)]}$$

$$= \frac{5,16}{5,27} = 0,98$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *crank shaft* sebesar 0.98 pada distribusi lognormal. Hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15. Komponen *Crank shaft* untuk distribusi Lognormal

<i>Crank shaft</i>							
i	t _i (jam)	x _i = ln t _i	F(t _i)	y _i	x _i * y _i	x _i ²	Y _i ²
1	200.82	5.30	0.16	-1.00	-5.30	28.12	3.07
2	298.24	5.70	0.39	-0.30	-1.71	32.47	0.51
3	523.31	6.26	0.61	0.30	1.88	39.19	0.00
4	618.76	6.43	0.84	1.00	6.43	41.32	0.37

Tabel 4.15. Komponen *Crank shaft* untuk distribusi lognormal (lanjutan...)

Total	1641.13	23.69			1.29	141.09	3.96
<i>Index of fit</i>				0.98			

c. Komponen *Electric motor*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *Electric motor* pada distribusi lognormal dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{2 + 0,4} = 0,29$$

$$y_i = Z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] = -0.55$$

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

$$= \frac{2(0,15) - (12,26)(0)}{[2 \cdot 75,20 - (150,34)] [2 \cdot 0,61 - (0)]}$$

$$= \frac{0,28}{0,29} = 0,97$$

Dari perhitungan diatas diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *electric motor* sebesar 0.97 pada distribusi lognormal. Hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16. Komponen *Electric motor* untuk distribusi Lognormal

<i>Electric motor</i>							
i	t _i (jam)	x _i = ln t _i	F(t _i)	y _i	x _i * y _i	x _i ²	Y _i ²
1	402.8	6.00	0.29	-0.55	-3.30	35.98	1.13

Tabel 4.16. Komponen *Electric motor* untuk distribusi Lognormal (lanjutan...)

2	524.72	6.26	0.71	0.55	3.44	39.22	0.04
Total	927.52	12.26			0.15	75.20	1.18
<i>Index of fit</i>				0.97			

Hasil perhitungan untuk masing-masing distribusi pada ketiga komponen dengan *index of fit* yaitu diperoleh sebagai berikut.

Tabel 4.17. Hasil perhitungan *Index Of Fit* untuk TTF.

<i>Index Of Fit</i>		
Nama Komponen	Distribusi <i>Weibull</i>	Distribusi Lognormal
<i>Side shaft</i>	0.97	0.97
<i>Crank shaft</i>	0.99	0.98
<i>Electric motor</i>	0.85	0.97

Dengan melihat tabel diatas, maka dapat diketahui nilai *index of fit* terbesar yaitu untuk komponen *Side shaft* dengan distribusi *Weibull* sebesar 0.97, Komponen *Crank shaft* dengan distribusi *Weibull* sebesar 0.99, dan komponen *Electric motor* dengan distribusi Lognormal sebesar 0.97.

4.3.7. Identifikasi Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan *Time to Repair* (TTR)

Langkah-langkan perhitungan komponen untuk tiap-tiap distribusi adalah .. sebagai berikut :

- 1. Distribusi *Weibull*

a. Komponen *side shaft*

Menghitung *index of fit* dengan komponen *side shaft* pada distribusi Weibull dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{7 + 0,4} = 0,09$$

$$y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1 - F(t_i)} \right] \right] = -2,31$$

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

$$= \frac{7(0,17) - (2,73)(-3,56)}{[7 \cdot 4,33 - (7,45)^2][7 \cdot 1,8,78 - (12,65)^2]}$$

$$= \frac{10,9}{33,40} = 0,326$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *side shaft* sebesar 0.326 pada distribusi *Weibull*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18. Komponen *side shaft* untuk distribusi weibull

<i>Side shaft</i>							
i	Ti (jam)	$x_i = \ln t_i$	F(ti)	y_i	$x_i * y_i$	x_i^2	Y_i^2
1	2.07	0.73	0.09	-2.31	-1.68	0.53	5.33
2	0.28	-1.27	0.23	-1.34	1.71	1.62	1.80
3	2.02	0.70	0.36	-0.79	-0.56	0.49	0.62
4	1.62	0.48	0.50	-0.37	-0.18	0.23	0.13

Tabel 4.18. Komponen *side shaft* untuk distribusi *Weibull* (lanjutan...)

5	2.02	0.70	0.64	0.01	0.01	0.49	0.00
6	1.98	0.68	0.77	0.39	0.26	0.47	0.15
7	2.02	0.70	0.91	0.86	0.60	0.49	0.74
Total	12.01	2.73		-3.56	0.17	4.33	8.78
<i>Index of fit</i>				0.326			

b. Komponen *Crank shaft*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *crank shaft* pada distribusi *Weibull* dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{5 + 0,4} = 0.13$$

$$y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1 - F(t_i)} \right] \right] = 0.13$$

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

$$= \frac{5(3,69) - (0,58)(-2,45)}{[5 \cdot 6,91 - (0,33)] [5 \cdot 5,51 - (6,02)]}$$

$$= \frac{19,87}{27,14} = 0.732$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *crank shaft* sebesar 0.732 pada distribusi *Weibull*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19. Komponen *Crank shaft* untuk distribusi *Weibull*

<i>Crank shaft</i>							
i	ti (jam)	xi = ln ti	F(ti)	yi	xi * yi	xi^2	Yi^2
1	0.12	-2.12	0.13	-1.97	4.19	4.50	3.90
2	3.18	1.16	0.31	-0.97	-1.13	1.34	0.95
3	1.08	0.08	0.50	-0.37	-0.03	0,01	0,13
4	1.98	0.68	0.69	0.14	0.10	0.47	0.02
5	2.18	0.78	0.87	0.71	0.56	0.61	0.51
Total	8.54	0.58		-2.45	3.69	6.91	5.51
<i>Index of fit</i>				0.732			

c. *Electric motor*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *electric motor* pada distribusi *Weibull* dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{3 + 0,4} = 1,21$$

$$y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1 - F(t_i)} \right] \right] = 1,47$$

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

$$= \frac{3(-0,43) - (1,83)(-1,38)}{[3 \cdot 1,21 - (3,34)] [3 \cdot 2,50 - (1,89)]}$$

$$= \frac{3.25}{1.27} = 2.54$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *electric motor* sebesar 2.54 pada distribusi *Weibull*, hasil selanjtnya dapat dilihat pada tebal 4.20.

Tabel 4.20. Komponen *Electric motor* untuk distribusi *Weibull*.

<i>Electric motor</i>							
i	ti (jam)	xi = ln ti	F(ti)	yi	xi * yi	xi^2	Yi^2
1	1.43	0.36	0.21	-1.47	-0.52	0.13	2.15
2	2.02	0.70	0.50	-0.37	-0.26	0.49	0.13
3	2.15	0.77	0.79	0.46	0.35	0.59	0.21
Total	5.6	1.83		-1.38	-0.43	1.21	2.50
<i>Index of fit</i>				2.54			

2. Distribusi Lognormal

a. Komponen *Side shaft*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *side shaft* pada distribusi lognormal dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$xi = \ln ti$$

$$F(ti) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{7 + 0,4} = 0,09$$

$$yi = Zi = \phi^{-1}[F(ti)] = -1.31$$

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

$$\frac{7(2,79) - (1,83)(0)}{[7 \cdot 44,3 - (7,45)][7 \cdot 4,77 - (0)]}$$

$$= \frac{19,52}{27,62} = 0,707$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *side shaft* sebesar 0.707 pada distribusi lognormal, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21. Komponen *side shaft* untuk distribusi lognormal

<i>Side shaft</i>							
i	Ti (jam)	xi = ln ti	F(ti)	yi	xi * yi	xi ²	Yi ²
1	2.07	0.73	0.09	-1.31	-0.95	0.53	1.72
2	0.28	-1.27	0.23	-0.74	0.94	1.62	0.55
3	2.02	0.70	0.36	-0.35	-0.25	0.49	0.12
4	1.62	0.48	0.50	0.00	0.00	0.23	0.00
5	2.02	0.70	0.64	0.35	0.25	0.49	0.12
6	1.98	0.68	0.77	0.74	0.52	0.47	0.55
7	2.02	0.70	0.91	1.31	0.92	0.49	1.72
Total	12.01	2.73			1.42	4.33	4.77
<i>Index of fit</i>				0.707			

b. Komponen *Crank shaft*

Menghitung *index of fit* dengan komponen *crank shaft* pada distribusi lognormal dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{5 + 0,4} = 0,13$$

$$y_i = Z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] = -1,31$$

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

$$= \frac{5(3,05) - (0,58)(0)}{[5 \cdot 6,91 - (0,33)^2][5 \cdot 3,01 - (0)^2]}$$

$$= \frac{20,2}{22,69} = 0,890$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *crank shaft* sebesar 0.890 pada distribusi lognormal, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22. Komponen *Crank shaft* untuk distribusi Lognormal

<i>Crank shaft</i>							
i	t _i (jam)	x _i = ln t _i	F(t _i)	y _i	x _i * y _i	x _i ²	Y _i ²
1	0.12	-2.12	0.13	-1.13	2.40	4.50	1.28
2	3.18	1.16	0.31	-0.48	-0.56	1.34	0.23
3	1.08	0.08	0.50	0.00	0.00	0,01	0.00
4	1.98	0.68	0.69	0.48	0.33	0.47	0.23
5	2.18	0.78	0.87	1.13	0.88	0.61	1.28
Total	8.54	0.58			3.05	6.91	3.01
<i>Index of fit</i>				8.90			

c. Komponen *Electric motor*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan komponen *electric motor* pada distribusi lognormal dengan menggunakan perhitungan manual, contoh perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} = \frac{1 - 0,3}{3 + 0,4} = 0,21$$

$$y_i = Z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] = -0.82$$

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

$$= \frac{3(0.33) - (1.83)(0)}{[3 \cdot 1.21 - (3.34)][3 \cdot 1.34 - (0)]}$$

$$= \frac{0.99}{1.07} = 0,925$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *electric motor* sebesar 0.925 pada distribusi lognormal, hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.23

Tabel 4.23. Komponen *Electric* untuk distribusi Lognormal

<i>Electric motor</i>							
i	t _i (jam)	x _i = ln t _i	F(t _i)	y _i	x _i * y _i	x _i ²	Y _i ²
1	1.43	0.36	0.21	-0.82	-0.39	0.13	0.67
2	2.02	0.70	0.50	0.00	0.00	0.49	0.00
3	2.15	0.77	0.79	0.82	0.63	0.59	0.67
Total	5.6	1.83			0.33	1.21	1.34

<i>Index of fit</i>	2.54
---------------------	------

Hasil perhitungan dari komponen masing-masing distribusi pada ketiga komponen dengan *index of fit* yaitu diperoleh sebagai berikut.

Tabel 4.24. Hasil perhitungan *Index Of Fit* untuk Γ TR

<i>Index Of Fit</i>		
Nama Komponen	Distribusi <i>Weibull</i>	Distribusi Lognormal
<i>Side shaft</i>	0.326	0.707
<i>Crank shaft</i>	0.732	0.890
<i>Electric motor</i>	2.54	0.925

Dengan melihat tabel diatas, maka dapat diketahui nilai *index of fit* terbesar yaitu untuk komponen *side shaft* dengan distribusi Lognormal sebesar 0.707. komponen *Crank shaft* dengan distribusi Lognormal sebesar 0.890, dan komponen *Electric motor* dengan distribusi *Weibull* sebesar 2.54.

4.3.8. Perhitungan Parameter *Time To Failure* (TTF)

Perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan parameter. Perhitungan parameter untuk *time fo failure* pada komponen *side shaft* yang berdistribusi *Weibull*, *Crank shaft* berdistribusi *Weibull*, *Electric motor* yang berdistribusi lognormal menggunakan rumus sebagai berikut :

1. *Side shaft* (Distribusi *Weibull*)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (α), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$= \frac{6 \cdot (-10.35) - (31.93)(-3)}{6 \cdot (175.93) - 1019.49} = 0.93$$

$$\alpha = \bar{y} - b(x) = -0.50 - 0.93(5.32) = -5.45$$

$$\alpha = b = 0.93$$

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

$$= e^{-\left(\frac{-5.45}{0.93}\right)} = 2.718^{(5.86)} = 350.5 \text{ jam}$$

2. Crank shaft (Distribusi Weibull)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (α), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$= \frac{4 \cdot (-9.78) - (23.68)(-1.91)}{4 \cdot (141.09) - 561.13} = 1.89$$

$$\alpha = \bar{y} - b(x) = -0.48 - 1.89(5.92) = -11.66$$

$$\alpha = b = 1.89$$

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

$$= e^{-\left(\frac{-11.66}{1.89}\right)} = 2.718^{(5.86)} = 473.13 \text{ jam}$$

3. Electric motor (Distribusi Lognormal)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter (s), dan parameter lokasi (t_{med})

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$= \frac{2 \cdot (0.15) - (12.26)(0)}{2 \cdot (75.20) - 150.34} = 5$$

$$a = \bar{y} - b(x) = 0 - 5(6.13) = -30.65$$

$$s = \frac{1}{b} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$t_{med} = e^{-sa}$$

$$= e^{-(0.2(-30.65))} = 2.718^{(6.11)} = 450.05 \text{ jam}$$

4.3.9. Perhitungan Parameter *Time to Repair* (TTR)

Perhitungan parameter untuk *time to repair* pada komponen *side shaft* yang berdistribusi lognormal, *Crank shaft* berdistribusi lognormal, *Electric motor* yang berdistribusi *Weibull* menggunakan rumus sebagai berikut :

1. *Side shaft* (Distribusi Lognormal)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (s), dan parameter lokasi (t_{med})

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$= \frac{7 \cdot (1.42) - (2.72)(0)}{7 \cdot (4.33) - 7.45} = 0.43$$

$$a = \bar{y} - b(x) = 0 - 0.43(0.39) = -0.17$$

$$s = \frac{1}{b} = \frac{1}{0.43} = 2.32$$

$$t_{med} = e^{-sa}$$

$$= e^{-(2.32(-0.17))} = 2.718^{(0.39)} = 1.48 \text{ jam}$$

2. *Crank shaft* (Distribusi Lognormal)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (s), dan parameter lokasi (t_{med})

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$
$$= \frac{5 \cdot (3.05) - (0.58)(0)}{5 \cdot (6.91) - 0.33} = 0.45$$

$$a = \bar{y} - b(x) = 0 - 0.45(0.12) = -0.05$$

$$s = \frac{1}{b} = \frac{1}{0.45} = 2.22$$

$$t_{med} = e^{-sa}$$
$$= e^{-(2.22(-0.05))} = 2.718^{(0.11)} = 1.12 \text{ jam}$$

3. *Elektrik motor* (Distribusi Weibull)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (α), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$
$$= \frac{3 \cdot (-0.43) - (1.83)(-1.38)}{4 \cdot (1.31) - 3.34} = 11.24$$

$$\alpha = \bar{y} - b(x) = -0.46 - 11.24(0.61) = -7.65$$

$$\alpha = b = 11.24$$

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

$$= e^{-\left(\frac{7.65}{11.24}\right)} = 2.718^{(0.68)} = 1.79 \text{ jam}$$

4.3.10. Perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada komponen *side shaft*, *Crank shaft*, dan *Electric motor* sesuai dengan distribusi masing-masing dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. *Side shaft*

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \\ &= 350.5 \Gamma \left(1 + \frac{1}{0.93}\right) \\ &= 350.5(1.03650) = 363.29 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{MTTR} = t_{med} \times e^{s^2/2} = 1.48 \times 2.718^{2 \cdot 32^2/2} = 21.80 \text{ jam}$$

2. *Crank shaft*

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \\ &= 473.13 \Gamma \left(1 + \frac{1}{1.89}\right) \\ &= 473.13(0.88757) = 419.94 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{MTTR} = t_{med} \times e^{s^2/2} = 1.12 \times 2.718^{2 \cdot 22^2/2} = 13.10 \text{ jam}$$

3. *Electric motor*

$$\text{MTTF} = t_{med} \times e^{s^2/2} = 450.05 \times 2.718^{0.2^2/2} = 459.05 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \\
 &= 1,79 \Gamma \left(1 + \frac{1}{-7,65} \right) \\
 &= 1,79(0,93) = 1,66 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4.3.11. Perhitungan *Reliability* Komponen

Perhitungan keandalan dilakukan untuk mengetahui probabilitas kinerja dari sistem/alat untuk memenuhi fungsi yang diharapkan, berikut perhitungan keandalan komponen.

1. *Side shaft*

Diketahui :

$$e = 2,718$$

$$t = 363$$

$$\mu = 0,93$$

$$\beta = 5,84$$

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e - \left(\frac{t}{\mu} \right)^\beta \\
 &= 2,718 - \left(\frac{363}{0,93} \right)^{5,84} = 1,35
 \end{aligned}$$

2. *Crank shaft*

Diketahui :

$$e = 2,718$$

$$t = 420$$

$$\mu = 1,89$$

$$\beta = 7,88$$

$$\begin{aligned}
 R(t) &= e - \left(\frac{t}{\mu} \right)^\beta \\
 &= 2,718 - \left(\frac{420}{1,89} \right)^{7,88} = 0,38
 \end{aligned}$$

3. *Electric motor*

Diketahui :

$$t = 459$$

$$s = 0.2$$

$$t_{med} = 450$$

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

$$= 1 - \phi \left[\frac{1}{0.2} \ln \left(\frac{459}{450} \right) \right]$$

$$= 1 - \phi[0.095]$$

$$= 1 - 0.54 = 0.46$$

Diketahui *Reliability* komponen untuk *side shaft* dengan $t = 363$ adalah 1.34 atau sebesar 13.4%, untuk komponen *Cranks shaft* dengan $t = 420$ adalah 0.38 atau sebesar 38%, dan untuk komponen *Electric motor* dengan $t = 459$ adalah 0.46 atau sebesar 46%.

4.3.12. Penentuan Interval Perawatan Komponen

Untuk menentukan interval waktu perawatan komponen berdasarkan waktu produksi yang ada dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini :

1. *Side shaft*

a. Rata-rata jam kerja perbulan

$$\text{Hari kerja perbulan} = 26 \text{ hari}$$

$$\text{Jam kerja tiap hari} = 7 \frac{1}{2} \text{ jam}$$

$$\text{Rata-rata jam kerja perbulan} = 26 \times 7 \frac{1}{2} = 187.2 \text{ jam}$$

b. Jumlah kerusakan

$$\text{Jumlah kerusakan selama 2 tahun} = 7 \text{ kali}$$

c. Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam per bulan}} = \frac{21.80}{187.2} = 0.12$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0.12} = 8.33$$

- d. Waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 45 menit = 0.75 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{0.75}{187.2} = 0.004$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0.004} = 250$$

- e. Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24} = \frac{7}{24} = 0.292$$

- f. Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0.292 \times 250}{8.33}} = 2.96$$

- g. Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja perbulan}}{n} = \frac{187.2}{2.96} = 63 \text{ jam}$$

2. Crank shaft

- a. Rata-rata jam kerja perbulan

Hari kerja perbulan = 26 hari

Jam kerja tiap hari = 7 ½ jam

Rata-rata jam kerja perbulan = 26 x 7 ½ = 187.2 jam

b. Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama 2 tahun = 5 kali

c. Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam per bulan}} = \frac{13.10}{187.2} = 0.07$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0.07} = 14.28$$

d. Waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 30 menit = 0.30 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{0.50}{187.2} = 0.003$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0.003} = 370$$

e. Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24} = \frac{5}{24} = 0.208$$

f. Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0.208 \times 370}{14.28}} = 2.32$$

g. Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja perbulan}}{n} = \frac{187.2}{2.32} = 81 \text{ jam}$$

3. *Electric motor*

a. Rata-rata jam kerja perbulan

Hari kerja perbulan = 26 hari

Jam kerja tiap hari = $7 \frac{1}{2}$ jam

Rata-rata jam kerja perbulan = $26 \times 7 \frac{1}{2} = 187.2$ jam

b. Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama 2 tahun = 2 kali

c. Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam per bulan}} = \frac{1.66}{187.2} = 0.008$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0.008} = 125$$

d. Waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 50 menit = 0.83 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} = \frac{0.83}{187.2} = 0.004$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0.004} = 250$$

e. Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24} = \frac{3}{24} = 0.125$$

f. Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0.125 \times 250}{125}} = 0.50$$

g. Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja perbulan}}{n} = \frac{187.2}{0.50} = 374 \text{ jam}$$

4.3.13. Analisa dan pembahasan

Dari semua hasil perhitungan menggunakan tabel *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA) untuk menentukan komponen kritis dari mesin paku A503 diperoleh 3 komponen kritis yaitu *Side shaft* (stang metal) dengan RPN 788, *Crank shaft* (metal jalan) dengan RPN 541, dan *Electric motor* dengan RPN 280.

Berdasarkan RCM II *decision worksheet* diperoleh bahwa tindakan yang perlu dilakukan untuk setiap komponen yang sering mengalami kerusakan dapat dilihat pada tabel 4.22. menunjukkan kegiatan perawatan yang disarankan dan interval perawatan yang optimal.

Tabel 4.25. Hasil perhitungan perawatan dan Interval perawatan yang optimal.

	Komponen Kritis	Jenis Kerusakan	Kegiatan Perawatan	Interval Perawatan(jam)
Mesin Paku MTG C	<i>Side shaft</i>	Sambungan stang metal rusak	<i>Schedule Discard Task</i>	63
		Eban wire feeder aus	<i>Schedule Restoration</i>	
		Sayap metal longgar	<i>Schedule restoration Task</i>	
	<i>Crank Shaft</i>	<i>Bearing</i> longgar	<i>Schedule Discard Task</i>	81
		Sambungan lengan patah	<i>Schedule Discard Task</i>	
		Pelumas bearing habis	<i>Schedule Restoration Task</i>	
	<i>Electric motor</i>	Panas atau overheating	<i>Schedule Restoration</i>	374

1. Pada komponen *Side shaft* (stang metal) dengan interval perawatan 63 jam dilakukan tindakan *scheduled restoration task* yang mana pada komponen tersebut membutuhkan tindakan perawatan secara terjadwai untuk dapat mengurangi kemacetan produksi.

2. Pada komponen *Crank shaft* (metal jalan) dengan interval perawatan 81 jam dilakukan tindakan *scheduled discard task* yang mana pada komponen tersebut membutuhkan tindakan pengecekan untuk pergantian komponen yang sesuai dengan masa usia pakai komponen untuk tetap dapat mengontrol proses produksi secara optimal.
3. Pada komponen *Electric motor* dengan interval waktu perawatan 374 jam perlu adanya tindakan *scheduled restoration task* guna mengurangi gangguan-gangguan yang menghambat pelaksanaan produksi. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas untuk meningkatkan hasil produksi paku.

3.3.14. Sistem Perawatan dan Perbaikan Mesin Paku Dipabrik

PT. Intan Suar Kartika tidak memiliki sistem maintenance yang khusus dalam memperbaiki dan merawat mesin paku. PT. Intan Suar Kartika masih menggunakan sistem *maintenance* perawatan dan perbaikan secara manual seperti :

1. Perbaikan
 - a. Mencatat tanggal dan jam kerusakan pada bagian-bagian mesin yang cukup fatal seperti *Side Shaft*, *Crank shaft*, dan *Electro motor*. Kerusakan yang terjadi cukup memakan waktu yang lama 1 sampai 2 hari untuk memperbaikinya sesuai kondisi kerusakan yang berdampak ke hasil produksi.
 - b. Sedangkan untuk bagian-bagian mesin yang kerusakannya intens terjadi tidak dicatat dibuku kerusakan, seperti martil/palu, baut, dan cutter paku, yang hanya memakan waktu 30 menit sampai 60 menit untuk memperbaikinya.
2. Perawatan

Perawatan yang dilakukan oleh PT. Intan Suar Kartika hanya sebatas perawatan sehari-hari sebelum mesin dioperasikan, seperti melumasi dengan oli dan membersihkan dengan minyak(solar), serta mesin perlu dipisot dengan minyak gemuk agar mesin terawat dan mengurangi terjadinya kerusakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini penulis memberikan penjelasan tentang kesimpulan dan saran dari hasil perhitungan interval waktu *preventive maintenance*. Berikut penjelasannya.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari pengumpulan, pengolahan, dan analisa data yang ada pada bab sebelumnya. Maka didapatkan hasil kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Interval perawatan berdasarkan *RCM II Decision Worksheet* untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial diantaranya adalah komponen *Side shaft* dengan interval perawatan selama 63 jam dan mengalami *breakdown* sebanyak 7 kali dalam 2 tahun, komponen *Crank shaft* dengan interval perawatan selama 81 jam dan mengalami *breakdown* sebanyak 5 kali dalam 2 tahun, dan komponen *Electric motor* dengan interval perawatan selama 374 jam dan mengalami *breakdown* sebanyak 3 kali dalam 2 tahun.
2. Kegiatan yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada mesin paku untuk komponen *side shaft* dengan jenis kerusakan sambungan stang metal patah perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled discard task*, untuk jenis kerusakan beban *wire feeder aus* perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled restoration task*, jenis kerusakan sayap metal longgar perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled restoration task*. Untuk komponen *crank shaft* dengan jenis kerusakan *bearing* longgar perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled discard task*, untuk jenis kerusakan sambungan lengan patah perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled discard task*, jenis kerusakan pelumas *bearing* habis perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled restoration task*. Untuk komponen *electric motor* dengan jenis

kerusakan panas atau *overheating* perlu adanya kegiatan perawatan dengan *scheduled restoration task*.

3. Sistem perawatan dan perbaikan yang digunakan oleh PT. Intan Suar Kartika tidak efektif dalam menangani kerusakan dan perbaikan mesinnya, perusahaan tidak mencatat seluruh kerusakan yang terjadi pada mesin paku MTG C mau itu kerusakan yang fatal atau bahkan kerusakan yang intens terjadi.

5.2. Saran

Ada beberapa saran yang diberikan kepada perusahaan adalah :

1. Pihak perusahaan disarankan mendata atau mengakses secara lengkap seluruh kerusakan yang terjadi pada mesin paku MTG C sehingga dapat dibuatkan program tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan dengan tepat.
2. Untuk komponen yang masih mengalami *breakdown maintenance*, disarankan agar melakukan tindakan perawatan pencegahan secara intensif untuk menghindari terjadinya kerusakan yang dapat mempengaruhi berhentinya proses produksi.
3. Disarankan PT. Intan Suar Kartika membentuk atau membuat kembali unit kualitas diperusahaan tersebut, agar dapat mengontrol hasil kualitas produksi yang dihasilkan oleh PT. Intan Suar Kartika sehingga mampu bersaing didunia industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Rahadian Fachrur1*, P. D. (2017). Perbaikan Kualitas Wire Rod Steel Di PT. Krakatau Steel (persero) Tbk. Cilegon. *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis* Vol. 4 No. 1 Tahun 2017, 4, 210-223.
- Ahmad Muhsin, I. S. (2018). ANALISIS KEHANDDALAN DAN LAJU KERUSAKAN. *Jurnal OPSI Vol 11 No.1 Juni 2018, 11, 28-34.*
- Assauri, s. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi. Edisi revisi 2008.* Jakarta: Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.
- Ayunisa Rachman, H. A. (April 2016). PERBAIKAN KUALITAS PRODUK UBIN SEMEN MENGGUNAKAN METODE. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 24-35.*
- Diana Puspita Sari*), M. F. (2016). EVALUASI MANAJEMEN PERAWATAN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II PADA MESIN BLOWING I DI PLANT I PT. PISMA PUTRA TEXTILE. *Jurnal Teknik Industri, Vol. XI, No. 2, Mei 2016, 11, 73-80.*
- Ian Ivan Langi1, F. (2017). PENJADWALAN PERAWATAN MESIN PAKU DI PT. PRIMA WARU INDUSTRI. *Jurnal Titra, Vol. 5, No. 2, Juli 2017, 5, 293-298.*
- Irawan Harnadi Bangun1), A. R. (2013). PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II PADA MESIN BLOWING OM. *Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya, 997-1008.*
- PT. INTAN SUAR KARTIKA. Profil Perusahaan.

