

**USULAN TINDAKAN PERAWATAN MESIN *OVERLOCK* PADA DIVISI *SEWING*
DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DAN
AGE REPLACEMENT
(STUDI KASUS : UD HASBY GARMENT PONOROGO)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Hanura Dewi Widya Shinta

No. Mahasiswa : 16 522 014

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, kecuali yang secara tertulis diacu dalam tugas akhir ini dan ringkasan yang disebutkan sebagai referensi telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia menerima hukuman atau sanksi yang sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 02 November 2020



Hanura Dewi Widya Shinta

No. Mahasiswa : 16522014

SURAT KETERANGAN PENELITIAN



Jl. Mlarak-Pulung, No. 32,
Ds. Mlarak, Kec. Mlarak, Kab.
Ponorogo.

Telp. : 085231598646.

[http : www.kaoshasby.com](http://www.kaoshasby.com)

SURAT KETERANGAN

Nomor : 02/IV/2020/SK

Sehubungan dengan surat dari Perguruan Tinggi Universitas Islam Indonesia-Yogyakarta, Perihal :Izin Mengadakan Penelitian, maka Direktur UD. Hasby dengan ini menerangkan nama mahasiswi di bawah ini :

Nama : Hanura Dewi Widya Shinta
NIM : 16522014
Fakultas : Teknologi Industri
Prodi : Teknik Industri
Jenjang : S1

Benar telah mengadakan penelitian di UD. Hasby dari Tanggal 10 Maret 2020 – 10 April 2020 (1 Bulan) guna melengkapi data pada penyusunan Skripsi yang berjudul : **“Usulan Tindakan Perawatan Mesin *Overlock* Pada Divisi Sewing Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Dan *Age Replacement*”**.

Demikian Surat Keterangan diperbuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Ponorogo, 13 April 2020

Mengetahui,

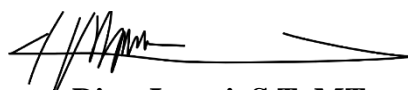
Muhammad Hasby Ashshiddiqy

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**USULAN TINDAKAN PERAWATAN MESIN *OVERLOCK* PADA DIVISI *SEWING*
DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DAN
AGE REPLACEMENT
(STUDI KASUS : UD HASBY GARMENT PONOROGO)**

TUGAS AKHIR




Dian Janari. S.T. MT.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**USULAN TINDAKAN PERAWATAN MESIN *OVERLOCK* PADA DIVISI *SEWING*
DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DAN
AGE REPLACEMENT
(STUDI KASUS : UD HASBY GARMENT PONOROGO)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Hanura Dewi Widya Shinta

No. Mahasiswa : 16 522 014

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 30 November 2020

Tim Penguji,

Dian Janari, S.T., M.T.

Ketua

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

Anggota 1

Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.

Anggota 2



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Penulis persembahkan penelitian ini,

Penelitian ini dengan ikhlas penulis susun sebagai bakti kepada kedua orang tua. Untuk Almarhum Papah (Teguh Widodo Slamet) dan Almarhumah Mamah (Aji Zainar Rachmawati) yang sedari dulu memberikan arahan, motivasi serta do'a yang selalu menyertai di setiap langkah penulis yang terkenang hingga saat ini.

Teruntuk saudaraku (Muhammad Haris Wibowo) dan istri-nya (Kholifaturrosyidah Fitria) yang selalu peduli dan memberikan semangat dukungan untuk penulis dalam menyelesaikan penulisan.

Untuk sahabat – sahabat dan orang spesial dalam hidup penulis, yang selalu ada dalam setiap kondisi dan menantikan kabar bahagia dari penulis.

Sepenggal penulisan ini penulis sampaikan yang mungkin tidak akan dapat menggantikan segala pengorbanan yang telah diberikan, namun penulisan ini terniatkan sebagai salah satu langkah bukti penulis, teruntuk yang berarti.

Do'a untuk setiap pembaca penelitian ini,

Semoga penelitian ini memberikan kebermanfaatan bagi umat.

Aamiin.

HALAMAN MOTTO

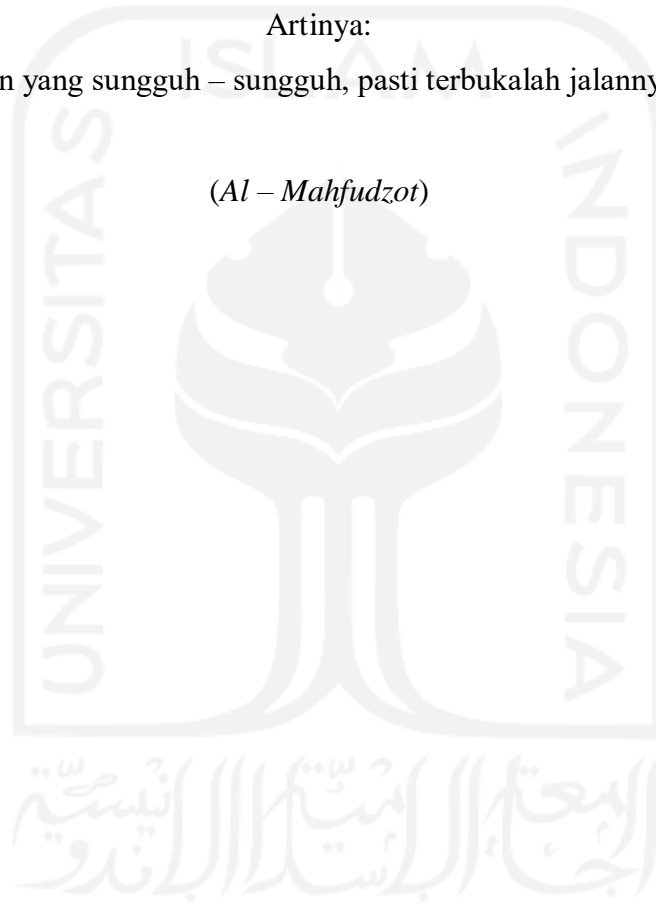
إذا صدق العزم وضح السبيل

“Idza shodaqol ‘azmu wadhohas sabil”

Artinya:

“Jika ada kemauan yang sungguh – sungguh, pasti terbukalah jalannya (kesuksesan)”

(Al – Mahfudzot)



KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya.

Puji syukur penulis panjatkan atas segala rahmat, kesempatan dan dan kemampuan yang Allah SWT berikan kepada penulis sehingga tugas akhir yang berjudul “Usulan Tindakan Perawatan Mesin *Overlock* pada Divisi *Sewing* dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Age Replacement* (Studi Kasus : UD Hasby *Garment* Ponorogo)” dapat terselesaikan sesuai harapan penulis.

Penelitian ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis juga memberikan ucapan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung maupun tidak langsung, memberikan dukungan dan bimbingan dalam penulisan ini. Dengan segala hormat dan rasa terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Taufik Immawan, ST., M.T, selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dian Janari, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir di Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Thohir Fauzi, selaku Direktur Utama UD Hasby atas segala kesempatan yang telah diberikan kepada penulisan dalam melaksanakan penelitian di UD Hasby *Garment* Ponorogo.
5. Bapak Rohim dan Mas Riza, selaku karyawan UD Hasby yang telah membantu dalam mendapatkan data yang dibutuhkan.

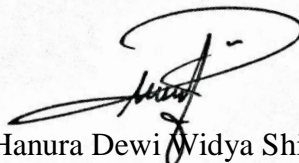
6. Orang tua dan saudara yang selalu mendukung, mengarahkan dan mendo'akan atas setiap langkah yang penulis lakukan.
7. Muhammad Hasby Ashshiddiqy, yang selalu memberikan semangat, motivasi, bantuan dan dorongan kepada penulis untuk selalu menyelesaikan penulisan secara tepat waktu dan menjadi pendengar yang baik.
8. Keluarga, teman – teman, dan keluarga besar Teknik Industri FTI UII.
9. Seluruh karyawan dan karyawan UD Hasby *Garment* Ponorogo, yang telah mendukung dan memberikan masukan selama pelaksanaan pengambilan data penelitian.
10. Kepada Elisa Nadia Arinta, selaku teman seperjuangan tugas akhir yang selalu membantu penulis sehingga penulisan ini dapat terselesaikan.
11. Kepada semua sahabat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala do'a dan dukungan kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan ini. Semoga penulisan tugas akhir ini dapat memberikan kebermanfaatan bagi semua pihak khususnya bagi dunia pendidikan. Penulis juga sangat mengharapkan kritik dan saran sehingga dapat dilakukan perbaikan demi kebermanfaatan tugas akhir ini dan selanjutnya.

Wassalamu,alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 02 November 2020

Penulis,



Hanura Dewi Widya Shinta

ABSTRAK

Usaha Dagang (UD) Hasby merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur, yaitu *garment*. Perusahaan menggunakan mesin dalam menghasilkan produk jadi seperti kaos, jaket, bendera, kemeja, dan produk lainnya. Pada proses produksinya, mesin - mesin sering mengalami kerusakan atau kegagalan akibat rendahnya kehandalan mesin maupun pekerja yang tersedia, sehingga akan mengakibatkan terjadinya *downtime* dan menghambat proses produksi. Untuk mengurangi kerusakan mesin dan *downtime* sehingga kehandalan mesin meningkat maka diperlukan suatu kegiatan perawatan untuk menjaga kondisi mesin tetap optimal. Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan dalam penelitian ini untuk menemukan komponen kritis dari suatu mesin kritis. Metode lain yang digunakan yaitu *Age Replacement* untuk menentukan interval penjadwalan penggantian dan pemeriksaan atau perawatan dari mesin kritis. Hasil yang diperoleh dari metode RCM secara kualitatif yaitu nilai RPN tertinggi sebesar 270. Hasil *Logic Tree Analysis* (LTA) terdapat 3 mode kegagalan berkatagori B dan 4 mode kegagalan dalam kategori C. Untuk *selection task* terdapat 5 termasuk golongan *condition directed* (CD) dan 2 termasuk golongan *finding failure* (FF). Hasil yang diperoleh dari metode RCM secara kuantitatif yaitu didapat mesin kritis adalah mesin *overlock* dengan komponen kritisnya adalah komponen dinamo. Dari hasil *Age Replacement* diperoleh interval penggantian komponen dinamo setiap 25000 menit atau 16 hari dan interval waktu pemeriksaan dilakukan selama selang waktu 144 jam atau 6 hari sekali.

Kata Kunci : *Sewing, Reliability Centered Maintenance, Age Replacement, Preventive Maintenance, Reliability.*

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	II
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	III
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	IV
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	V
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	VI
HALAMAN MOTTO.....	VII
KATA PENGANTAR.....	VIII
ABSTRAK.....	X
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR GAMBAR.....	XVII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.1 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Batasan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN LITERATUR	8
2.1 Kajian Induktif.....	8
2.2 Kajian Deduktif	16
2.2.1 Teori Perawatan (<i>Maintenance</i>)	16
2.2.2 Tujuan <i>Maintenance</i>	16
2.2.3 Jenis – Jenis <i>Maintenance</i>	17
2.2.4 Teori Downtime.....	18
2.2.5 Diagram Pareto	18
2.2.6 Reliability Centered Maintenance	19

2.2.7	Function Block Diagram (FBD)	21
2.2.8	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	21
2.2.9	Logic Tree Analysis (LTA)	27
2.2.10	Pemilihan Tindakan Perawatan (<i>Task Selection Road Map</i>)	29
2.2.11	Keandalan (<i>Reliability</i>)	31
2.2.12	Laju Kerusakan (<i>Failure Mode</i>)	31
2.2.13	Fungsi Distribusi Kerusakan	33
2.2.14	Distribusi Eksponensial	33
2.2.15	Distribusi Normal	34
2.2.16	Distribusi Lognormal	35
2.2.17	Distribusi Weibull	35
2.2.18	Age Replacement	36
BAB III METODE PENELITIAN		38
3.1	Objek Penelitian	38
3.2	Jenis Data Penelitian	38
3.2.1	Data Primer	38
3.2.2	Data Sekunder	39
3.3	Metode Pengumpulan Data	39
3.4	Metode Pengolahan Data	40
3.5	Diagram Alur Penelitian	49
3.6	Analisa Hasil	54
3.7	Kesimpulan dan Saran	54
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		55
4.1	Latar Belakang Perusahaan	55
4.1.1	Nama Perusahaan	55
4.1.2	Visi dan Misi	55
4.1.3	Sejarah Berdirinya Perusahaan	56
4.1.4	Budaya dan Motivasi Kerja Perusahaan	57
4.1.5	Struktur Organisasi	58
4.1.6	Lokasi	59
4.1.7	Waktu Kerja	60
4.2	Proses Produksi	61

4.3	Pengumpulan Data.....	65
4.3.1	Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Mesin Divisi <i>Sewing</i>	65
4.4	Pengolahan Data.....	95
4.4.1	Perawatan Reliability Centered Maintenance (RCM)	95
4.4.2	Penentuan Mesin Kritis	105
4.4.3	Penentuan Komponen Kritis	106
4.4.4	Penentuan Distribusi Data Waktu antar Kerusakan (<i>Time to Failure</i>).....	107
4.4.5	Penentuan Distribusi Data Waktu antar Perbaikan (<i>Time to Repair</i>)	117
4.4.6	Uji <i>Goodness of Fit</i> Data Kerusakan Komponen (<i>Time to Failure</i>)	126
4.4.7	Uji <i>Goodness of Fit</i> Data Perbaikan Komponen (<i>Time to Repair</i>).....	128
4.4.8	Parameter Distribusi Data Waktu antar Kerusakan (<i>Time to Failure</i>)	131
4.4.9	Parameter Distribusi Data Waktu antar Perbaikan (<i>Time to Repair</i>)	131
4.4.10	Penentuan Nilai Tengah Distribusi Data Waktu Kerusakan (<i>Mean Time To Failure</i>).....	131
4.4.11	Penentuan Nilai Tengah Distribusi Data Waktu Perbaikan (<i>Mean Time To Repair</i>).....	132
4.4.12	Perhitungan Interval Waktu Penggantian dengan Minimasi <i>Downtime</i>	132
4.4.13	Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan	134
4.4.14	Perbandingan <i>Reliability</i> Sesudah dan Sebelum Penentuan Interval Waktu Penggantian/Pencegahan Komponen.....	135
BAB V PEMBAHASAN.....		137
5.1	Analisis Perawatan Reliability Centered Maintenance	137
5.1.1	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	137
5.1.2	Kategori Komponen Berdasarkan <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA).....	137
5.1.3	Pemilihan Tindakan RCM (<i>Selection Task</i>).....	138
5.2	Analisis Penentuan Mesin dan Komponen Kritis.....	139
5.3	Analisis Pola Distribusi.....	140
5.4	Analisa Uji Kecocokan <i>Goodness of Fit</i>	141
5.5	Analisa Parameter Distribusi TTF dan MTTF	141
5.6	Analisa Parameter Distribusi TTR dan MTTR	142
5.7	Analisa Interval Waktu Penggantian dan Pemeriksaan Komponen	142
5.8	Analisa Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah Penggantian Komponen	143

BAB VI PENUTUP.....	144
6.1 Kesimpulan.....	144
6.2 Saran	145
DAFTAR PUSTAKA.....	146
LAMPIRAN.....	149



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya	10
Tabel 2.2 FMEA <i>Worksheet</i>	21
Tabel 2.3 Tingkat <i>Severity</i>	23
Tabel 2.4 Tingkat <i>Occurency</i>	25
Tabel 2.5 Tingkat <i>Detection</i>	26
Tabel 4.1 Data Waktu Kerusakan Mesin Divisi <i>Sewing</i>	65
Tabel 4.2 FMEA Mesin <i>Overlock</i>	97
Tabel 4.3 <i>Logic Tree Analysis</i>	101
Tabel 4.4 <i>Task Selection</i>	103
Tabel 4.5 Data <i>Downtime</i> Kumulatif Mesin Divisi <i>Sewing</i>	105
Tabel 4.6 Data <i>Downtime</i> Kumulatif Komponen Mesin <i>Overlock</i>	106
Tabel 4.7 <i>Time To Failure</i> Komponen Dinamo	108
Tabel 4.8 Distribusi Eksponensial.....	109
Tabel 4.9 Distribusi Normal	111
Tabel 4.10 Distribusi Log-Normal	113
Tabel 4.11 Distribusi Weibull.....	115
Tabel 4.12 <i>Index Of Fit Time To Failure</i>	116
Tabel 4.13 Data <i>Time To Repair</i>	117
Tabel 4.14 Distribusi Eksponensial.....	118
Tabel 4.15 Distribusi Normal.....	120
Tabel 4.16 Distribusi Log-Normal	122
Tabel 4.17 Distribusi Weibull.....	124
Tabel 4.18 <i>Index Of Fit Time To Repair</i>	125
Tabel 4.19 Uji <i>Goodness Of Fit Time To Failure</i>	126
Tabel 4.20 Uji <i>Goodness Of Fit Time To Repair</i>	129
Tabel 4.21 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen Dinamo	132
Tabel 4.22 Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah Penggantian Komponen.....	135

Tabel 5.1 Hasil Uji Pola Distribusi Waktu Antar Kerusakan	140
Tabel 5.2 Hasil Uji Pola Distribusi Waktu Perbaikan	140
Tabel 5.3 Nilai Parameter Distribusi TTF dan nilai MTTF.....	141
Tabel 5.4 Nilai Parameter Distribusi TTR dan nilai MTTR.....	142



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Design Functional Block Diagram</i>	21
Gambar 2.2 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i>	28
Gambar 2.3 <i>Road Map</i>	30
Gambar 2.4 <i>Bath Tub Curve</i>	32
Gambar 3.1 Alur Penelitian	50
Gambar 4.1 Logo UD Hasby	55
Gambar 4.2 2 Struktur Organisasi UD Hasby.....	59
Gambar 4.3 Lokasi UD Hasby di Ponorogo	60
Gambar 4.4 <i>Layout</i> UD Hasby.....	60
Gambar 4.5 Proses Produksi UD Hasby.....	62
Gambar 4.6 Mesin <i>Overlock</i>	63
Gambar 4.7 Mesin <i>Single Needle</i>	63
Gambar 4.8 <i>Double Needle</i>	63
Gambar 4.9 Mesin <i>Overdek</i>	64
Gambar 4.10 Mesin <i>Kansai</i>	64
Gambar 4.11 <i>Functional Block Diagram (FBD) Mesin Overlock</i>	96
Gambar 4.12 Diagram Pareto <i>Downtime</i> Mesin	106
Gambar 4.13 Diagram Pareto <i>Downtime</i> Komponen.....	107
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah Penggantian	136

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perekonomian dunia yang tidak stabil serta semakin tingginya tingkat persaingan dunia industri, maka suatu kesadaran bagi perusahaan untuk berusaha lebih dalam meningkatkan efisiensi sistem perusahaannya. Industri tekstil dan *garment* salah satunya, yang menghasilkan pakaian dimana industri ini menjadi salah satu segmen besar dan tercatat sebagai pertumbuhan produksi paling tinggi di antara sektor lainnya sepanjang tahun 2019.

Dalam industri tekstil dan produk tekstil (TPT) nasional, industri pakaian mencatatkan nilai ekspor yang paling besar. Sepanjang tahun 2018, industri pakaian mencatat nilai ekspor senilai US\$ 8,62 miliar dengan pertumbuhan sebesar 8,9% pertahun. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada 3 (tiga) bulan awal tahun 2019 produksi industri pakaian tumbuh sebesar 29,19% secara tahunan. Sementara secara sektor tumbuh sebesar 8,79%, kedua tertinggi setelah industri furnitur. Berdasarkan hal ini menuntut perusahaan untuk lebih memperhatikan kesempatan peluang bisnis dipasar agar mencapai hasil maksimal (Kemenperin.go.id., 2019).

Proses produksi merupakan hal penting bagi perusahaan karena berkaitan dengan proses bahan baku menjadi barang atau produk jadi. Dalam industri manufaktur, perusahaan membutuhkan mesin, peralatan, transportasi, gudang, dan tenaga kerja atau karyawan. Mesin merupakan salah satu alat yang mempunyai peranan penting dalam produksi. Hal itu menyebabkan mesin digunakan secara terus menerus dan memungkinkan terjadinya penurunan performansi hingga dapat menyebabkan kerusakan apabila tidak dilakukan perawatan tertentu. Menurut (Malik, 2013) ada dua kerugian yang terjadi apabila mesin mengalami kerusakan. Kerugian yang pertama yaitu perusahaan akan mengalami penurunan keuntungan karena tidak terpenuhinya pesanan konsumen, dan yang kedua akan meningkatkan total biaya produksi karena adanya tambahan biaya perbaikan. Oleh karena

itu, diperlukan suatu tindakan perawatan (*maintenance*) dalam proses produksi di suatu perusahaan.

Perawatan mesin berperan penting dalam mengoptimalkan pengoperasian sistem perusahaan. Dalam kegiatan produksi, masalah pada mesin yang dikarenakan *maintenance* yang kurang akan berdampak ke banyak hal, mulai dari kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba, terhentinya kegiatan produksi, adanya keterlambatan produksi dan keterlambatan pengiriman kepada *customer*. Dalam hal ini dilakukan suatu pemeliharaan dengan perbaikan maupun pergantian serta pemeriksaan yang dapat meminimalkan biaya dan kerugian apabila terjadi kerusakan mesin. Perawatan sendiri terbagi menjadi beberapa golongan tergantung dasar yang diterapkan. Perawatan yang tidak sesuai dengan kebutuhan atau keadaan perusahaan atau kerusakan yang terjadi akan menyebabkan kerugian yang besar bagi perusahaan, baik hanya untuk biaya perbaikan maupun sampai pergantian karena kerusakan yang sudah tidak dapat diperbaiki atau mesin tidak dapat lagi digunakan.

Beberapa perusahaan industri *garment*, seperti PT *Star Fashion* Ungaran pada lantai produksi khususnya bagian jahit, ditemukan adanya aktivitas yang tidak efisien diikuti dengan kualitas hasil proses yang tidak sesuai dan diketahui bahwa efisiensi proses produksinya hanya sebesar 65%. Berdasarkan hasil identifikasi lini produksi, dapat disimpulkan bahwa terdapat masalah pemborosan diantaranya ditemukan produk cacat karena pengaruh dari mesin yang tidak berfungsi dengan baik.

Reliability Centred Maintenance (RCM) merupakan suatu landasan perawatan mesin. RCM merupakan kegiatan yang digunakan dalam menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa aset fisik perusahaan dalam produksi berjalan dengan baik. RCM akan mengarah pada pemeliharaan yang bersifat *preventive* terhadap kerusakan yang spesifik dalam proses produksi. Selain RCM, metode lain yang dapat digunakan dalam perawatan adalah *Age Replacement*.

Age Replacement merupakan metode untuk menentukan penjadwalan penggantian komponen berdasarkan interval waktu kerusakan yang memperhatikan umur pakai dari komponen tersebut dengan kriteria minimasi *downtime*. Metode ini dapat menghindari pergantian komponen baru yang relatif cepat dari waktu pergantian sebelumnya sehingga dapat meminimasi biaya.

Terdapat beberapa penelitian dengan menggunakan metode yang serupa, diantaranya (Denur, 2017.) yang melakukan penelitian berjudul *Reliability Centered Maintenance*

(RCM) pada mesin *Ripple Mill* di perusahaan PT. Perkebunan Nusantara V. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi FMEA dan LTA serta menghitung *failure rate* mesin *Ripple Mill*. Dengan menerapkan metode RCM mendapatkan hasil 2 mesin kritis dengan 17 Failure mode yang menyebabkan terjadinya kerusakan fungsi mesin. Pada step LTA, *failure mode* dengan kategori C yang mempunyai nilai signifikan lebih banyak daripada kategori lain. Untuk perlakuan kebijakan perawatan, peneliti menggunakan nilai Betha yang apabila nilai kurang dari 1, pemeliharaan yang dilakukan yaitu *Predictive Maintenance*.

Penelitian lain oleh (Maulana, 2017) dengan judul “Usulan Perencanaan Perawatan Mesin *Coldsaw* dengan metode *reliability centered maintenance* dan *reliability block diagram*” memperoleh hasil komponen kritis pada mesin *coldsaw* yaitu komponen *plate sliding*, komponen *translation*, komponen *roll table*, dan komponen *stopper v-belt*. Kebijakan yang diambil untuk perawatan mesin *Coldsaw* yaitu *Scheduled on-task* dan penerapan *preventivemaintenance* untuk masing – masing komponen; *Initial interval* komponen *Plate sliding* setiap 60 hari, komponen *Translation* setiap 20 hari, komponen *Roll table* setiap 17 hari, komponen *Stopper* setiap 9 hari, dan komponen *V-Belt* setiap 100 hari.

(Amalia, 2017) juga melakukan serupa dengan judul Perencanaan Kegiatan Perawatan dengan Metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance*) dan Penentuan Persediaan Suku Cadang Pada Boiler Perusahaan Rokok, didapatkan hasil dalam FMEA menunjukkan ada 3 komponen yang memiliki nilai RPN tinggi. Berdasarkan Perhitungan EOQ terdapat 7 komponen yang dapat dihitung persediaan suku cadangnya dalam jangka waktu satu tahun, yaitu komponen *Demister Chimney*, *Check valve Boiler Feed Water Pump*, *SealBoiler Feed Water Pump*, *Filter Gas*, *Valve air*, *Gas*, dan *Sensor level air*.

(Rasindyo, 2015) didalam penelitiannya yang berjudul Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincin mati di PT. Dirgantara Indonesia dengan Menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk menyelesaikan permasalahan mesin cincin mati yang dalam kurun waktu 3 tahun terdapat 550 kasus kerusakan sehingga menyebabkan perusahaan mengeluarkan *maintenance cost* yang sangat tinggi. Pada total *maintenance cost* yang ada, 58% diakibatkan oleh dua komponen yaitu pada *axis* dan *spindle*. Setelah dilakukan perbandingan kebijakan perawatan yang berlaku di perusahaan PT. Dirgantara Indonesia dengan metode RCM, terdapat perlakuan atau *task* yang sangat jelas. Perusahaan ini menetapkan perawatan mesin berdasarkan periodik yaitu pada jam ke 2000 dan ke-4000 yang dinilai belum efektif dalam pencegahan kerusakan. Sehingga, penulis mengusulkan

pengecekan secara berkala yaitu maksimal 3 bulan sekali. Penentuan pengecekan belum berdasarkan perhitungan tetapi masih subjektif.

Selanjutnya (Ardhikayana, 2015) dengan judul analisa perawatan pada komponen kritis pembersih botol 5 galon PT X menyelesaikan masalah perawatan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Hasil dari penelitian ini yaitu penjadwalan interval penggantian pencegahan dengan total *downtime* minimal sehingga dapat mereduksi biaya-biaya yang terjadi dan membandingkan *reliability* sebelum dan sesudah dilakukannya perawatan dengan RCM.

UD Hasby adalah salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang *garment*. UD Hasby melakukan produksi berdasarkan sistem MTO (*make to order*) maupun produksi produk atau *brand* dari perusahaan sendiri. Perusahaan ini masih tergolong baru dalam penerapan sistem manajemen, terutama dalam hal manajemen perawatan.

Dalam kegiatan produksinya, UD Hasby seringkali mengalami kerusakan mesin dengan jumlah rata – rata sebanyak 107 kerusakan terjadi setiap bulannya yang dapat menghambat proses produksi. Kendala tersebut dapat mengganggu target produksi yang telah ditetapkan baik dari perusahaan maupun dari permintaan *customer*, terutama jika adanya kerusakan komponen dari mesin tersebut yang terlampau sering terjadi. Selain sering terjadinya kerusakan, faktor lain yang menyebabkan penanganan mesin tergolong lambat dalam hal perawatan juga di pengaruhi oleh sumber daya manusia (SDM)-nya yang belum memadai, baik dari segi jumlah SDM, sistem perencanaan perawatannya maupun masih kurangnya pemahaman tentang prosedur perawatan yang dilakukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut pada penelitian ini akan menerapkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang diharapkan mampu membantu perusahaan dalam mencegah terjadinya kegagalan mesin serta menunjukkan akibat dan penyebab kegagalan tersebut. Dalam penelitian ini metode RCM akan dikombinasikan dengan metode *Age Replacement* yang akan menghasilkan interval waktu penggantian komponen kritis untuk meminimalkan *downtime* yang terjadi saat mesin beroperasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dilatar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dalam perancangan kegiatan perawatan untuk menurunkan tingkat *downtime* mesin serta menunjukkan komponen apa yang tergolong kritis?
2. Seberapa besar interval waktu penggantian pencegahan dan interval waktu pemeriksaan pada komponen kritis?

1.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian berdasarkan rumusan masalah dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengetahui komponen kritis pada mesin *overlock* serta mendapatkan sistem perawatan yang efektif dan efisien dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).
2. Menentukan interval waktu penggantian, pencegahan dan pemeriksaan komponen kritis dengan menggunakan metode *Age Replacement*.

1.3 Batasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini memerlukan ruang lingkup dan fokus kajian yang terarah. Penelitian ini diberikan batasan agar dapat terfokus dan menghasilkan penelitian terbaik. Batasan masalah yang dibuat sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di UD Hasby dan tidak membandingkan di perusahaan lain atau diluar ruang lingkup yang telah ditentukan.
2. Mesin dan komponen yang menjadi objek penelitian adalah mesin dan komponen paling sering mengalami kerusakan (kritis) berdasarkan ketersediaan data.
3. Penelitian menggunakan data kerusakan mesin dan perbaikan mesin dalam periode 1 (satu) tahun terhitung dari bulan Maret 2019 sampai dengan Februari 2020.
4. Tidak mempertimbangkan aspek biaya dalam menentukan mesin dan komponen yang akan dilakukan tindakan perawatan pencegahan..

1.4 Manfaat Penelitian

Terkait dengan penulisan tugas akhir ini, tertulis manfaat yang diharapkan dapat di terima berbagai pihak yang bersangkutan, antara lain:

1. Bagi Universitas
Sebagai referensi ilmu pengetahuan dan bahan studi dan bahan pertimbangan dalam melakukan penelitian selanjutnya, khususnya dalam hal perawatan mesin.
2. Bagi Perusahaan
Memberikan informasi dan masukan sebagai pertimbangan bagi perusahaan dalam merencanakan dan melakukan kebijakan perawatan.
3. Bagi Keilmuan
Hasil penelitian ini sebagai tambahan penerapan teori maupun terapan dari keilmuan yang diharapkan dapat menambah referensi serta memberikan manfaat.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan dibuat untuk membantu memberikan gambaran secara umum tentang penelitian yang akan dilakukan. Secara garis besar sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan secara singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan TA.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab kedua ini memuat kajian literatur deduktif dan induktif yang dapat membuktikan bahwa topik TA yang diangkat memenuhi syarat serta kriteria yang telah dijelaskan di atas.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat obyek penelitian, data yang digunakan serta tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas. Metode ini dapat meliputi metode pengumpulan data, alat bantu analisis , jenis dan sumber data, metode analisis data, dan bagan alir untuk menentukan urutan langkah

yang telah ditetapkan tersebut merupakan suatu kerangka yang dijadikan pedoman dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

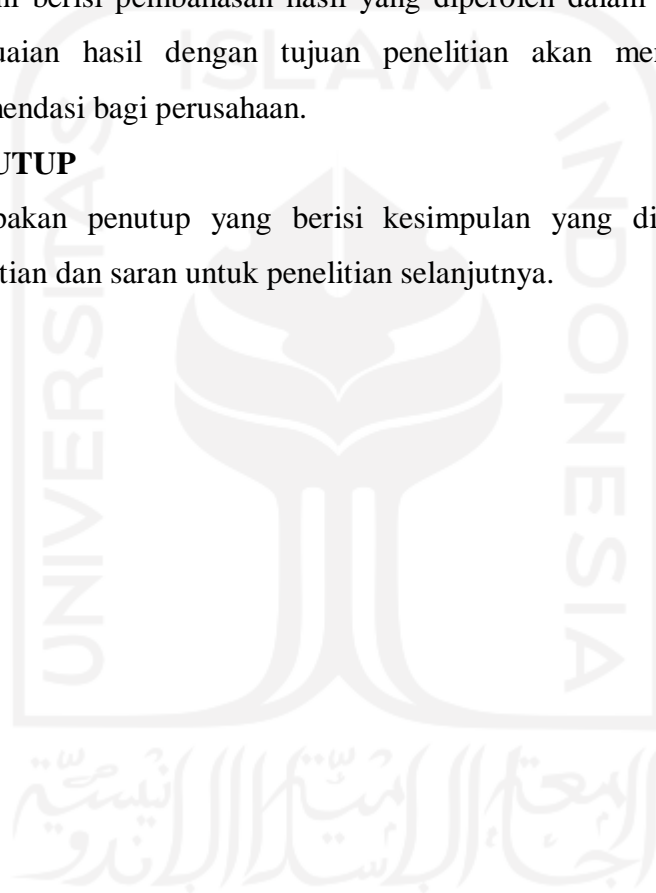
Berisikan pengambilan dan pengolahan data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisis data tersebut, termasuk gambar dan grafik yang diperoleh

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian di mana kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian akan menghasilkan sebuah rekomendasi bagi perusahaan.

BAB VI PENUTUP

Merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Kajian Induktif dalam penulisan ini untuk menjelaskan beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, seperti (Ardhikayana, 2015) melakukan penelitian dengan judul analisa perawatan pada komponen kritis pembersih botol 5 galon PT X menyelesaikan masalah perawatan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Hasil dari penelitian ini yaitu penjadwalan interval penggantian pencegahan dengan total *downtime* minimal sehingga dapat mereduksi biaya-biaya yang terjadi dan membandingkan *reliability* sebelum dan sesudah dilakukannya perawatan dengan RCM.

(Rasindyo, 2015) didalam penelitiannya yang berjudul Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincin mati di PT. Dirgantara Indonesia dengan Menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk menyelesaikan permasalahan mesin cincin mati yang dalam kurun waktu 3 tahun terdapat 550 kasus kerusakan sehingga menyebabkan perusahaan mengeluarkan *maintenance cost* yang sangat tinggi. Pada total *maintenance cost* yang ada, 58% diakibatkan oleh dua komponen yaitu pada *axis* dan *spindle*. Setelah dilakukan perbandingan kebijakan perawatan yang berlaku di perusahaan PT. Dirgantara Indonesia dengan metode RCM, terdapat perlakuan atau *task* yang sangat jelas. Perusahaan ini menetapkan perawatan mesin berdasarkan periodik yaitu pada jam ke 2000 dan ke-4000 yang dinilai belum efektif dalam pencegahan kerusakan. Sehingga, penulis mengusulkan pengecekan secara berkala yaitu maksimal 3 bulan sekali. Penentuan pengecekan belum berdasarkan perhitungan tetapi masih secara subjektif.

(Denur, 2017.) melakukan penelitian yang berjudul *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada mesin *Ripple Mill* di perusahaan PT. Perkebunan Nusantara V. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi FMEA dan LTA serta menghitung *failure rate* mesin *Ripple Mill*. Dengan menerapkan metode RCM mendapatkan hasil 2 mesin

kritis dengan 17 *failure mode* yang menyebabkan terjadinya kerusakan fungsi mesin. Pada step LTA, *failure mode* dengan kategori C yang mempunyai nilai signifikan lebih banyak daripada kategori lain. Untuk perlakuan kebijakan perawatan, peneliti menggunakan nilai Beta yang apabila nilai kurang dari 1, pemeliharaan yang dilakukan yaitu *Predictive Maintenance*.

Berbagai studi terdahulu mengenai perawatan mesin secara *preventive maintenance* pada perusahaan PLTU juga telah dilakukan pada beberapa peneliti salah satunya yaitu (Rachman, 2017) dengan judul usulan perawatan sistem *boiler* dengan metode RCM menemukan permasalahan didalam perusahaan yang bergerak didalam produksi listrik tenaga uap yaitu sering terjadinya kegagalan mesin *boiler* sehingga dapat mengganggu pemenuhan keinginan konsumen. Komponen kritis yang didapatkan dari perhitungan FMEA yaitu komponen *gland seal steam* dan *check valve* dengan memiliki *Risk Priority Number* (RPN) terbesar sehingga dibutuhkan perlakuan dan perhatian khusus terhadap komponen kritis tersebut. Hasil *task selection* dan *logic tree analysis* (LTA) dari perawatan RCM terdapat satu komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan CD (*condition directed*), yaitu *El Bow*, dan 2 komponen kritis yang direncanakan dengan perawatan TD (*time directed*) yaitu *gland seal steam* dan *check valve*. Hasil dari RCM juga termasuk penjadwalan Interval penggantian optimum komponen dengan pendekatan *Total Minimum Downtime*.

(Taufik & Septyani, 2015) juga membahas mengenai perawatan mesin dengan judul penentuan interval perawatan komponen kritis pada mesin turbin di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin dengan menentukan interval waktu menggunakan metode *age replacement*. Dalam penentuan mesin kritis, peneliti menggunakan metode ABC Analisis dan diagram pareto. Data downtime yang ada, dihitung dengan distribusi yang terpilih sehingga menghasilkan nilai MTTF dan MTTR. Penggantian komponen untuk membran turbin adalah selama 3000 jam setelah mesin beroperasi. *Availability* mesin menghasilkan 95% setelah dilakukannya *preventive maintenance*.

Dalam penelitian yang dilakukan (Ekawati, 2016) dengan judul jadwal perawatan *preventive* pada mesin dyeing di PT Nobel Industries juga menggunakan metode *Age replacement* dalam menentukan interval waktu penggantian pencegahan secara *preventive maintenance*. Metode dan tahapan langkah yang digunakan sama dengan peneliti Taufik & Septyani. Perbedaan yang terdapat dalam penelitian ini yaitu lokasi,

serta penerapan metode *age replacement* didasarkan pada *minimasi cost* untuk menentukan interval penggantian komponen mesin kritis .

Pendekatan lain yang digunakan dalam *preventive maintenance* yaitu dengan *Total Productive Maintenance* (TPM) yang dilakukan oleh peneliti (Sanjaya, 2016.) dengan judul analisis perawatan mesin press 80 ton untuk lini P3C033&4. Metode TPM digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi perusahaan dengan mengoptimalkan penggunaan mesin secara efektif. Pada kasus ini didapatkan nilai OEE yang tidak memenuhi target yaitu sebesar 50,57% dengan target standrat internasional sebesar 85%. Untuk mengetahui permasalahan nilai OEE yang tidak sesuai target yaitu menggunakan *six big losses* yang ditemukan akar permasalahan yaitu lamanya waktu *loss time die*. Untuk mengetahui berbagai penyebab dari permasalahan tersebut maka dibuatlah diagram *fishbone*. Kemudian lamanya *downtime*, dilakukan modifikasi peralatan.

Dari beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu membahas tentang penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), namun terdapat perbedaan pada penyelesaiannya yang tidak semua menggunakan metode *Age Replacement*.

Berikut ini Tabel 2.1 merupakan tabel yang memudahkan untuk melihat perbandingan penelitian sebelumnya.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
1	Ida Bagus Gde Ardhikayana, I Nyoman Suprpta Winaya, IGN. Priambadi	2015	Analisa perawatan pada komponen kritis mesin pembersih botol 5 gallon PT.	Terjadi penurunan performa yang signifikan dan mengakibatkan <i>cost downtime</i>	Menemukan komponen kritis dan penyebab kegagalan, serta meminimumkan waktu untuk	Penjadwalan perawatan / penggantian pada minggu ke-9 karena dalam jangka waktu tersebut tercapai total

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
.			X dengan menggunakan metode <i>reliability centered maintenance</i> (RCM)		mencapai tingkat keberhasilan maksimal dalam proses <i>maintenance</i>	<i>downtime</i> minimal
2	Muhammad Riseno Rasindy, Kusmaningrum Leksananto, Yanti Helianty	2015	Aanalisis kebijakan perawatan mesin cincinnati denan menggunakan metode <i>reliability centered maintenance</i> di PT. Dirgantara Indonesia	Frekuensi kerusakan mesin cukup tinggi dan menyebabkan tingginya <i>downtime</i> hingga aktivitas produksi terhenti.	Mengoptimalkan kinerja mesin dengan menurunkan tingkat <i>downtime</i>	Adanya pengecekan secara berkala yaitu maksimal 3 bulan sekali. Penentuan pengecekan belum berdasarkan perhitungan tetapi masih secara subjektif.
3	Taufik, Selly Septyani		Penentuan interval waktu perawatan komponen kritis pada mesin turbin di	Kerusakan pada mesin turbin sering terjadi yang mengakibatkan pembangkit tidak dapat beroperasi	Diperlukan tindakan perawatan mesin/peralatan untuk dapat mencegah	Interval waktu penggantian untuk komponen membran turbin adalah setelah

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
			PT PLN (Persero) sektor pembangkit ombilini		terjadinya kerusakan	beroperasi selama 3410 jam, komponen bearing ketika <i>overhaul</i> setelah beroperasi selama 8000 jam, dan komponen turning gear setelah beroperasi selama 4500 jam.
4	Chintya Ekawati, Kusmaningrum, Leksananto, Fifi Herni Mustofa	2016	Jadwal perawatan preventive pada mesin <i>dyeing</i> menggunakan metode <i>age replacement</i> di PT. Nobel Industries	Mesin <i>dyeing</i> sering mengalami kerusakan pada saat proses produksi berlangsung, hal tersebut karena belum terdapat kebijakan perawatan pencegahan	Diperlukan penjadwalan perawatan yang optimal.	Hasil perhitungan interval penggantian pencegahan untuk komponen air <i>preassure switch</i> yaitu pada titik 89 hari dengan ekspektasi biaya penggantian

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
.				bagi mesin <i>dyeing</i> .		Rp 37.780/hari, pada komponen diapram yaitu pada titik 127 hari dengan ekspektasi biaya penggantian sebesar Rp 23.539/hari sedangkan pada komponen main shaft pada titik 92 hari dengan ekspektasi biaya penggantian sebesar Rp 27.861/hari.
5	Sanjaya, Mutmainah	2016	Analisis perawatan mesin press 80 ton pada lini P3c03 3&4 dengan	Dalam proses produksinya, khusus untuk pencapaian hasil di lini P3CO3 3&4 mesin press 80 Ton	Mendapatkan interval waktu penggantian / perawatan	Waktu interval penggantian / perawatan setiap 380 menit dan 1900 unit. Dan

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
.			metode TPM di PT Xyz	<p>mempunyai nilai prosentase output terkecil dibanding lini lainnya.</p> <p>Terhitung sejak periode Maret – Mei 2016 sebesar 71,2% dan target yang ditetapkan Perusahaan sebesar 84,3%.</p> <p>Downtime yang terjadi sebesar 19470 menit. Faktor yang menyebabkan output produksi pada lini P3C03 3&4 terkecil yaitu efektivitas penggunaan mesin belum optimal</p>		dilakukan modifikasi peralatan die dengan membagi menjadi dua bagian.

No	Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Hasil
6	Indra Hasan, Denur, Legisnal Hakim	2019	Penerapan <i>reliability</i> <i>centered</i> <i>maintenance</i> (RCM) pada mesin <i>ripple mill</i>	Kegagalan pada mesin <i>ripple mill</i> menghambat jalannya proses produksi yang berdampak pada penurunan kapasitas produksi	Mengidentifikasi kasi kegagalan dari mesin <i>ripple mill</i> dan menentukan interval waktu kerusakan dari masing - masing mesin <i>ripple</i> <i>mill</i>	Dari hasil FMEA kegagalan <i>mechanical</i> sebesar 35,30%, <i>electrical</i> 9,40% dan <i>instrumental</i> 35,30%. Hasil regresi interval waktu kerusakan didapatkan jenis pemeliharaan <i>ripple mill</i> 3 dan 4 adalah <i>reactive</i> dan <i>inspection</i> <i>maintenance</i> .

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Teori Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan merupakan kombinasi berbagai tindakan yang dilakukan guna mempertahankan atau memperbaiki hingga mencapai keadaan barang yang dapat diterima (Corder, 1992). Sedangkan menurut (Assauri, 1993) perawatan merupakan suatu kegiatan memelihara suatu fasilitas dalam perusahaan dan mengadakan perbaikan sesuai dengan apa yang direncanakan. *Maintenance* atau perawatan menurut (Wati, 2009) adalah semua tindakan teknik dan administratif yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi mesin/peralatan tetap baik dan dapat melakukan segala fungsinya dengan baik, efisien, dan ekonomis sesuai dengan tingkat keamanan yang tinggi.

Berdasarkan tersebut, perawatan dapat didefinisikan sebagai kegiatan memelihara suatu fasilitas, mesin dan peralatan di perusahaan. Selain itu juga melakukan perbaikan dan penggantian yang disesuaikan dengan keperluan agar sistem produksi berjalan memuaskan. Terdapat dua hasil dari kegiatan perawatan, yaitu:

1. *Condition maintenance*, yaitu kegiatan perawatan untuk mempertahankan agar mesin atau peralatan dapat digunakan dengan baik sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replacement maintenance*, yaitu kegiatan perawatan dengan penggantian komponen dengan tepat waktu sesuai penjadwalan yang sudah direncanakan.

2.2.2 Tujuan *Maintenance*

Pada tahun 1996, menurut Hadi secara umum berpendapat bahwa perawatan memiliki tujuan (Hadi, 1996) :

1. Terjaminnya mutu produksi serta tingkat kepuasan customer dengan penyesuaian, pelayanan dan pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimalkan kegunaan sistem
3. Menjaga sistem tetap aman dan mencegah dari gangguan keamanan yang terus berkembang.
4. Meminimumkan frekuensi dan tingkat gangguan proses operasi.

5. Meminimumkan biaya produksi secara keseluruhan atau total yang berhubungan dengan service dan perbaikan.
6. Memaksimalkan produksi dengan sistem yang telah ada.
7. Menyediakan tenaga kerja, fasilitas, dan metode agar dapat mengoperasikan kegiatan perawatan.

2.2.3 Jenis – Jenis *Maintenance*

Jenis perawatan dan manajemen pemeliharaan dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Perbaikan Perawatan (*Maintenance Improvement*)
 Manajemen perawatan harus terus meningkat dalam mengatasi kekurangannya yang ada. Langkah yang dilakukan dengan pengembangan dari perbaikan itu sendiri agar mengurangi pemakaian dari pemeliharannya. Tidak hanya melakukan perawatan tetapi juga mengatasi sumbernya. Mengatasi sumbernya seperti penekanan masalah dapat mengurangi pemakaian yang merupakan suatu pra tindakan.
2. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)
 Preventive maintenance mencakup penjadwalan, melumasi, menyesuaikan, dan set ulang mesin seperti semula sesuai rencana. Prioritas utamanya adalah menjadwalkan. Program preventif dapat dibagi 3 (tiga) macam:
 - a. *Time driven*: program pemeliharaan terjadwal, yaitu dimana komponen diganti berdasarkan waktu atau jarak tempuh pemakaian.
 - b. *Predictive*: pengukuran untuk mendeteksi timbulnya penurunan fungsi sistem , sehingga diperlukan mencari penyebab gangguan untuk dihilangkan atau dikontrol sebelum segala sesuatunya membawa dampak penurunan fungsi komponen secara signifikan.
 - c. *Proactive*: perbaikan mesin didasarkan hasil studi kelayakan mesin..
3. Perawatan korektif (*Corrective Maintenance*)
 Sistem ini dilakukan ketika sistem produksi berhenti berfungsi atau tidak sesuai dengan kondisi operasi yang diharapkan. Pada umumnya berhentinya sistem diakibatkan kerusakan komponen yang telah atau sedang dalam proses kerusakan. Kerusakan yang terjadi umumnya akibat tidak dilakukannya kegiatan *preventive maintenance* maupun telah dilakukannya kegiatan *preventive maintenance* tetapi

kerusakan dalam batas dan kurun waktu tertentutetap rusak. Kegiatan *corrective maintenance* biasa disebut pulasebagai *breakdown maintenance*, namun demikian kegiatannyadapat terdiri dari perbaikan, restorasi atau penggantian komponen.*Corrective maintenance* terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Pemeliharaan Korektif Terencana

Pemeliharaan yang dilakukan jika telah diketahui kapan peralatan harus diperbaiki sejak dini, atau set up. Hal ini membantu dalam persiapan perawatan sejak awal.

b. Pemeliharaan Korektif Tidak Terencana

Pemeliharaan yangg dilakukan apabila mesin atau peralatan berhenti secara tiba – tiba atau dalam keadaan darurat. Sifat dari pemeliharaan ini mendesak dan sulit dikendalikan dan dapat menimbulkan biaya perawatan yang cukup tinggi serta terhentinya kegiatan produksi.

2.2.4 Teori Downtime

Downtime menurut (Patton, 1995), adalah keadaan berhentinya mesin pada saat proses produksi sedang berlangsung sehingga menyebabkan mesin yang harus segera diperbaiki dengan melibatkan teknisi atau *engineering* dalam proses perbaikannya.

Pendapat lain terkait *downtime* menurut (Gaspersz, 1992) merupakan lamanya waktu mesin atau komponen tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Hal ini disebabkan karena adanya mesin atau komponen yang mengalami kegagalan sehingga mengganggu kinerja dan kualitas produksi.

Prinsip utama dalam perawatan pada dasarnya adalah minimasi *downtime*, sehingga pergantian komponen mesin atau sistem sangat penting dalam menekan laju kerusakan pada batas minimum.

2.2.5 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan banyaknya kejadian masalah secara berurutan. Masalah yang terjadi paling banyak akan ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi pada sisi kanan (Gaspersz, 1992). Pada dasarnya diagram pareto memiliki fungsi sebagai alat interpretasi untuk:

1. Menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya suatu masalah atau penyebab yang ada
2. Memfokuskan pada hal kritis dan penting dengan membuat ranking terhadap masalah atau penyebab permasalahan tersebut dengan bentuk yang signifikan.

2.2.6 Reliability Centered Maintenance

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah metode yang menentukan langkah-langkah pemeliharaan yang harus diambil agar menjamin peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya. RCM mempunyai beberapa definisi, yaitu *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu proses yang dilakukan untuk menentukan apa saja yang harus dilakukan agar dapat mencegah terjadinya kegagalan dan untuk memastikan bahwa alat atau mesin dapat bekerja optimal saat dibutuhkan. Menurut Moubray (1997:7), *Reliability Centered Maintenance* diartikan sebagai suatu proses yang digunakan untuk menjelaskan apa yang harus dilakukan untuk menjamin suatu aset fisik dapat berjalan dengan baik sesuai dengan keinginan penggunanya.

Pada dasarnya metode ini mengoptimalkan fungsi sistem tetap berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Penerapan RCM lebih menitik beratkan pada penggunaan analisa kualitatif untuk komponen yang dapat menyebabkan kegagalan suatu sistem. *Tools* yang digunakan untuk melakukan analisa kualitatif adalah *Failure and Effect Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA).

RCM berfokus pada *preventive maintenance* (PM) terhadap kegagalan yang sering terjadi (Widyaningsih, 2011). Secara garis besar proses *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah :

1. Target pemeliharaan sistem teridentifikasi dengan jelas dan keseluruhan data yang dibutuhkan harus terpenuhi.
2. Adanya analisis secara sistematis terhadap semua kemungkinan kegagalan yang terjadi .
3. Mempertimbangkan pemeliharaan berdasarkan perhitungannya yaitu *reliability*, biaya maintenance dll. Apakah secara *preventive maintenance* atau *corrective maintenance*.

Tujuan dari *Reliability Centered Maintenance* (Sayuti, 2013) yaitu:

1. Mewadahi *preventive maintenance* dengan menciptakan desain yang saling berhubungan.
2. Mendapatkan sumber sebagai informasi dalam meningkatkan desain yang kurang memuaskan yang berhubungan dengan kehandalan.
3. Membentuk PM dan tugasnya demi kembalinya kehandalan dan keamanan level ketika terjadi penurunan kondisi sistem.
4. Merealisasikan semua tujuan dengan mengeluarkan biaya yang minimum.

Prinsip – prinsip RCM antara lain adalah:

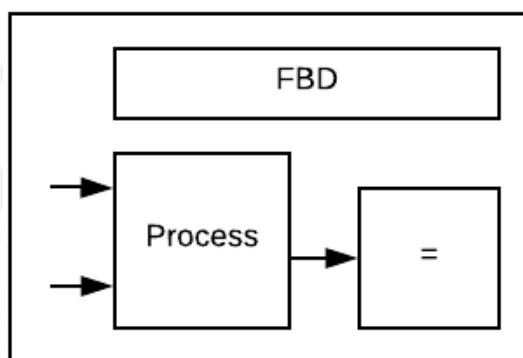
1. Memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sitem/alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem / alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. Lebih fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.
3. Berbasiskan pada kehandalan yaitu kemampuan suatu sistem/equipment untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
4. Bertujuan menjaga agar kehandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk sistem tersebut.
5. Mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian untuk masalah ekonomi.
6. RCM mendefinisikan kegagalan (*failure*) sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai *performance standard* yang ditetapkan
7. RCM harus memberikan hasil yang nyata / jelas, Tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

Berdasarkan pendapat (Anderson, 1990) pengimplementasian RCM membutuhkan langkah sebagai berikut:

1. *Function Block Diagram* (FBD)
2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
3. *Logic Tree Analysis* (LTA)
4. Pemilihan Tindakan Perawatan (*Task Selection Road Map*)

2.2.7 Function Block Diagram (FBD)

Functional Block Diagram merupakan diagram yang berbentuk blok-blok yang menjelaskan mengenai fungsi dari setiap komponen beserta hubungan dari komponen satu dengan yang lainnya sehingga dapat terlihat dengan jelas pengaruh antar komponen, diagram ini juga merupakan operasi fungsi logika.



Gambar 2.1 *Design Functional Block Diagram*

2.2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang penggunaannya untuk mengevaluasi desain sistem dengan mengidentifikasi mode kegagalan dari setiap komponen sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap *reliability* sistem (Smith, 2004).

Kegiatan FMEA melibatkan banyak hal seperti menganalisis kegagalan sistem, penyebab terjadinya kegagalan, serta *effect* atau dampak yang terjadi akibat kegagalan pada masing-masing komponen. Salah satu faktor yang penting dalam suksesnya penerapan FMEA adalah melakukan penaksiran sebelum proses berlangsung (*before the event*) dan bukan melakukan sesudah terjadi (*after the fact*). Hasil yang baik didapatkan apabila FMEA dilakukan atau diterapkan sebelum potensial kegagalan dari proses atau produk telah terjadi dalam produk atau proses tersebut. Berikut ini adalah contoh tabel 2.2 *Failure Mode and Effect Analysis*.

Tabel 2.2 *FMEA Worksheet*

Sistem :

No	Equipment	Function	Functional Failure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN

Hal utama dalam FMEA adalah *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect* (*severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect* (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \dots\dots\dots(2.1)$$

Hasil dari RPN menunjukkan tingkat kepentingan dari sebuah komponen yang dianggap mempunyai tingkat resiko tertinggi sehingga memerlukan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan. Berikut ini adalah komponen penyusun RPN :

a. *Severity*

Severity berguna sebagai penunjuk dampak buruk yang terjadi karena adanya kegagalan. Dampak dilihat dari tingkat kerusakan alat, lamanya *downtime* dan seberapa parah cedera yang dialami operator.

Tabel 2.3 Tingkat *Severity*

Tingkatan <i>Severity</i> Ranging	Akibat (<i>Effect</i>)	Kriteria Verbal	Akibat pada produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apapun (tidak ada akibat), penyesuaian diperlukan	Proses dalam pengendalian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Serta hanya terdapat gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat diketahui hanya oleh operator yang berpengalaman	Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Serta hanya terdapat gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat diketahui oleh semua operator	Proses telah berada diluar pengendalian, membutuhkan beberapa penyesuaian
4	Akibat <i>minor</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat <i>Moderat</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak	30-60 menit <i>downtime</i>

Tingkatan <i>Severity</i> Rangking	Akibat (<i>Effect</i>)	Kriteria Verbal	Akibat pada produksi
		puas akibat kinerja yang berkurang	
6	Akibat Signifikan	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerjanya sendiri	1-2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat <i>Major</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	2-4 jam <i>Downtime</i>
8	Akibat Ekstrem	Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin	4-8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat Serius	Mesin gagal dalam beroperasi, dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak untuk dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan kerja secara tiba-tiba, dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>

b. Occurency

Occurency merupakan suatu penilaian dengan memberikan tingkatan dari suatu sebab kerusakan yang terjadi secara mekanis dari peralatan yang diteliti. Dari tingkatan tersebut dapat diketahui kemungkinan dan tingkat seringnya terjadi kerusakan.

Tabel 2.4 Tingkat *Occurency*

Rangking	Kejadian	Kriteria	Tingkat Kejadian Kerusakan
1	Hampir tidak pernah ada	Kerusakan tidak pernah terjadi	Lebih besar dari 10.000 jam operasi
2	Remote	Kerusakan mesin jarang terjadi	6.001-10.000 jam operasi
3	Sangat Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit	3.001-6.000 jam operasi
4	Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sedikit	2.001-3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah	1.001-2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan mesin terjadi pada tingkat medium	401-1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11-100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	kurang dari jam operasi

c. Detection

Detection merupakan tingkat pengukuran terhadap kemampuan dalam pengendalian atas kegagalan yang terjadi.

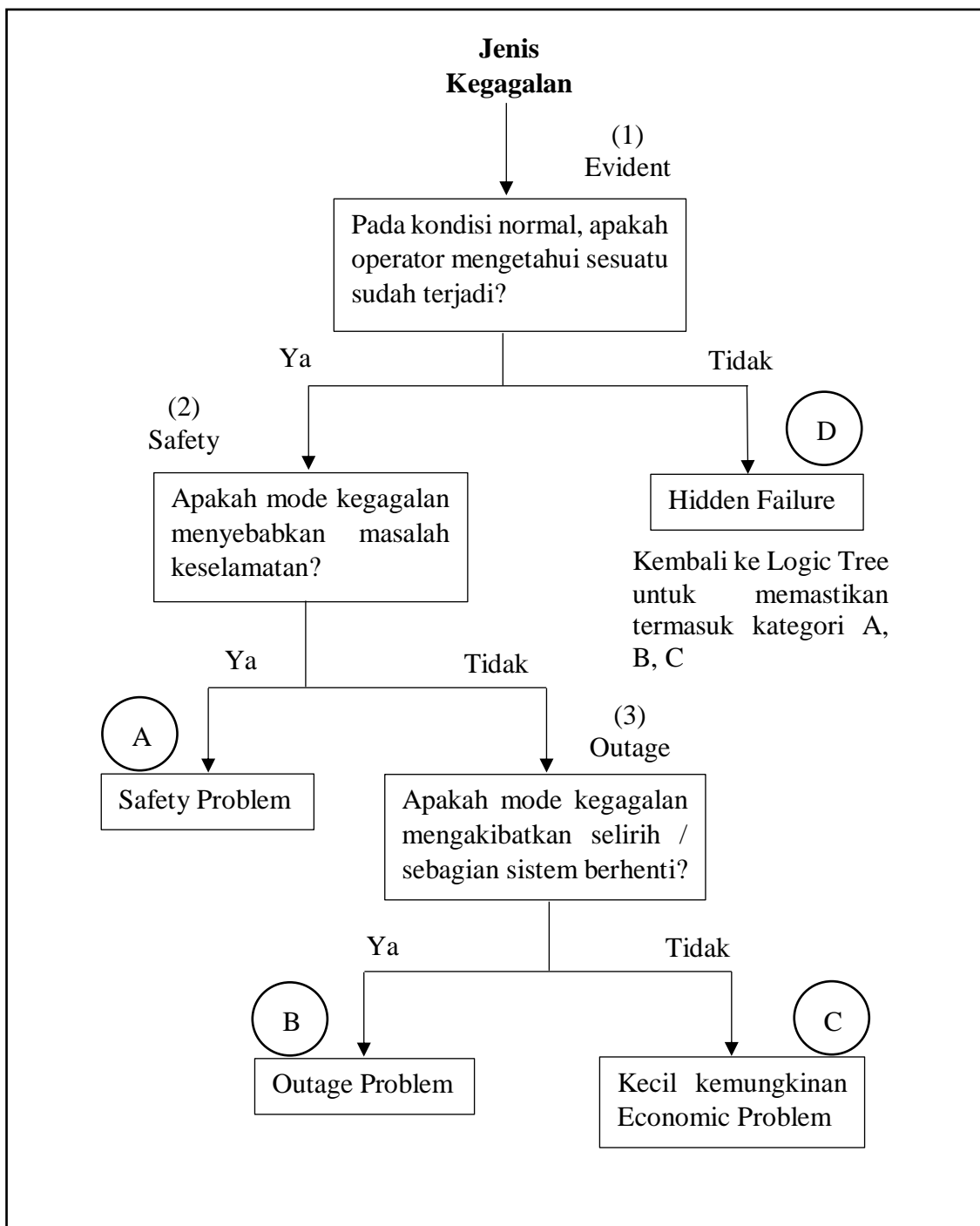
Tabel 2.5 Tingkat *Detection*

Rangking	Akibat	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan <i>preventive</i> akan selalu mendekati penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	<i>Moderate highly</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate highly</i> untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate</i> untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Remote	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>remote</i> untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

2.2.9 Logic Tree Analysis (LTA)

Logic Tree Analysis (LTA) sebagai alat untuk menunjukkan kegiatan perawatan yang layak dan optimal dalam mengatasi *failure mode* setiap komponen (*maintenance task*). Tahapan ini bertujuan memprioritaskan mode tiap kerusakan agar sstatusnya tidak sama. Metode RCM mempunyai 3 pertanyaan logika atau keputusan yang terstruktur agar mempermudah menganalisis dengan jawaban “Ya” atau “Tidak”. Terdapat empat kategori penting untuk analisis kekritisan dari setiap mode kegagalannya yaitu:

1. *Evident*, yaitu apakah operator dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadi adanya kegagalan?
2. *Safety*, yaitu apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?
3. *Outage*, yaitu apakah mode kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?
4. *Category*, yaitu mengklasifikasikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan kedalam beberapa kategori. Pada bagian ini kategori LTA dibagi menjadi 4 yaitu:
 - a. Kategori A (*Safety problem*)
Yaitu apabila mode kegalalan mempunyai konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan menyebabkan kematian pada seseorang. Kegagalan ini juga mempunyai konsekuensi lingkungan seperti melanggar peraturan lingkungan yang telah ditetapkan dalam hukum sebelumnya.
 - b. Kategori B (*Outage problem*)
Yaitu mode kegagalan dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian atau keseluruhan sehingga berpengaruh terhadap terhadap *operasional plant* seperti kuantitas, kualitas produk terhadap hasil produksi yang dapat membengkakkan biaya.
 - c. Kategori C (*Economic problem*)
Yaitu bila mode kegagalan tidak ada mempunyai konsekuensi *safety* maupun terkait *operasional plant*, dan hanya mempengaruhi ekonomi yang relatif kecil meliputi biaya perbaikan.
 - d. Kategori D (*Hidden Failure*)
Yaitu bila mode kegagalan memiliki dampak secara langung, namun bila perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius dan dapat memicu kegagalan lainnya.



Gambar 2.2 Struktur *Logic Tree Analysis*

Sumber : Smith & Glenn (2004)

2.2.10 Pemilihan Tindakan Perawatan (*Task Selection Road Map*)

Tahap akhir dari RCM dengan memilih tindakan yang dilakukan melalui daftar tindakan.

Pelaksanaan dalam *preventive maintenance* memiliki syarat sebagai berikut:

1. Apabila suatu tindakan pencegahan yang dilakukan tidak mengurangi resiko kegagalan hingga batas penerimaan, maka perlu adanya pelaksanaan tahap berkala. Tetapi jika hal tersebut juga tidak dapat mencegah kegagalan, maka harus adanya desain ulang sistem dengan pertimbangan konsekuensi kegagalan yang terjadi.
2. Apabila tindakan pencegahan telah dilakukan, tetapi menambah biaya proses dibanding tidak dilakukan, sehingga terjadi konsekuensi oprasional maka tidak perlu dilakukan *maintenance* yang terjadwal. Jika hal tersebut masih juga terjadi dan konsekuansinya masih cukup besar, maka dilakukan desain ulang sistem.
3. Apabila tindakan pencegahan dilakukan, tetapi biaya proses total meningkat dibanding tidak dilakukan, sehingga terjadi konsekuensi non-operasional, maka tidak perlu dilakukan *maintenance* terjadwal. Akan tetapi jika biaya perbaikan terlalu tinggi maka dilakukan lagi desain sistem ulang.

Tindakan perawatan pada *road map* pemilihan tindakan dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. *Time Direct* (TD)

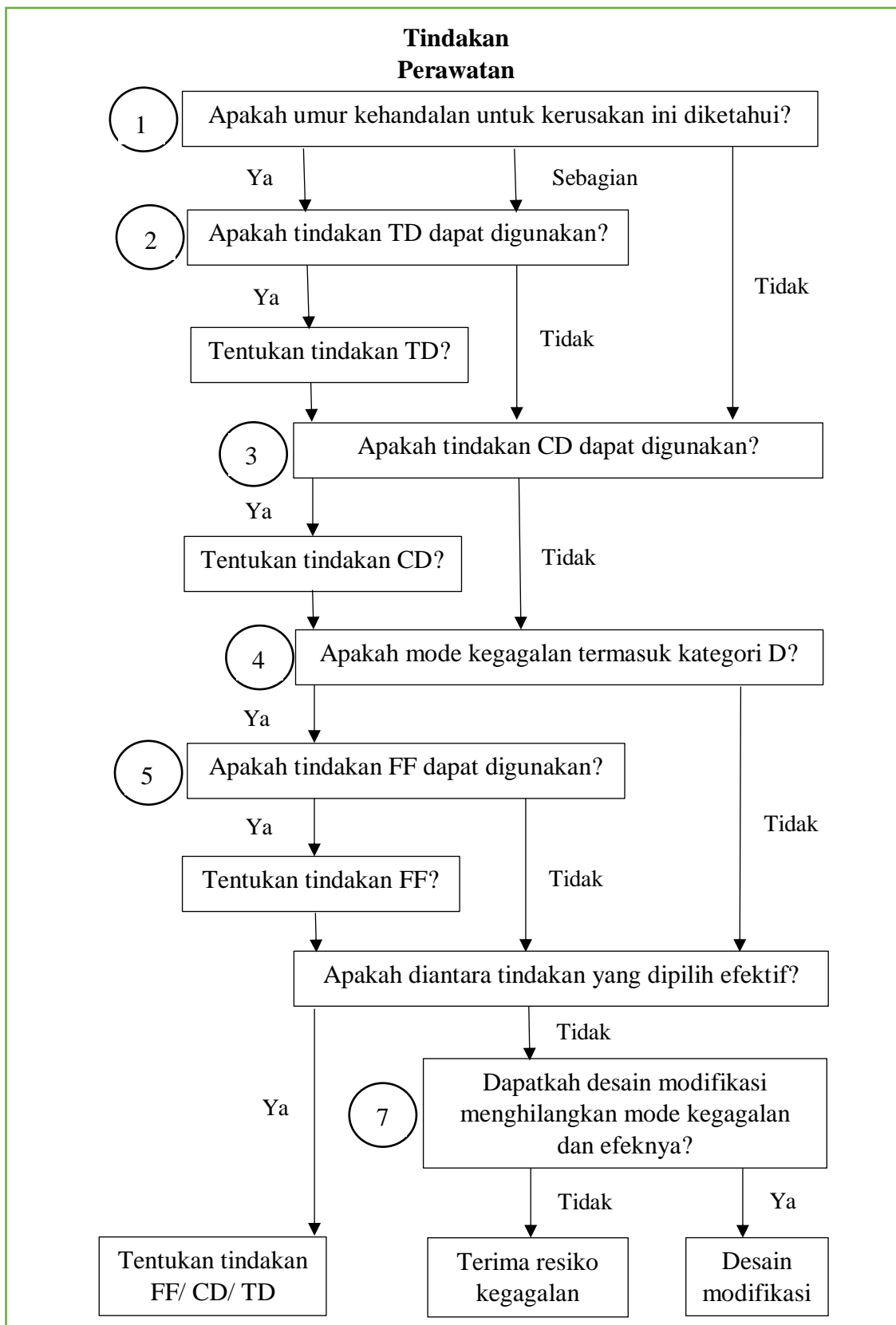
Tindakan perawatan yang dilakukan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun waktu dari komponen.

2. *Condition Direct* (CD)

Tindakan perawatan yang dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi. Apabila didalam inspeksi terdapat tanda kerusakan, maka dilakukan *maintenance*.

3. *Finding Failure* (FF)

Tindakan perawatan yang dilakukan agar ditemukannya kerusakan tersembunyi yang dilakukan inspeksi berkala.



Gambar 2.3 Road Map

Sumber : Smith & Glenn (2004)

2.2.11 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan atau *reliability* dapat dianggap sebagai parameter sesuatu dapat dikatakan baik atau buruk. Stigma yang dihasilkan oleh parameter terhadap produk tentang keandalan berpengaruh terhadap kepercayaan kualitas suatu barang untuk dikonsumsi atau digunakan. Definisi dari keandalan sendiri masih sering berbeda – beda. Menurut (Rosyid, 2007), keandalan dari suatu komponen atau sistem adalah peluang dari komponen atau sistem tersebut untuk memenuhi tugas yang telah ditetapkan tanpa adanya kegagalan selama kurun waktu tertentu bila dijalankan atau dioperasikan dengan benar.

Menurut (Ebeling, 1997), keandalan adalah nilai probabilitas suatu komponen atau sistem dapat sukses menjalankan fungsi atau tugasnya, dalam jangka waktu dan kondisi operasi tertentu.

Fungsi keandalan menurut (Gaspersz, 1992) diartikan sebagai kemungkinan suatu mesin atau komponen dapat beroperasi dengan baik tanpa adanya kegagalan pada suatu periode waktu t dalam keadaan operasi standar. Fungsi keandalan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

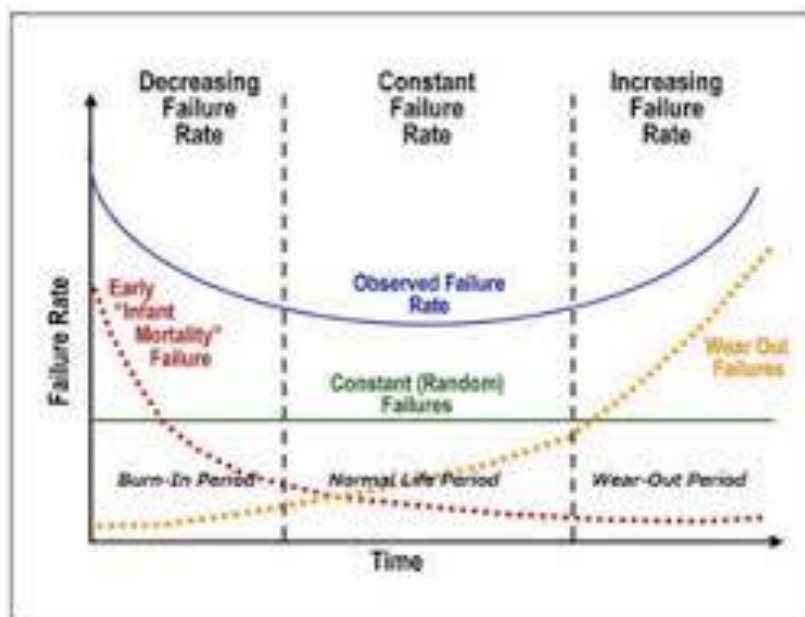
$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk $R(t) \geq 0, R(0) = 1$, dan $\lim R(t) = 0$.

Dimana: $R(t)$ adalah distribusi keandalan yang merupakan probabilitas bahwa waktu kerusakan lebih besar atau sama dengan t , sedangkan $F(t)$ adalah fungsi distribusi kegagalan atau kerusakan dari mesin.

2.2.12 Laju Kerusakan (*Failure Mode*)

Dalam suatu masa kerja operasional, mesin atau komponen akan mengalami kerusakan atau kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap performa dan efisiensinya. Kerusakan tersebut jika dilihat secara temporer mengalami suatu laju tertentu yang berubah – ubah. Secara konseptual, untuk memudahkan konsep keandalan dapat menggunakan kurva bak mandi (*bath tub curve*). Kurva ini menjelaskan perilaku dari kegagalan suatu kumpulan komponen yang tidak dapat diperbaiki. Gambar 2.4 berikut ini menggambarkan sebuah komponen yang khas akan bekerja dengan “sejarah hidup” yang terbagi menjadi tiga fase pada kurva bak mandi, yaitu:



Gambar 2.4 *Bath Tub Curve*

Sumber : Nisa Masruroh (2008)

1. Fase 1 (*Burn in Period*)

Bagian pertama adalah tingkat kegagalan yang turun, yang dikenal sebagai kegagalan awal (masa awal / *burn in period*). Periode 0 sampai dengan t_1 , mempunyai waktu yang pendek pada permulaan bekerjanya peralatan. Kurva menunjukkan bahwa laju kerusakan menurun dengan bertambahnya waktu atau diistilahkan dengan *Decreasing Failure Rate* (DFR). Kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan kesalahan dalam proses manufaktur atau desain yang kurang sempurna. Jumlah kerusakan berkurang karena alat yang cacat telah mati kemudian diganti atau cacatnya dideteksi atau direparasi. Jika suatu peralatan yang dioperasikan telah melewati periode ini, berarti desain dan pembuatan peralatan tersebut di pabriknya sudah benar. Periode ini dikenal juga dengan periode pemanasan (*burn in period*). Model probabilitas yang sesuai adalah distribusi Weibull dengan $\alpha > 1$

2. Fase 2 (*Useful Life-Perform*)

Menurut Gasperz (2001) pada periode ini disebut *Constant Failure Rate* (CFR) dimana *failure rate* nya mengalami laju kerusakan yang rendah dan konstan terhadap pertambahan waktu. Didalam daerah ini, sebagian besar umur komponen

atau sistem berada dan dalam periode ini tidak dapat ditentukan apakah sistem dapat berjalan sesuai standart atau belum. Persamaan *reliability* pada *useful life time* yang dimana mengalami *failure reate* yang konstan adalah:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Persamaan diatas digunakan untuk mesin atau komponen yang masih baru sehingga tingkat keandalannya diasumsikan pada keadaan $R(t) = 100\%$. Sedangkan untuk komponen atau mesin yang sudah tidak baru lagi atau sudah pernah mengalami *maintenance* sebelumnya, persamaan dapat ditulis dengan:

$$R(t) = Me^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

$R(t)$ = Nilai Keandalan (%)

M = Nilai Keandalan setelah dilakukan kegiatan *maintenance* (%)

λ = Laju Kerusakan

t = Periode waktu yang diinginkan

3. Fase 3 (*Wearing Out Region*)

Pada periode ini adalah periode akhir umur pakai dari mesin atau komponen. Laju kerusakan mengalami kenaikan yang tinggi seiring dengan berjalannya waktu atau bisa disebut *Increasing Failure Rate* (IFR). Akhir dari periode ini adalah ketika *reliability* ini mencapai 0 atau ketika mesin tidak dapat diperbaiki lagi.

2.2.13 Fungsi Distribusi Kerusakan

Untuk mengetahui pola data yang terbentuk, maka digunakan 4 macam distribusi. Distribusi tersebut adalah distribusi Normal, Log-Normal, Weibull, dan Eksponensial (Ebeling, 1997).

2.2.14 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial secara luas digunakan dalam bidang keandalan sebagai model dari interval waktu kerusakan dari sebuah komponen atau sebuah sistem (Montgomery, 2005). Fungsi-fungsi dalam distribusi Eksponensial adalah sebagai berikut (Ebeling, 1997) :

- a. Fungsi kepadatan probabilitas (*probability density function*)

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Untuk $t \geq 0$; $\lambda \geq 0$; dan dengan $t =$ waktu

- b. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative density function*)

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t) \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

- c. Fungsi keandalan (*reliability function*)

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

- d. Fungsi laju kerusakan (*Hazard rate function*)

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \lambda \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

- e. Mean Time To Failure (*Hazard rate function*)

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

2.2.15 Distribusi Normal

Distribusi normal menggambarkan dengan cukup baik banyak gejala yang muncul di alam, industri, dan penelitian. Dalam pengukuran fisik di bidang meteorologi, penelitian curah hujan, dan pengukuran suku cadang yang diproduksi seiring dengan baik dapat diterangkan menggunakan distribusi Normal (Walpole, 1995). Fungsi-fungsi dalam distribusi Normal adalah sebagai berikut (Ebeling, 1997):

- a. Fungsi kepadatan probabilitas (*probability density function*)

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Untuk $-\infty < t < \infty$, dimana $t =$ waktu.

- b. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative density function*)

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

- c. Fungsi keandalan (*reliability function*)

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

- d. Fungsi laju kerusakan (*Hazard rate function*)

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

- e. Mean Time To Failure

$$\text{MTTF} = \mu \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

2.2.16 Distribusi Lognormal

Distribusi Log-Normal memiliki dua parameter yaitu parameter bentuk (s) dan parameter lokasi (t_{med}) yang menjadi nilai tengah waktu kerusakan. Seperti distribusi Weibull, distribusi Log-Normal memiliki bentuk yang bervariasi. Yang sering terjadi, biasanya data yang didekati dengan distribusi Weibull juga bisa didekati dengan distribusi Log-Normal. Fungsi-fungsi dalam distribusi Log-Normal adalah sebagai berikut:

- a. Fungsi kepadatan probabilitas (*probability density function*)

$$f(t) = \frac{1}{t.s\sqrt{2\pi}} e^{\left\{-\frac{1}{2s^2} \left[\frac{\ln t}{t_{med}}\right]^2\right\}} \dots\dots\dots(2.17)$$

- b. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative density function*)

$$F(t) = \Phi\left(\frac{\ln(t) - t_{med}}{\sigma}\right) \dots\dots\dots(2.18)$$

- c. Fungsi keandalan (*reliability function*)

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln(t) - t_{med}}{\sigma}\right) \dots\dots\dots(2.19)$$

- d. Fungsi laju kerusakan (*Hazard rate function*)

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left(\frac{\ln(t) - t_{med}}{\sigma}\right)} \dots\dots\dots(2.20)$$

- e. Mean Time To Failure

$$MTTF = e \left(t_{med} + \frac{\sigma^2}{2} \right) \dots\dots\dots(2.21)$$

2.2.17 Distribusi Weibull

Distribusi Weibull adalah distribusi yang akhir-akhir ini biasa digunakan untuk menangani masalah dengan teknologi sekarang yang sangat rumit perancangan sistemnya, sistem keamanannya dan juga keandalan dari sistem tersebut. Sebagai contoh, suatu sekering putus, tiang baja melengkung, atau alat pengindra panas tidak bekerja. Komponen yang sama dalam lingkungan yang sama akan rusak dalam waktu yang berlainan yang tidak dapat diramalkan (Montgomery, 2005). Fungsi-fungsi dalam distribusi Weibull adalah sebagai berikut (Ebeling, 1997) :

- a. Fungsi kepadatan probabilitas (*probability density function*)

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e \left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \right] \dots\dots\dots(2.22)$$

Untuk $t > 0$

- b. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative density function*)

$$F(t) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta \right] \quad \dots\dots\dots(2.23)$$

- c. Fungsi keandalan (*reliability function*)

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \dots\dots\dots(2.24)$$

$$R(t) = e \left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta \right] \quad \dots\dots\dots(2.25)$$

- d. Fungsi laju kerusakan (*Hazard rate function*)

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad \dots\dots\dots(2.26)$$

- e. *Mean Time To Failure*

$$MTTF = \alpha \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \dots\dots\dots(2.27)$$

2.2.18 Age Replacement

Model *Age Replacement* menurut (Jardine, 1973). adalah metode yang digunakan dalam menentukan penjadwalan penggantian komponen berdasarkan interval waktu kerusakan yang memperhatikan umur pakai dari komponen tersebut dengan kriteria minimasi *downtime*. Metode ini dapat menghindari pergantian komponen baru yang relatif cepat dari waktu pergantian sebelumnya sehingga dapat meminimasi biaya. Jadi apabila pergantian komponen sudah dilakukan, maka penggantian komponen selanjutnya berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan.

Model ini cocok diterapkan pada komponen yang mempunyai interval waktu penggantian tidak akan mempengaruhi komponen lainnya atau apabila terdapat kerusakan komponen dalam satu set mesin maka hanya ada satu komponen rusak saja yang akan dilakukan penggantian. Asumsi lain dalam model ini adalah apabila persediaan komponen selalu ada dan mesin yang sudah digantikan komponennya akan dapat kembali pada kondisi sebelumnya.

Pada model *Age Replacement* ini terdapat dua siklus penggantian pencegahan, yaitu:

- a. Siklus 1 yaitu pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan, ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian sesuai yang telah direncanakan sebelumnya.

- b. Siklus 2 pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian kerusakan, ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

Persamaan penentuan interval penggantian pencegahan dapat ditulis sebagai berikut:

$$D(tp) = \frac{T_p \cdot R(tp) + T_f (1 - R(tp))}{(tp + T_p) \cdot R(tp) + (M(tp) + T_f) \cdot (1 - R(tp))} \dots\dots\dots(2.28)$$

Keterangan rumus:

T_p = Interval waktu penggantian pencegahan

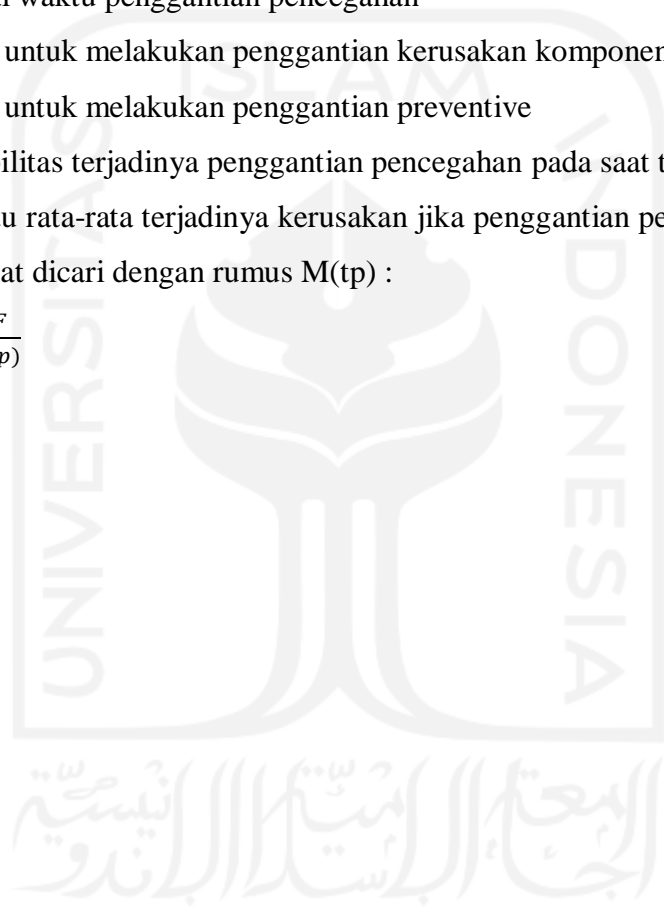
T_f = Waktu untuk melakukan penggantian kerusakan komponen

T_p = Waktu untuk melakukan penggantian preventive

$R(tp)$ = Probabilitas terjadinya penggantian pencegahan pada saat tp

$M(tp)$ = Waktu rata-rata terjadinya kerusakan jika penggantian perbaikan pada masa tp yang dapat dicari dengan rumus $M(tp)$:

$$M(tp) = \frac{MTTF}{1 - R(tp)} \dots\dots\dots(2.29)$$



BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini melalui beberapa tahapan yang akan dilakukan, yaitu tahap identifikasi masalah dan perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan. Adapun metode penelitian yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UD Hasby *Garment* Ponorogo. Objek penelitian diambil dari hasil data komponen kritis pada mesin produksi divisi *sewing* yaitu mesin *overlock* atau mesin obras benang 4 (empat). Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2020 sampai dengan April 2020.

3.2 Jenis Data Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder, jenis data ini akan digunakan sebagai informasi yang menunjang jalannya penelitian. Jenis data dalam penelitian ini adalah:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dengan melakukan pengamatan terhadap objek yang diteliti. Teknik yang digunakan untuk mendapatkan data primer adalah:

- a. Teknik wawancara, yaitu dilakukannya tanya-jawab dengan pihak – pihak yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan terhadap 4 (empat) narasumber. Narasumber adalah seorang ahli dibidang

maintenance atau berpengalaman pada bagian perawatan mesin. Narasumber pertama adalah Muhammad Hasby Ashshiddiqy yang merupakan Direktur Pengembangan di UD Hasby, telah bekerja selama 4 (empat) tahun. Narasumber kedua adalah Riza Atut Ristanto, yang merupakan Factory Manager telah bekerja selama 3 (tiga) tahun, dan narasumber ketiga serta keempat adalah Abdul Rohim dan R. Rendi yang merupakan karyawan bagian mekanik telah bekerja masing – masing selama 5 (lima) tahun.

- b. Metode observasi atau pengamatan yang dilakukan langsung terhadap objek penelitian, yaitu mesin *overlock* pada divisi *sewing*.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh sebagai data pendukung, dapat diperoleh dari penelitian terdahulu ataupun dari sumber yang telah tersedia. Pengumpulan data sekunder pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengkaji literatur dari penelitian – penelitian terdahulu untuk memperkuat teori – teori dalam memecahkan permasalahan dalam penelitian.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan cara teknik wawancara langsung dengan pihak perusahaan yang berkaitan serta melakukan pengamatan secara langsung jalannya produksi. Data yang diperlukan didalam laporan ini adalah:

- a. Data umum perusahaan
- b. Data mesin dan komponennya
- c. Data kerusakan mesin di UD Hasby.
- d. Data *downtime* atau waktu antar kerusakan tiap komponen mesin *overlock*..
- e. Data mode kegagalan, penyebab beserta efek yang ditimbulkan.

3.4 Metode Pengolahan Data

Pada penelitian ini terdapat dua metode yang digunakan, yaitu *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Age Replacement*. Berikut merupakan tahapan dari penelitian ini.

1. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Tahap pertama dari penelitian ini menggunakan metode RCM, yang didapat dari data primer yang diperoleh melalui wawancara. Metode ini memperlihatkan mode kegagalan dari setiap komponen mesin serta efek yang ditimbulkan. Tahapan dari RCM meliputi *Function Block Diagram* (FBD), *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), dan *Selection Task*.

a. *Function Block Diagram* (FBD)

FBD menjelaskan mengenai komponen – komponen dalam mesin terkait fungsi serta hubungan antar komponennya yang digambarkan dalam blok fungsi diagram.

b. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

FMEA menghasilkan nilai RPN yang didasarkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* melalui pengisian matriks komponen.

c. *Logic Tree Analysis* (LTA)

LTA digunakan sebagai klasifikasi mode kerusakan yang akan diprioritaskan. Prioritas tersebut diketahui dengan menjawab pertanyaan – pertanyaan dalam diagram LTA. Terdapat empat kategori penting dalam analisis LTA, yaitu:

- *Evident*, yaitu apakah operator dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadi adanya kegagalan?
- *Safety*, yaitu apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?
- *Outage*, yaitu apakah mode kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?
- *Category*, yaitu mengklasifikasikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan kedalam beberapa kategori. Pada bagian ini kategori LTA dibagi menjadi 4 yaitu:
 - Kategori A (*Safety problem*).
 - Kategori B (*Outage problem*)

- Kategori C (*Economic problem*)
- Kategori D (*Hidden Failure*)

d. *Task Selection*

Tahap terakhir dari metode RCM adalah *task selection*. Tahapan ini menghasilkan tindakan perawatan berdasarkan hasil yang didapat dari jawaban pertanyaan diagram *selection task*. Terdapat tiga tindakan perawatan, yaitu:

- *Conditionnal Direct* (CD)
- *Time Direct* (TD)
- *Finding Failure* (FF)

2. Penentuan mesin kritis dan komponen kritis

Menentukan komponen kritis dari mesin kritis yang mengalami kegagalan mesin paling tinggi berdasarkan *downtime* tertinggi.

3. Penentuan *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR).

Perhitungan TTF didapatkan dari selisih periode komponen diperbaiki dengan rusaknya komponen pada hari berikutnya. Sedangkan perhitungan TTR didapatkan dari selisih antara komponen mengalami kerusakan sampai komponen selesai diperbaiki.

4. Penentuan Distribusi *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR).

Penentuan distribusi TTF dan TTR dilakukan dengan mengidentifikasi distribusi sebuah komponen menggunakan nilai *index of fit* terbesar melalui metode *least-square curve fitting*. Perhitungan dalam identifikasi awal dilakukan dengan menghitung masing – masing distribusi yaitu distribusi Exponensial, distribusi Normal, distribusi Log-Normal, dan distribusi Weibull. Metode umum dalam perhitungan *least-square curve fitting* yaitu:

a. Nilai tengah kerusakan (*medium rank*)

$$F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana, i = data waktu ke –i

n = jumlah data kerusakan

b. *Index of fit* (IOF)

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i) (\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{n[\sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2]} \sqrt{n[\sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Menurut (Walpole, 1995) mengidentifikasi distribusi awal untuk tiap distribusinya dapat dihitung sebagai berikut:

a. Distribusi Eksponensial

$$X_i = t_i \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

$$Y_i = \ln\left[\frac{1}{1-F(t_i)}\right] \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

b. Distribusi Normal

$$X_i = t_i \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

$$Y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{t_i - \mu}{\sigma} \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

c. Distribusi Log-Normal

$$X_i = \ln(t_i) \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

$$Y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \Phi^{-1}\left[\left(\frac{1}{s}\right) \ln t_i - \left(\frac{1}{s}\right) \ln t_{med}\right] \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

d. Distribusi Weibull

$$X_i = \ln(t_i) \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

$$Y_i = \ln\left[\ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right)\right] \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

5. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi dilakukan dengan uji spesifik *Goodness of Fit* untuk memastikan distribusi data yang dipilih telah mewakili data dan memiliki probabilitas yang lebih besar dalam menolak distribusi yang tidak sesuai. Pengujian masing – masing distribusi berbeda, seperti Uji *Bartlett* untuk distribusi Eksponensial, Uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk distribusi Normal dan Log-Normal, serta Uji *Mann's* yang digunakan untuk distribusi Weibull.

Ho : Data kerusakan atau perbaikan yang mendekati distribusi tertentu

H1 : Data kerusakan atau perbaikan yang tidak mendekati distribusi tertentu

a. Uji *Barlet* untuk Eksponensial

Hipotesis yang digunakan:

Ho : Data *time failure* berdistribusi Eksponensial

H1 : Data *time failure* tidak berdistribusi Eksponensial

Uji statistik:

$$B = \frac{2r \left[\ln\left(\frac{1}{r}\right) \sum_{t=1}^r t_i - \left(\frac{1}{r}\right) \sum_{t=1}^r \ln t_i \right]}{1 + \frac{(r+1)}{6r}} \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana,

B : nilai uji statistik *Barllet's Test*

r : jumlah kerusakan

ti : data waktu kerusakan ke-i

Ho diterima apabila nilai B berada dalam wilayah kritis dengan persamaan:

$$X^2 \left(1 - \frac{\alpha}{2x - 1}\right) < B < X^2 \left(\frac{\alpha}{2} x - 1\right)$$

b. Uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk Normal dan Log-Normal

Hipotesis yang digunakan:

Ho : data *time failure* berdistribusi Normal / Log-Normal

H1 : data *time failure* tidak berdistribusi Normal / Log-Normal

Tes statistik,

$$D_n = \max (D_1, D_2) \dots\dots\dots(3.12)$$

Dimana,

$$D_1 = \max \left\{ \left(\frac{t_i - \mu}{s} \right) - \left(\frac{t-1}{n} \right) \right\} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$D_2 = \max \left\{ \left(\frac{i}{n} \right) - \left(\frac{t_i - \mu}{s} \right) \right\} \dots\dots\dots(3.14)$$

Cumulative Probability

$$F(t) = \left(\frac{t_i - \mu}{\sigma} \right) \dots\dots\dots(3.15)$$

$$\mu = \left(\frac{\sum_{i=1}^r \ln t_i}{n} \right) \dots\dots\dots(3.16)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^r (\ln t_i - \mu)^2}{n}} \dots\dots\dots(3.17)$$

Dimana,

ti : *time to failure* ke-i

μ : rata – rata *time to failure*

s : standar deviasi

n : banyaknya data

Bila nilai $D_n < D_{crit}$ maka Ho diterima, dan apabila sebaliknya nilai $D_n > D_{crit}$ maka Ho ditolak. Nilai D_{crit} diperoleh dari tabel *critical value for the Kolmogorov- Smirnov test for normality*. Perbedaan pengujian distribusi Normal dengan Log-Normal adalah pada penggunaan ti apabila Log-Normal menggunakan nilai $t_i = \ln (t_i)$.

c. Uji *Mann's* untuk Weibull

Hipotesis yang digunakan:

Ho : data *time failure* berdistribusi Weibull

H1 : data *time failure* tidak berdistribusi Weibull

Uji statistik:

$$M = \frac{k_1 \sum [\ln ti + (\frac{1-\ln ti}{M_i})]}{k_2 \sum [\ln ti + (\frac{1-\ln ti}{M_i})]} \dots\dots\dots(3.18)$$

Dengan,

$$k_1 = \left(\frac{r}{2}\right) \dots\dots\dots(3.19)$$

$$k_2 = \left(\frac{r-1}{2}\right) \dots\dots\dots(3.20)$$

$$M_i = Z(i + 1) - Z_i \dots\dots\dots(3.21)$$

$$Z_i = \ln[-\ln(1 - \frac{i-0,5}{n+0,25})] \dots\dots\dots(3.22)$$

Dimana,

ti : data antar waktu kerusakan ke-i

n : jumlah data antar kerusakan suatu komponen

Mi : nilai pendekatan *Mann's test* untuk data ke-i

M 0,05;k1;k2: nilai distribusi Weibull

r : banyak data

r/2 : bilangan bulat

Bila $M > F_{crit}$ maka H1 diterima. Namun sebaliknya apabila $M < F_{crit}$ maka H1 ditolak. Nilai F_{crit} diperoleh dari tabel distribusi F dengan $v_1 = 2k_1$ dan $v_2 = 2k_2$.

6. Parameter Penggunaan Metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE).

Parameter metode MLE setiap distribusinya sebagai berikut:

- a. Distribusi Weibull menggunakan parameter β (*shape parameter*) dan θ (*scale parameter*)

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n ti^\beta \ln ti}{\sum_{i=1}^n ti^\beta} - \frac{1}{\beta} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln ti = 0 \dots\dots\dots(3.23)$$

$$\theta = \left[\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n \ln ti)\right]^{1/\beta} \dots\dots\dots(3.24)$$

- b. Distribusi Normal menggunakan parameter σ dan μ

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n ti}{n} \dots\dots\dots(3.25)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ti-\mu)^2}{n}}; \text{ untuk } n > 30 \text{ dan,} \dots\dots\dots(3.26)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \mu)^2}{n}}; \text{ untuk } n \leq 30 \quad \dots\dots\dots(3.27)$$

- c. Distribusi Lognormal menggunakan parameter s (parameter bentuk) dan $tmed$ (parameter lokasi).

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad \dots\dots\dots(3.28)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \mu)^2}{n}} \quad \dots\dots\dots(3.29)$$

$$tmed = e^\mu \quad \dots\dots\dots(3.30)$$

- d. Distribusi Eksponensial menggunakan parameter λ .

$$\lambda = \frac{n}{T} \quad \dots\dots\dots(3.31)$$

dimana n adalah jumlah kerusakan

$$T = \sum_{i=1}^n t_i, \text{ yaitu jumlah waktu kerusakan}$$

7. Mean Time To Failure (MTTF)

MTTF atau *mean time to failure* merupakan nilai rata – rata selang waktu interval waktu kerusakan yang merupakan waktu ekspektasi terjadinya suatu kegagalan atau kerusakan.

$$MTTF = E(t) = \int_0^\infty t f(t) dt \quad \dots\dots\dots(3.32)$$

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \quad \dots\dots\dots(3.33)$$

Sehingga,

$$MTTF = \int_0^\infty -\frac{dR(t)}{dt} t dt \quad \dots\dots\dots(3.34)$$

$$MTTF = \int_0^\infty R(t) dt \quad \dots\dots\dots(3.35)$$

Berikut ini perhitungan MTTF masing – masing distribusi:

- a. Distribusi Eksponensial

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad \dots\dots\dots(3.36)$$

- b. Distribusi Normal

$$MTTF = \mu \quad \dots\dots\dots(3.37)$$

- c. Distribusi Log-Normal

$$MTTF = tmed \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \quad \dots\dots\dots(3.38)$$

- d. Distribusi Weibull

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \dots\dots\dots(3.39)$$

8. Mean Time To Repair (MTTR)

MTTR atau *mean time to repair* adalah nilai rata – rata dari lamanya waktu perbaikan yang diharapkan.

$$MTTR = \int_0^{\infty} th(t)dt = \int_0^{\infty} (1 - H(t))dt \dots\dots\dots(3.40)$$

Keterangan:

(t) : fungsi distribusi peluang untuk data waktu perbaikan

H(t) : fungsi distribusi kumulatif untuk data waktu perbaikan

Berikut ini perhitungan MTTR masing – masing distribusi:

a. Distribusi Eksponensial

$$MTTR = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots(3.41)$$

b. Distribusi Normal

$$MTTR = \mu \dots\dots\dots(3.42)$$

c. Distribusi Log-Normal

$$MTTR = tmed . e^{\frac{s^2}{2}} \dots\dots\dots(3.43)$$

d. Distribusi Weibull

$$MTTR = \theta . \Gamma (1 + \frac{1}{\beta}) \dots\dots\dots(3.44)$$

Nilai $\theta . \Gamma$ dapat dilihat pada tabel fungsi gamma.

9. Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen

Perhitungan interval waktu pergantian komponen dilakukan berdasarkan *minimasi downtime*, yaitu pemilihan hasil minimum untuk mengurangi waktu *downtime* dengan metode *Age Replacement*. Perhitungan *Age Replacement* dilakukan dengan *trial and error* dengan distribusi yang telah digunakan sebelumnya dan telah diuji validitasnya pada MTTF. Penentuan interval penggantian *minimasi downtime* didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$D(tp) = \frac{Tp.R(tp)+Tf(1-R(tp))}{(tp+Tp)R(t)+(M(tp)+Tf).(1-R(tp))} \dots\dots\dots(3.45)$$

Keterangan,

tp : interval waktu penggantian

Tf : waktu melakukan penggantian kerusakan komponen

Tp : waktu melakukan penggantian preventif

R(tp) : probabilitas terjadinya penggantian pencegahan saat tp

M(tp) : waktu rata-rata terjadinya kerusakan penggantian perbaikan masa tp

10. Frekuensi Pemeriksaan dan Interval Waktu Pemeriksaan

Pemeriksaan dilakukan sebagai upaya tindakan menekan laju kerusakan atau kegagalan mesin, menjaga performa mesin dan minimasi *downtime* akibat adanya kerusakan tidak terencana atau yang terjadi secara tiba – tiba dan menyebabkan pembesaran atau kenaikan biaya.

$$D(n) = \lambda(n). T_f + nT_i \quad \dots\dots\dots(3.46)$$

$D(n)$ = *downtime* karena perbaikan per unit waktu + *downtime* pemeriksaan per unit waktu

Dimana,

$$\lambda(n) = \frac{k}{n} \text{ sehingga } \lambda'(n) = \frac{k}{n^2} \quad \dots\dots\dots(3.47)$$

$$k = \frac{\text{frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{periode terjadinya kerusakan}} \quad \dots\dots\dots(3.48)$$

$$T_f = \frac{1}{\mu}; T_i = \frac{1}{i} \quad \dots\dots\dots(3.49)$$

Sehingga,

$$D(n) = \frac{\lambda(n)}{\mu} + \frac{n}{i} \text{ atau } D(n) = \frac{k}{n \cdot \mu} + \frac{n}{i} \quad \dots\dots\dots(3.50)$$

Diferensiasi persamaan:

$$D'(n) = \frac{k}{n^2 \cdot \mu} + \frac{n}{i} = 0 \quad \dots\dots\dots(3.51)$$

Sehingga frekuensi pemeriksaan:

$$n = \sqrt{\frac{k \cdot i}{\mu}} \quad \dots\dots\dots(3.52)$$

Keterangan:

$\lambda(n)$: laju kerusakan yang terjadi

k : nilai konstan dari jumlah kerusakan persatuan waktu

T_f : waktu rata – rata melakukan penggantian

T_i : waktu rata – rata melakukan pemeriksaan

n : frekuensi yang dilakukan persatuan waktu

11. Perhitungan *Reliability* Sebelum dan Sesudah Dilakukan Tindakan Perawatan Pencegahan.

Meningkatkan keandalan atau *reliability* dapat dilakukan dengan adanya pencegahan melalui perawatan. Perawatan pencegahan ini akan mengurangi pengaruh dari *wear-out* dan menunjukkan hasil signifikan dari umur mesin. Model *realibility* ini mengasumsikan sistem kembali ke kondisi baru setelah adanya penjalanan perawatan pencegahan.

$$R(m) = R(t) \text{ untuk } 0 \leq t < T \quad \dots\dots\dots(3.53)$$

$$R_m(t) = R(t-T) \text{ untuk } T \leq t < 2T \quad \dots\dots\dots(3.54)$$

Dimana,

T = interval waktu penggantian pencegahan kerusakan

$R_m(t)$ = Keandalan dari sistem perawatan pencegahan

$R(t)$ = Keandalan sistem tanpa perawatan pencegahan

$R(T)$ = Peluang dari keandalan hingga perawatan pencegahan pertama

$R(t-T)$ = Peluang dari keandalan antara $t-T$ setelah sistem dikembalikan pada kondisi awal pada saat T

Secara umum persamaanya adalah sebagai berikut:

$$R(m) = T(t)^n \cdot R(t - T) \quad \dots\dots\dots(3.55)$$

Untuk $nT \leq t < (n+1)T$ dan $n = 0, 1, 2, \dots$

Dimana,

n = Jumlah perawatan pencegahan yang telah dilakukan sampai saat ini

T = Interval waktu perawatan pencegahan

$R(t)^n$ = Probabilitas dari keandalan hingga n selang waktu perawatan

$R(t-nT)$ = Probabilitas keandalan untuk waktu $t-nT$ dari perawatan *preventive* terakhir

Rumus untuk tiap-tiap distribusi sebelum adanya perawatan *preventive* adalah sebagai berikut:

a. Distribusi Eksponensial

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad \dots\dots\dots(3.56)$$

b. Distribusi Normal

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots\dots(3.57)$$

c. Distribusi Log-Normal

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad \dots\dots\dots(3.58)$$

d. Distribusi Weibull

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad \dots\dots\dots(3.59)$$

Sedangkan rumus untuk tiap distribusi setelah tindakan perawatan *preventive* dilakukan adalah:

a. Distribusi Eksponensial

$$R(t - nT) = \exp[-\lambda(t - nT)] \quad \dots\dots\dots(3.60)$$

b. Distribusi Normal

$$R(t - nT) = 1 - \Phi\left[\frac{(t-nT)-\mu}{\sigma}\right] \quad \dots\dots\dots(3.61)$$

c. Distribusi Log-Normal

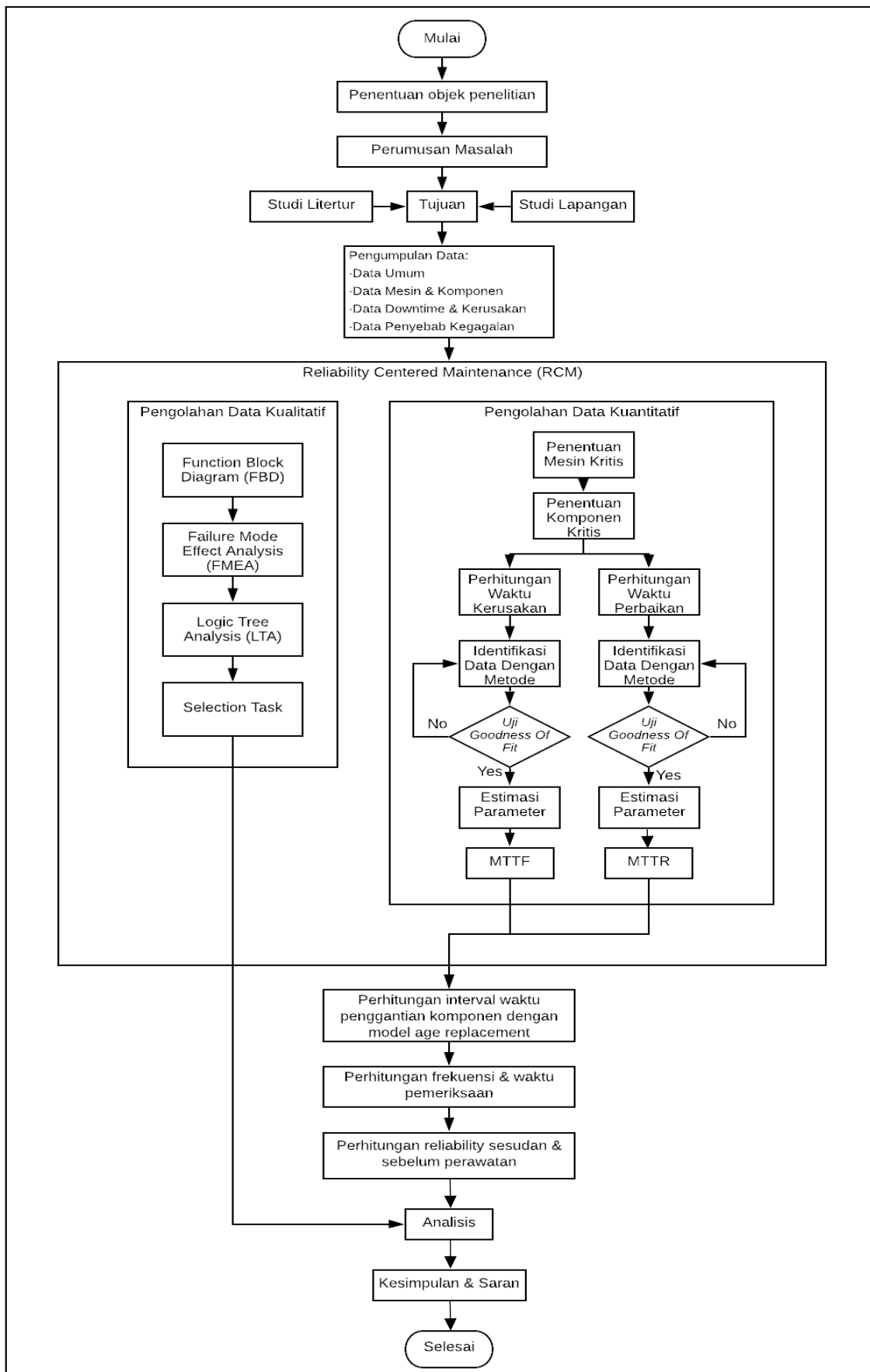
$$R(t - nT) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t-nT}{tmed}\right) \quad \dots\dots\dots(3.62)$$

d. Distribusi Weibull

$$R(t - nT) = \exp\left[-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta\right] \quad \dots\dots\dots(3.63)$$

3.5 Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada objek penelitian. Pada tahap selanjutnya, dilakukan perumusan masalah dalam menentukan fokus penelitian. Kajian literatur yang meliputi kajian induktif dan deduktif dilakukan untuk menyusun *state of the art* dan teori dasar yang mendukung fokus penelitian. Tahap selanjutnya dilakukan pengumpulan data sesuai dengan fokus penelitian. Data tersebut dijadikan sebagai dasar dalam melakukan pengolahan data. Permasalahan yang telah diidentifikasi dan dirumuskan kemudian didefinisikan ke dalam proses *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk menentukan komponen kritis. Tahap selanjutnya, dari komponen kritis dilakukan perhitungan dengan proses *Age Replacement*. Adapun Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan keseluruhan alur dari penelitian ini.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian pada gambar diatas, dapat dijabarkan secara jelas dan tertulis sebagai berikut:

1. Penentuan Objek Penelitian

Objek penelitian ditentukan untuk mendapatkan lokasi atau tempat yang dapat dilakukan penelitian. Tahap ini dilakukan perizinan terhadap pihak kampus dan pihak perusahaan. Pada penelitian ini perusahaan yang dimaksud adalah UD Hasby *Garment* Ponorogo.

2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah ditentukan berdasarkan permasalahan yang ada di UD Hasby.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai data pendukung dan memperkuat penggunaan teori dalam penelitian.

4. Studi Lapangan

Studi lapangan dipelajari sebagai persiapan dalam pengambilan data konkrit atau data yang diambil langsung di tempat penelitian. Pada penelitian ini studi lapangan dilakukan dengan cara wawancara dan pengamatan langsung di lantai produksi.

5. Tujuan

Tujuan dalam suatu penelitian harus di tentukan dengan jelas agar terfokus dan hasil akhir yang diharapkan dapat sesuai.

6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai langkah pengaplikasian studi lapangan. Pada penelitian ini, data yang dikumpulkan terdiri dari:

- Data umum perusahaan
- Data mesin dan komponennya
- Data *downtime* dan kerusakan
- Data mode kegagalan

7. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Penelitian menggunakan dua metode, salah satunya adalah *reliability centered maintenance* (RCM). Metode ini dalam pengolahannya terbagi menjadi dua, yaitu secara kualitatif dan secara kuantitatif yang hasilnya tidak saling terkait, sehingga hasil pengolahan secara kualitatif dn kuantitatif bisa berbeda.

a. Pengolahan Data Kualitatif

- *Function Block Diagram* (FBD)

Pada pengolahan kualitatif, tahap pertama adalah pembuatan kotak diagram atau FBD yang menunjukkan alur fungsi mesin.

- *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

Tahap kedua pengolahan secara kualitatif adalah FMEA, yang mana akan menghasilkan nilai RPN dengan hasil pengisian matriks komponen.

- *Logic Tree Analysis (LTA)*

LTA dilakukan sebagai klasifikasi mode kerusakan atau kegagalan yang diprioritaskan

- *Selection Task*

Selection task atau task selection merupakan tahap akhir dari RCM pengolahan secara kualitatif. Tahap ini menghasilkan tindakan perawatan.

b. Pengolahan Data Kuantitatif

Pengolahan secara kuantitatif dilakukan dengan mengidentifikasi mulai dari penentuan mesin kritis hingga komponen kritis yang diolah berdasarkan data kerusakan yang ada.

- Penentuan Mesin Kritis

Mesin kritis didapat dari kegagalan mesin dengan nilai *downtime* tertinggi

- Penentuan Komponen Kritis

Setelah didapatkan mesin kritis dengan nilai *downtime* tertinggi, maka dilakukan penentuan komponen kritis dengan *downtime* tertinggi dari mesin kritis yang didapat .

- Perhitungan Waktu Antar Kerusakan

Perhitungan waktu antar kerusakan dilakukan sebagai salah satu langkah untuk mendapatkan nilai waktu ekspektai terjadinya kegagalan (MTTF)

- Perhitungan Waktu Perbaikan

Perhitungan waktu perbaikan dilakukan sebagai salah satu langkah untuk mendapatkan nilai lamanya waktu perbaikan (MTTR)

- Identifikasi Data Dengan Metode

Mengidentifikasi distribusi komponen dengan menghitung masing – masing distribusi.

- *Uji Goodness Of Fit*

Dari hasil identifikasi data dengan metode yang menghasilkan *index of fit*, yang mana selanjutnya dilakukan uji spesifikasi untuk memastikan distribusi datanya telah mewakili data.

- Estimasi Parameter

Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode MLE (*maximum likelihood estimator*). Dalam penelitian ini menggunakan distribusi weibull dan log normal.

- MTTF

MTTF atau *mean time to failure* merupakan nilai rata – rata selang waktu interval kerusakan

- MTTR

MTTR atau *mean time to repair* merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata – rata lamanya perbaikan

8. Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui waktu penggantian komponen yang dilakukan berdasarkan dari minimasi *downtime* dengan menggunakan metode *Age Replacement*.

9. Perhitungan Waktu Pemeriksaan

Perhitungan ini dilakukan untuk menemukan waktu pemeriksaan terbaik dan menekan laju kegagalan mesin.

10. Perhitungan *Reliability*

Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung keandalan sebelum tindakan perawatan dan sesudah dilakukannya tindakan perawatan.

11. Analisis

Analisis penelitian dilihat dari hasil pengolahan data secara kuantitatif maupun kualitatif. Tujuannya untuk memperjelas atau menunjukkan nilai yang muncul. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar mengevaluasi dan mengusulkan jawaban untuk permasalahan.

12. Kesimpulan dan Saran

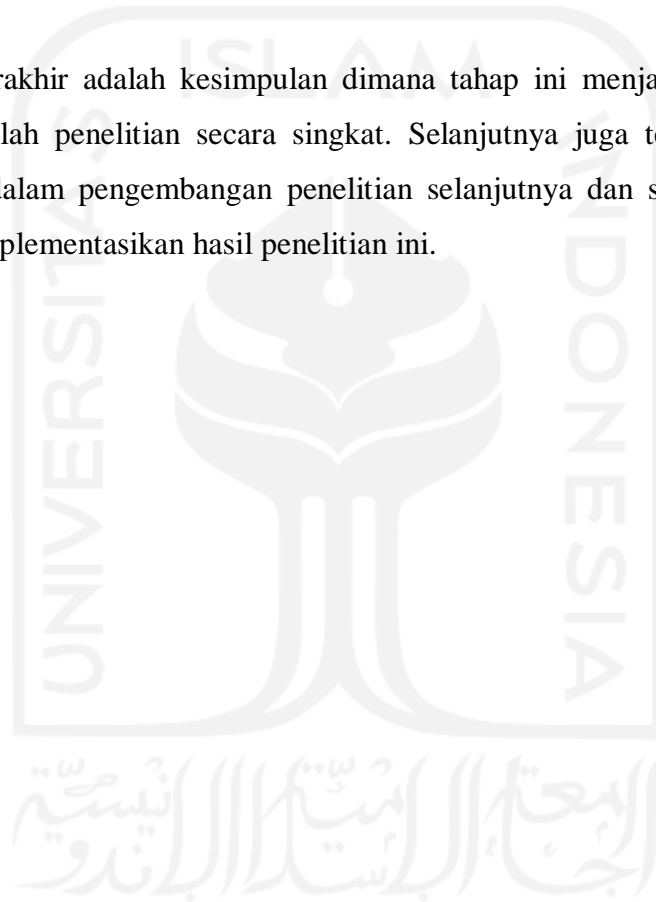
Pada tahap terakhir adalah kesimpulan dimana tahap ini menjawab pertanyaan pada rumusan masalah penelitian secara singkat. Selanjutnya juga terdapat saran sebagai rekomendasi dalam pengembangan penelitiann lanjutan dan saran bagi perusahaan.

3.6 Analisa Hasil

Pada penelitian ini analisa dilakukan dengan menganalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Selanjutnya dilakukan perbandingan *reliability* sekarang dan sesudah penerapan *preventive maintenance*. Analisa penelitian ini menggunakan alat bantu dalam pengolahan datanya, yaitu menggunakan laptop, *microsoft excel*, dan alat tulis.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap terakhir adalah kesimpulan dimana tahap ini menjawab pertanyaan pada rumusan masalah penelitian secara singkat. Selanjutnya juga terdapat saran sebagai rekomendasi dalam pengembangan penelitian selanjutnya dan saran bagi perusahaan dalam mengimplementasikan hasil penelitian ini.



BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Latar Belakang Perusahaan

4.1.1 Nama Perusahaan

Perusahaan yang menjadi lokasi penelitian tugas akhir adalah UD Hasby. UD Hasby merupakan perusahaan *garment* berbentuk perseorangan atau bentuk usaha yang dimiliki oleh satu pemegang saham, yaitu bapak Tohir Fauzi. UD Hasby didirikan pada tahun 1993 hingga sekarang memiliki jumlah pekerja sebanyak 154 karyawan. Gambar 4.1 dibawah ini merupakan logo dari perusahaan UD Hasby:



Gambar 4.1 Logo UD Hasby

4.1.2 Visi dan Misi

Adapun visi dan misi UD Hasby adalah sebagai berikut:

1. Visi UD Hasby

Adapun visi dari UD Hasby adalah terwujudnya “Masyarakat sejahtera dalam ridho illahi melalui perusahaan fashion berstandar internasional”.

2. Misi UD Hasby

Berikut merupakan misi UD Hasby:

- a. Memberikan pelayanan yang prima kepada para pelanggan dengan menghasilkan produk berkualitas.
- b. Menciptakan lapangan kerja dengan penghasilan yang layak bagi para anggota team.
- c. Membangun sasaran peribadatan yang menghidupkan kegiatan pembinaan masyarakat.
- d. Mewujudkan keluarga yang terdidik, sejahtera dan harmonis dalam suasana islam.

4.1.3 Sejarah Berdirinya Perusahaan

UD Hasby adalah usaha yang bergerak dibidang *garment* yang mulai dirintis pada tahun 1993. Usaha ini dimulai dengan menjual pakaian keliling oleh bapak Tohir Fauzi, selaku pendiri UD Hasby. UD Hasby beberapa kali mengalami perubahan nama, pada tahun 1995 usaha tersebut bernama “Mega Collection”, dan pada tahun 1995 pula menjadi awal bapak Tohir mulai membeli satu unit mesin jahit untuk menjahit sendiri pakaian yang dijual. Lalu pada tahun 1996 mengalami perubahan nama lagi menjadi “Hasby”, yang diambil dari nama anak pertamanya yaitu Muhammad Hasby Ash-Shiddiqy yang dipakai namanya hingga saat ini. Seiring berjalannya waktu, usaha yang dikelola bapak Tohir Fauzi semakin berkembang dan menjadi perusahaan konveksi pertama di Ponorogo. Pada masa awal berdirinya usaha tersebut dibantu oleh tim beranggotakan dari kalangan keluarga, yang terus berkembang dengan dilakukannya perekrutan karyawan bagi masyarakat sekitar (Ponorogo).

Pada awal tahun 2000 hingga tahun 2007, UD Hasby menguasai pasar produksi di Ponorogo dan masyarakat telah mengenal “Hasby” sebagai usaha konveksi kaos dan sablon. Usaha tersebut terus berkembang, hingga akhirnya bapak Tohir mulai membuka satu persatu usaha lainnya yaitu dibidang pertanian, perhiasan, aksesoris, rental, digital printing, properti, dan plavon pvc. Dari total tujuh usaha tersebut didirikan menggunakan dana pinjaman dari bank konvensional.

Selama perjalanan, usahanya mengalami jatuh bangun. Pada tahun 2016 bapak Hasby, anak dari bapak Tohir mulai membantu mengelola usaha, dan pada tahun 2016 hingga 2017 tersebut ketujuh usaha ditutup dan difokuskan pada usaha awal yaitu UD Hasby yang bergerak dibidang konveksi/*garment*.

Pada akhir tahun 2017 dilakukan pembangunan tempat produksi baru, dan mulai aktif beroperasi pada awal tahun 2018. Di tahun 2018 pula, UD Hasby mulai menggunakan modal pribadi dan menerapkan sistem syariah dalam manajemen perusahaannya. Perubahan manajemen tidak hanya diterapkan pada operasional usahanya saja, tetapi juga diterapkan kepada karyawan seperti adanya pelaksanaan shalat dhuha, shalat dzuhur, dan shalat ashar berjama'ah, serta adanya sistem denda bila tidak melaksanakannya. Hal ini dilakukan karena adanya keinginan membangun usaha yang tidak hanya bertaraf internasional, tetapi juga bertaraf akhirat. Akan tetapi perubahan tersebut mengalami penolakan dan mempengaruhi SDM yang dimiliki, yaitu banyaknya karyawan yang mengundurkan diri/*resign* mencapai 90%, sehingga UD Hasby harus melakukan perekrutan.

Saat ini UD Hasby mulai menerapkan sistem yang lebih modern dan melakukan kerjasama dengan Balai Latihan Kerja (BLK) dan Balai Diklat Industri (BDI). UD Hasby akan terus melakukan pengembangan usahanya, yang saat ini sudah mencapai lingkup penjualan seluruh Indonesia, serta cakupan luar negeri seperti Malaysia, Singapura, Brunei Darusalam dan Turki. Selain memproduksi produk secara *make to order* (MTO) sesuai pesanan customer, UD Hasby juga mengembangkan produknya sendiri seperti kaos polos, pakaian anak – anak, dan masih akan di kembangkan lagi lingkup produksinya.

4.1.4 Budaya dan Motivasi Kerja Perusahaan

UD Hasby memiliki 9 (sembilan) budaya perusahaan yang dibangun, terutama budaya yang diterapkan pada karyawannya, yaitu:

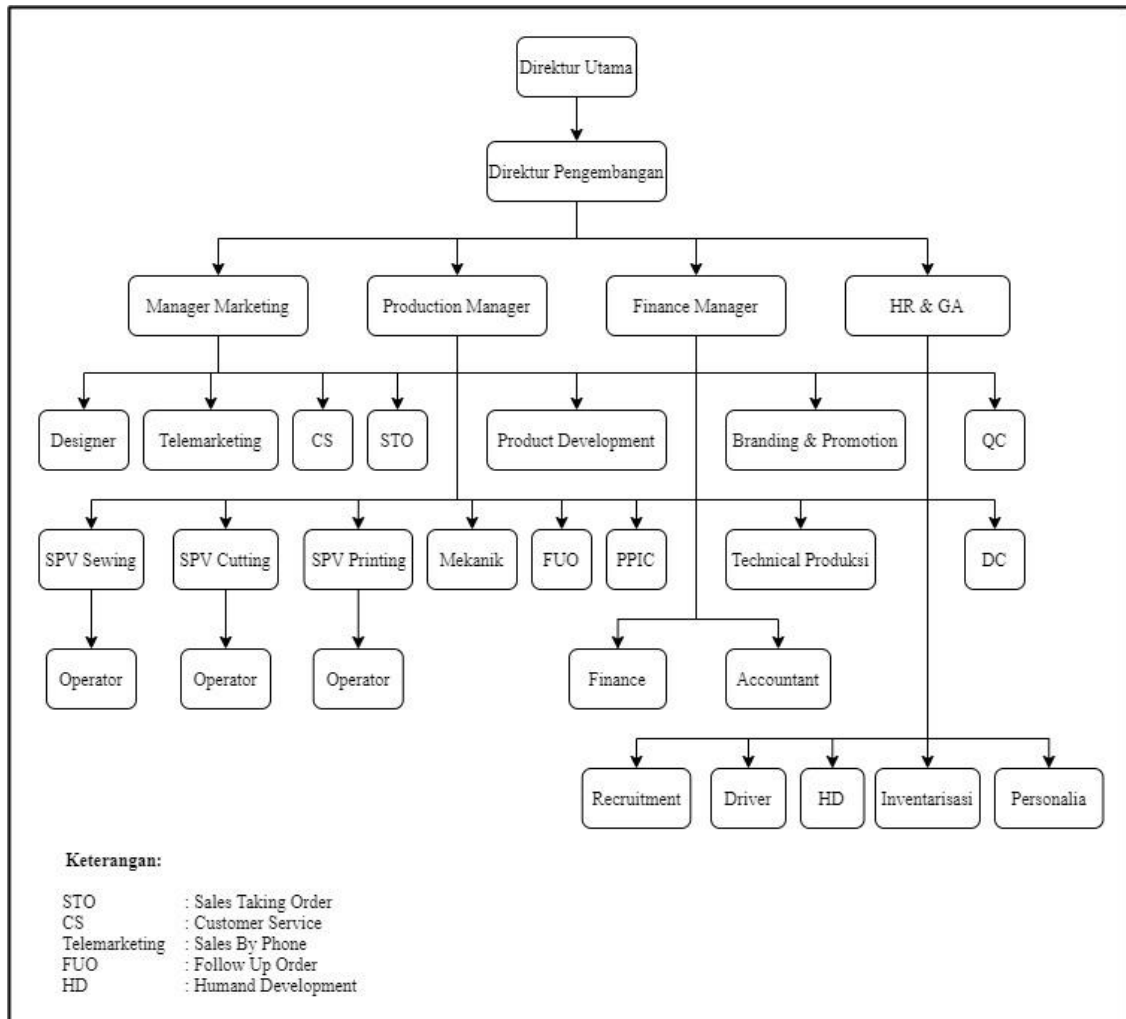
1. Pandai bersyukur
2. Sabar
3. Matang
4. Kerja keras
5. Berani
6. Fokus
7. Rajin beribadah
8. Disiplin, dan
9. Hemat

Selain budaya perusahaan, UD Hasby juga memiliki motivasi kerja yang bertujuan meningkatkan produktivitas, serta mempertahankan loyalitas dan kestabilan semangat kerja karyawan. Motivasi kerja tersebut adalah “S-T-N-K”, yaitu selalu semangat, taat dan disiplin, nyata hasilnya, dan kreatif.

4.1.5 Struktur Organisasi

Struktur organisasi memberikan gambaran terhadap bagaimana tanggung jawab dan wewenang yang dimiliki dan dijalankan sebuah perusahaan. Struktur organisasi memberikan penjelasan terkait siapa bertanggung jawab kepada siapa, dan kejelasan mengenai tanggung jawab yang dimiliki oleh seseorang di dalam struktur kerja.

Demikian juga struktur organisasi yang ada di UD Hasby, struktur organisasi tersebut dibuat sebagai sarana untuk menekankan adanya pembagian tugas, wewenang, tanggung jawab serta koordinasi dari pimpinan kepada karyawan. UD Hasby memiliki puncak pimpinan tertinggi yaitu Direktur Utama yang merupakan pemilik dari usaha UD Hasby. Direktur Utama dibantu dibawahnya oleh Direktur Pengembangan, dan juga membawahi *Production Manager* yang menangani 8 (delapan) bagian, *Marketing Manager* yang menangani 7 (tujuh) bagian, *Finance Manager* yang menangani 2 (dua) bagian, dan *HR & GA Manager* yang menangani 5 (lima) bagian. Berikut ini merupakan gambar 4.2 Struktur Organisasi dari UD Hasby:

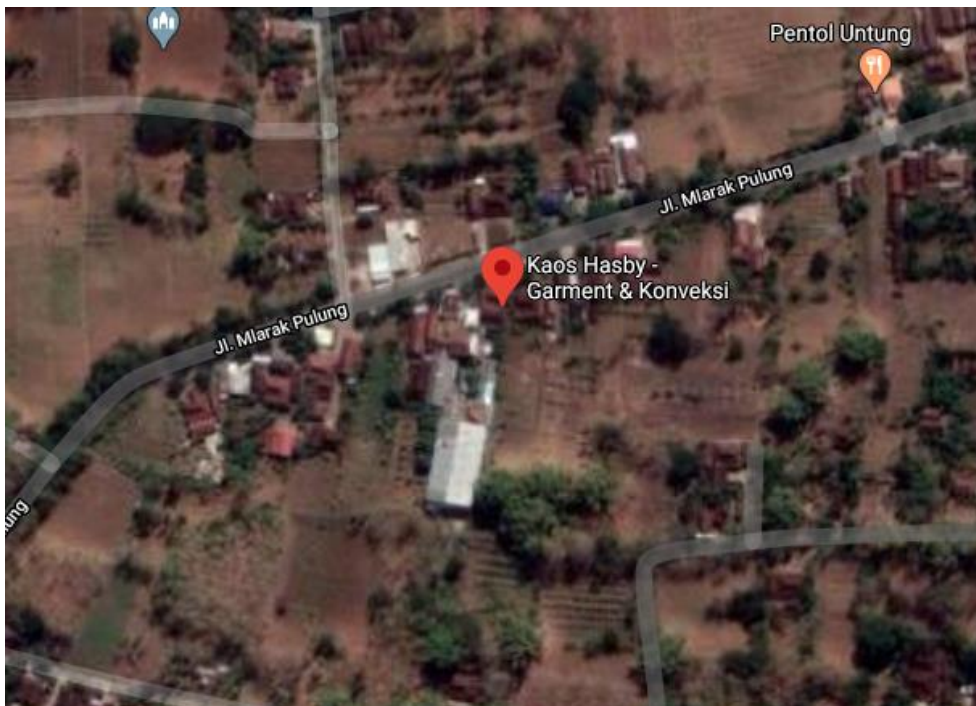


Gambar 4.2 2 Struktur Organisasi UD Hasby

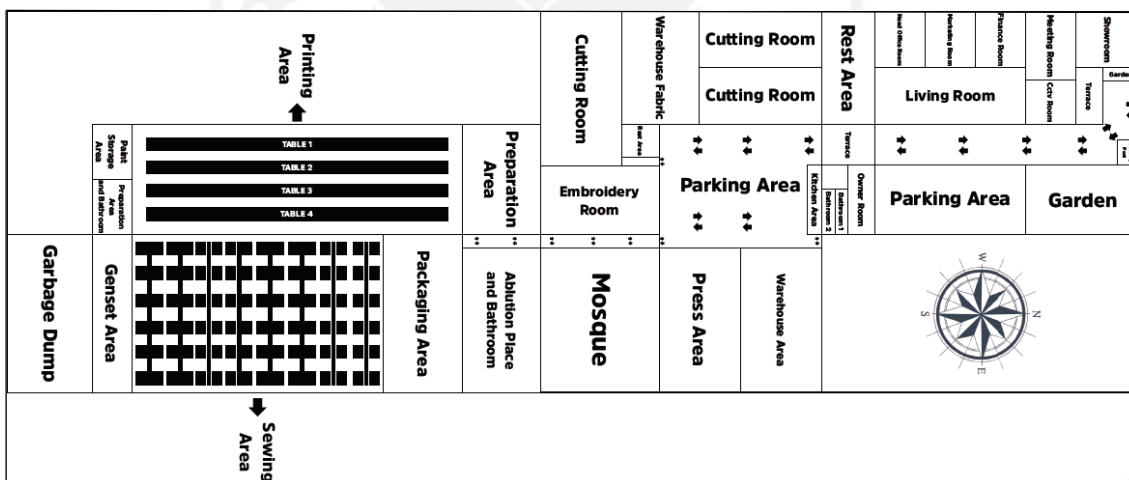
4.1.6 Lokasi

Lokasi perusahaan atau tempat produksi dari usaha UD Hasby berada di Jln. Mlarak – Pulung No.32 Desa Mlarak, Kecamatan Ponorogo, Jawa Timur.

Berikut ini merupakan peta lokasi UD Hasby pada gambar 4.3, dan *layout* lantai produksi UD Hasby pada gambar 4.4



Gambar 4.3 Lokasi UD Hasby di Ponorogo



Gambar 4.4 Layout UD Hasby

4.1.7 Waktu Kerja

UD Hasby memiliki 2 (dua) pola waktu kerja. Waktu kerja secara *day time* dengan jam kerja sebagai berikut:

1. Senin – Kamis : 07.30 – 17.00
- Jam istirahat : 12.30 – 13.00 (ISHOMA)
- 15.00 – 15.15 (ISHO)

2. Jum'at : 07.30 – 17.00
Jam istirahat : 11.30 – 13.00 (ISHOMA)
15.00 – 15.15 (ISHO)
3. Sabtu : 07.30 – 12.00

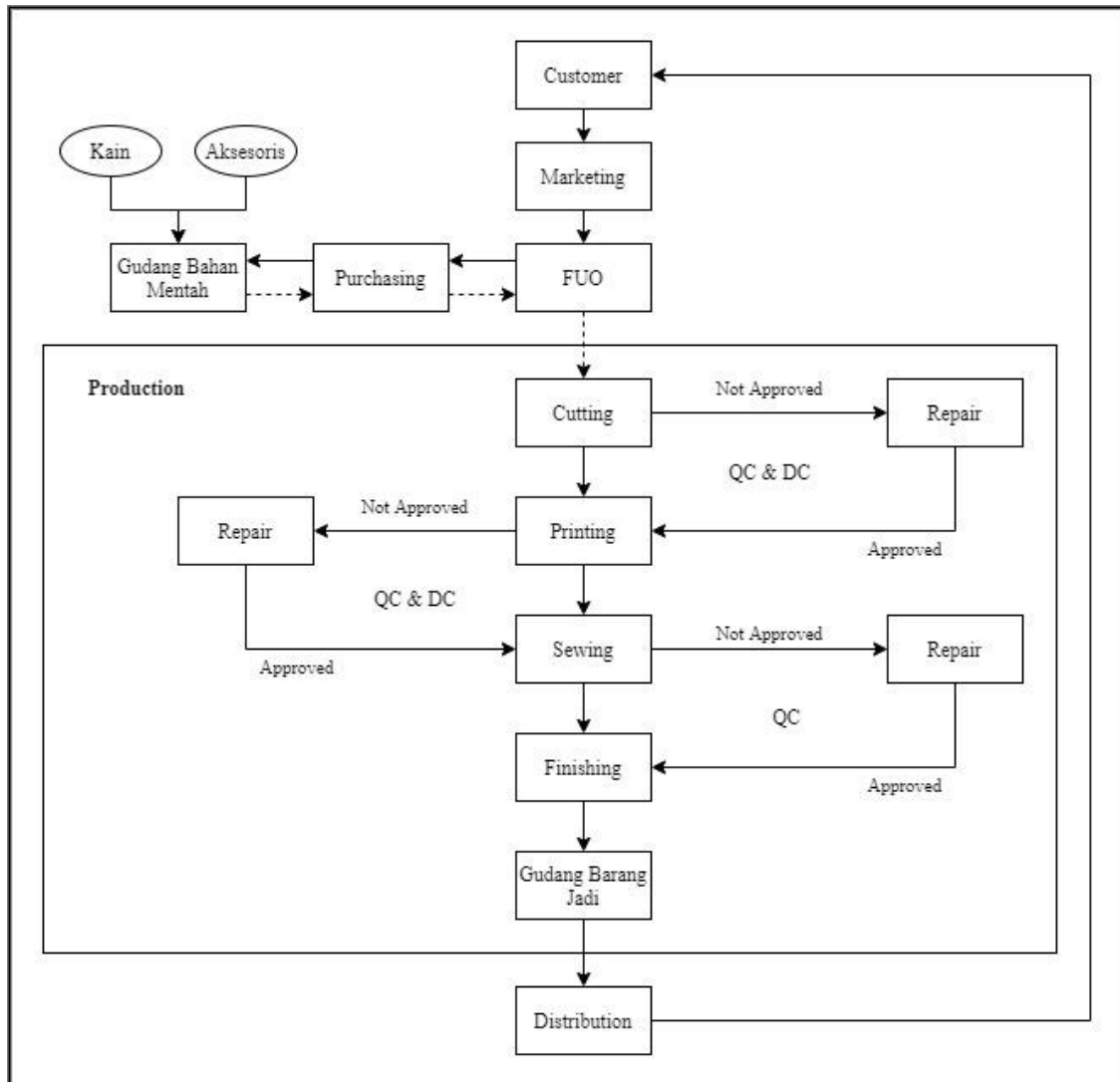
Waktu kerja secara *shift*, hanya berlaku bagi operator bagian *printing*, yaitu dengan tambahan waktu *shift* pada jam 19.30 – 04.30.

Pada 15 (lima belas) menit awal waktu kerja masuk, pukul 07.30 di lakukan shalat dhuha berjama'ah hingga pukul 07.45.

4.2 Proses Produksi

Sistem produksi terdiri dari sistem yang meliputi seluruh bagian yang terdiri dari susunan yang terstruktur dan fungsional. Sistem industri sendiri, didalamnya terjadi suatu sistem perubahan yang bernilai tambah. Mengubah *input* menjadi *output* yang dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasaran (Gaspersz, 1998).

Alur proses penting dari produksi kaos di UD Hasby secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Proses Produksi UD Hasby

Sistem produksi di UD Hasby menggunakan jenis *intermittent process* atau sistem produksi yang berjalan berdasarkan permintaan konsumen. Dalam sistem produksi tersebut pula memiliki pola dan aturan yang tidak selalu sama.

Pada penelitian ini, memfokuskan mesin yang berada di divisi *Sewing* atau proses menjahit / menggabungkan komponen pakaian yang telah dipotong menjadi pakaian jadi. Divisi sewing pada UD Hasby terdapat 5 (lima) jenis mesin dalam produksinya, mesin tersebut terdiri dari mesin *overlock* atau obras benang 4 dengan jumlah 90 (sembilan puluh) mesin, mesin *single needle* dengan jumlah 26 (dua puluh enam) mesin, mesin *double needle* dengan jumlah 3 (tiga) mesin, mesin *overdek* dengan jumlah 12 (duabelas) mesin, dan mesin *kansai* dengan jumlah 1 (satu) mesin. Berikut ini Gambar 4.6 hingga 4.10 merupakan mesin yang ada di divisi *sewing* UD Hasby *Garment Ponorogo*:



Gambar 4.6 Mesin *Overlock*



Gambar 4.7 Mesin *Single Needle*



Gambar 4.8 Double Needle



Gambar 4.9 Mesin Overdek



Gambar 4.10 Mesin Kansai

4.3 Pengumpulan Data

4.3.1 Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Mesin Divisi Sewing

Data *downtime* dari mesin yang ada di divisi *sewing* berikut ini tercantum dalam Tabel 4.1 yang diambil mulai dari periode Februari 2019 sampai dengan Februari 2020.

Tabel 4.1 Data Waktu Kerusakan Mesin Divisi Sewing

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
Overlock	01/Mar/2019 10.00	01/Mar/2019 10.07	7	Jarum
	01/Mar/2019 14.15	01/Mar/2019 14.20	5	Jarum
	04/Mar/2019 09.30	04/Mar/2019 11.10	100	Dinamo
	05/Mar/2019 11.00	05/Mar/2019 11.40	40	Needle
	06/Mar/2019 14.15	06/Mar/2019 14.50	35	Looper
	07/Mar/2019 09.15	07/Mar/2019 09.25	10	Jarum
	08/Mar/2019 09.00	08/Mar/2019 09.05	5	Tiang Benang
	11/Mar/2019 13.30	11/Mar/2019 15.21	111	Dinamo
	12/Mar/2019 08.15	12/Mar/2019 08.53	38	Looper
	13/Mar/2019 14.10	13/Mar/2019 14.16	6	Tiang Benang
	14/Mar/2019 10.11	14/Mar/2019 10.20	9	Jarum
	15/Mar/2019 13.39	15/Mar/2019 14.27	48	Needle
	18/Mar/2019 15.13	18/Mar/2019 15.31	18	Pedal
	19/Mar/2019 16.02	19/Mar/2019 16.10	8	Jarum
	20/Mar/2019 08.44	20/Mar/2019 08.50	6	Tiang Benang
	21/Mar/2019 10.11	21/Mar/2019 12.02	111	Dinamo
	22/Mar/2019 14.24	22/Mar/2019 14.39	15	Tension
	25/Mar/2019 13.18	25/Mar/2019 14.11	53	Looper
	25/Mar/2019 13.30	25/Mar/2019 13.39	9	Tiang Benang
	26/Mar/2019 09.30	26/Mar/2019 09.36	6	Jarum
	27/Mar/2019 14.33	27/Mar/2019 15.41	68	Dinamo
	28/Mar/2019 10.22	28/Mar/2019 10.31	9	Jarum
	28/Mar/2019 11.30	28/Mar/2019 11.42	12	Tension
	29/Mar/2019 15.00	29/Mar/2019 15.49	49	Looper
	01/Apr/2019 09.25	01/Apr/2019 10.21	56	Needle
	02/Apr/2019 08.40	02/Apr/2019 10.21	101	Dinamo
	02/Apr/2019 13.18	02/Apr/2019 13.25	7	Jarum
	04/Apr/2019 11.10	04/Apr/2019 11.50	40	Looper
	04/Apr/2019 16.08	04/Apr/2019 16.13	5	Tiang Benang
	05/Apr/2019 14.00	05/Apr/2019 14.06	6	Tiang Benang
	08/Apr/2019 10.00	08/Apr/2019 10.10	10	Jarum
	09/Apr/2019 13.25	09/Apr/2019 14.50	85	Dinamo

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	10/Apr/2019 08.16	10/Apr/2019 08.25	9	Jarum
	11/Apr/2019 14.10	11/Apr/2019 14.18	8	Jarum
	12/Apr/2019 11.11	12/Apr/2019 11.26	15	Tension
	15/Apr/2019 13.16	15/Apr/2019 13.25	9	Tiang Benang
	15/Apr/2019 16.09	15/Apr/2019 16.42	33	Needle
	16/Apr/2019 16.12	16/Apr/2019 16.22	10	Pedal
	18/Apr/2019 13.09	18/Apr/2019 13.57	48	Looper
	19/Apr/2019 09.12	19/Apr/2019 09.31	19	Pedal
	19/Apr/2019 13.12	19/Apr/2019 13.21	9	Jarum
	22/Apr/2019 15.10	22/Apr/2019 15.25	15	Tension
	23/Apr/2019 14.09	23/Apr/2019 14.22	13	Tension
	24/Apr/2019 10.10	24/Apr/2019 11.04	54	Looper
	25/Apr/2019 14.20	25/Apr/2019 14.30	10	Tiang Benang
	26/Apr/2019 13.12	26/Apr/2019 13.20	8	Jarum
	26/Apr/2019 15.17	26/Apr/2019 15.26	9	Tiang Benang
	26/Apr/2019 15.20	26/Apr/2019 17.20	120	Dinamo
	29/Apr/2019 16.00	29/Apr/2019 16.31	31	Needle
	30/Apr/2019 11.10	30/Apr/2019 11.22	12	Tension
	02/Mei/2019 15.21	02/Mei/2019 15.27	6	Jarum
	03/Mei/2019 13.00	03/Mei/2019 14.11	71	Dinamo
	06/Mei/2019 09.10	06/Mei/2019 10.14	64	Dinamo
	06/Mei/2019 10.52	06/Mei/2019 11.01	9	Jarum
	06/Mei/2019 15.40	06/Mei/2019 15.47	7	Jarum
	06/Mei/2019 13.50	06/Mei/2019 13.59	9	Jarum
	07/Mei/2019 13.10	07/Mei/2019 13.27	17	Pedal
	07/Mei/2019 15.48	07/Mei/2019 16.37	49	Looper
	08/Mei/2019 10.39	08/Mei/2019 11.04	25	Pedal
	09/Mei/2019 08.47	09/Mei/2019 09.33	46	Looper
	13/Mei/2019 13.29	13/Mei/2019 13.35	6	Jarum
	14/Mei/2019 09.04	14/Mei/2019 09.19	15	Tension
	15/Mei/2019 09.21	15/Mei/2019 10.08	47	Needle
	15/Mei/2019 13.00	15/Mei/2019 13.06	6	Jarum
	16/Mei/2019 10.41	16/Mei/2019 10.48	7	Tiang Benang
	17/Mei/2019 09.00	17/Mei/2019 09.05	5	Jarum
	20/Mei/2019 16.37	20/Mei/2019 17.57	80	Dinamo
	21/Mei/2019 13.15	21/Mei/2019 13.52	37	Looper
	22/Mei/2019 10.26	22/Mei/2019 10.44	18	Pedal
	23/Mei/2019 14.52	23/Mei/2019 14.57	5	Jarum
	23/Mei/2019 16.43	23/Mei/2019 16.54	11	Tension
	24/Mei/2019 13.25	24/Mei/2019 13.32	7	Tiang Benang
	24/Mei/2019 15.15	24/Mei/2019 16.53	98	Dinamo
	27/Mei/2019 10.10	27/Mei/2019 10.49	39	Looper
	28/Mei/2019 14.09	28/Mei/2019 14.16	7	Tiang Benang

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	28/Mei/2019 16.03	28/Mei/2019 16.17	14	Tension
	29/Mei/2019 14.20	29/Mei/2019 15.18	58	Needle
	30/Mei/2019 09.08	30/Mei/2019 10.01	53	Looper
	31/Mei/2019 13.49	31/Mei/2019 15.49	120	Dinamo
	13/Jun/2019 16.56	13/Jun/2019 17.01	5	Tiang Benang
	13/Jun/2019 11.27	13/Jun/2019 14.00	153	Dinamo
	13/Jun/2019 13.49	13/Jun/2019 13.58	9	Tiang Benang
	13/Jun/2019 15.16	13/Jun/2019 16.10	54	Needle
	14/Jun/2019 14.48	14/Jun/2019 14.54	6	Jarum
	14/Jun/2019 16.16	14/Jun/2019 16.50	34	Looper
	17/Jun/2019 13.00	17/Jun/2019 13.10	10	Tension
	18/Jun/2019 15.07	18/Jun/2019 15.15	8	Jarum
	19/Jun/2019 09.13	19/Jun/2019 09.20	7	Jarum
	20/Jun/2019 14.44	20/Jun/2019 15.41	57	Needle
	21/Jun/2019 15.04	21/Jun/2019 16.54	110	Dinamo
	24/Jun/2019 08.31	24/Jun/2019 10.24	113	Dinamo
	24/Jun/2019 09.52	24/Jun/2019 10.36	44	Needle
	24/Jun/2019 16.23	24/Jun/2019 16.32	9	Jarum
	25/Jun/2019 16.25	25/Jun/2019 16.36	11	Tension
	26/Jun/2019 11.50	26/Jun/2019 11.59	9	Tiang Benang
	27/Jun/2019 10.02	27/Jun/2019 10.12	10	Jarum
	27/Jun/2019 15.19	27/Jun/2019 16.17	58	Needle
	28/Jun/2019 15.51	28/Jun/2019 16.25	34	Needle
	28/Jun/2019 16.22	28/Jun/2019 16.29	7	Jarum
	01/Jul/2019 10.47	01/Jul/2019 12.54	127	Dinamo
	02/Jul/2019 13.30	02/Jul/2019 14.24	54	Needle
	03/Jul/2019 08.43	03/Jul/2019 08.55	12	Tension
	03/Jul/2019 10.21	03/Jul/2019 10.54	33	Needle
	03/Jul/2019 15.10	03/Jul/2019 15.40	30	Looper
	04/Jul/2019 16.28	04/Jul/2019 16.49	21	Pedal
	05/Jul/2019 09.09	05/Jul/2019 09.19	10	Jarum
	08/Jul/2019 13.24	08/Jul/2019 13.43	19	Pedal
	08/Jul/2019 14.00	08/Jul/2019 15.05	65	Dinamo
	09/Jul/2019 13.40	09/Jul/2019 13.47	7	Tiang Benang
	09/Jul/2019 16.11	09/Jul/2019 16.21	10	Tension
	10/Jul/2019 08.49	10/Jul/2019 08.58	9	Jarum
	11/Jul/2019 10.16	11/Jul/2019 10.48	32	Needle
	15/Jul/2019 09.22	15/Jul/2019 09.45	23	Pedal
	16/Jul/2019 09.50	16/Jul/2019 10.00	10	Jarum
	17/Jul/2019 10.34	17/Jul/2019 10.43	9	Tiang Benang
	17/Jul/2019 13.43	17/Jul/2019 13.54	11	Tension
	17/Jul/2019 15.00	17/Jul/2019 15.45	45	Looper
	18/Jul/2019 16.38	18/Jul/2019 16.48	10	Tiang Benang

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	19/Jul/2019 08.05	19/Jul/2019 08.28	23	Pedal
	24/Jul/2019 13.58	24/Jul/2019 14.08	10	Jarum
	24/Jul/2019 14.23	24/Jul/2019 14.32	9	Jarum
	25/Jul/2019 14.08	25/Jul/2019 14.15	7	Tiang Benang
	25/Jul/2019 16.41	25/Jul/2019 16.51	10	Tiang Benang
	26/Jul/2019 13.44	26/Jul/2019 14.57	73	Dinamo
	29/Jul/2019 10.17	29/Jul/2019 10.28	11	Tension
	30/Jul/2019 15.36	30/Jul/2019 15.51	15	Tension
	31/Jul/2019 13.22	31/Jul/2019 13.42	20	Pedal
	01/Agu/2019 14.58	01/Agu/2019 15.08	10	Tension
	01/Agu/2019 16.00	01/Agu/2019 16.07	7	Jarum
	02/Agu/2019 09.58	02/Agu/2019 10.41	43	Needle
	02/Agu/2019 13.13	02/Agu/2019 13.22	9	Tiang Benang
	05/Agu/2019 13.05	05/Agu/2019 13.12	7	Jarum
	05/Agu/2019 16.01	05/Agu/2019 16.11	10	Tension
	06/Agu/2019 11.10	06/Agu/2019 12.02	52	Needle
	07/Agu/2019 16.22	07/Agu/2019 16.31	9	Jarum
	08/Agu/2019 11.07	08/Agu/2019 11.12	5	Tiang Benang
	08/Agu/2019 13.44	08/Agu/2019 14.09	25	Pedal
	09/Agu/2019 08.13	09/Agu/2019 08.23	10	Jarum
	09/Agu/2019 14.56	09/Agu/2019 16.12	76	Dinamo
	09/Agu/2019 15.02	09/Agu/2019 15.12	10	Tension
	13/Agu/2019 13.41	13/Agu/2019 14.26	45	Looper
	14/Agu/2019 10.36	14/Agu/2019 11.48	72	Dinamo
	14/Agu/2019 15.50	14/Agu/2019 16.10	20	Pedal
	15/Agu/2019 13.32	15/Agu/2019 13.41	9	Jarum
	16/Agu/2019 10.25	16/Agu/2019 10.32	7	Jarum
	22/Agu/2019 14.10	22/Agu/2019 14.57	47	Looper
	23/Agu/2019 09.18	23/Agu/2019 09.28	10	Tiang Benang
	23/Agu/2019 14.05	23/Agu/2019 14.12	7	Tiang Benang
	26/Agu/2019 14.58	26/Agu/2019 15.04	6	Jarum
	26/Agu/2019 15.32	26/Agu/2019 15.42	10	Tension
	27/Agu/2019 13.50	27/Agu/2019 14.12	22	Pedal
	28/Agu/2019 16.08	28/Agu/2019 16.17	9	Jarum
	29/Agu/2019 14.43	29/Agu/2019 15.29	46	Needle
	30/Agu/2019 10.23	30/Agu/2019 10.57	34	Needle
	30/Agu/2019 16.31	30/Agu/2019 16.41	10	Jarum
	02/Sep/2019 11.57	02/Sep/2019 14.08	131	Dinamo
	02/Sep/2019 14.49	02/Sep/2019 15.25	36	Looper
	03/Sep/2019 08.19	03/Sep/2019 09.14	55	Looper
	03/Sep/2019 11.39	03/Sep/2019 11.44	5	Tiang Benang
	03/Sep/2019 14.50	03/Sep/2019 14.56	6	Jarum
	03/Sep/2019 16.21	03/Sep/2019 16.30	9	Tiang Benang

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	04/Sep/2019 09.43	04/Sep/2019 09.57	14	Tension
	05/Sep/2019 13.41	05/Sep/2019 14.25	44	Looper
	05/Sep/2019 14.13	05/Sep/2019 14.20	7	Jarum
	05/Sep/2019 16.03	05/Sep/2019 16.12	9	Jarum
	06/Sep/2019 13.17	06/Sep/2019 13.48	31	Needle
	06/Sep/2019 15.10	06/Sep/2019 15.54	44	Looper
	09/Sep/2019 16.06	09/Sep/2019 16.30	24	Pedal
	10/Sep/2019 16.22	10/Sep/2019 16.27	5	Tiang Benang
	11/Sep/2019 13.58	11/Sep/2019 14.08	10	Jarum
	12/Sep/2019 10.43	12/Sep/2019 10.48	5	Tiang Benang
	12/Sep/2019 14.24	12/Sep/2019 14.31	7	Jarum
	16/Sep/2019 10.17	16/Sep/2019 12.07	110	Dinamo
	17/Sep/2019 13.09	17/Sep/2019 13.20	11	Tension
	18/Sep/2019 13.35	18/Sep/2019 13.40	5	Tiang Benang
	19/Sep/2019 08.20	19/Sep/2019 08.26	6	Tiang Benang
	19/Sep/2019 14.21	19/Sep/2019 14.31	10	Jarum
	20/Sep/2019 10.10	20/Sep/2019 10.17	7	Jarum
	23/Sep/2019 14.10	23/Sep/2019 14.15	5	Tiang Benang
	24/Sep/2019 10.04	24/Sep/2019 10.10	6	Jarum
	24/Sep/2019 13.59	24/Sep/2019 14.44	45	Looper
	24/Sep/2019 16.13	24/Sep/2019 16.52	39	Looper
	25/Sep/2019 09.58	25/Sep/2019 10.03	5	Jarum
	26/Sep/2019 08.54	26/Sep/2019 09.00	6	Jarum
	27/Sep/2019 09.09	27/Sep/2019 09.15	6	Jarum
	30/Sep/2019 09.24	30/Sep/2019 11.07	103	Dinamo
	01/Okt/2019 13.32	01/Okt/2019 14.32	60	Looper
	02/Okt/2019 16.31	02/Okt/2019 16.47	16	Pedal
	03/Okt/2019 15.31	03/Okt/2019 16.27	56	Needle
	04/Okt/2019 09.50	04/Okt/2019 09.58	8	Tiang Benang
	07/Okt/2019 11.42	07/Okt/2019 12.01	19	Pedal
	07/Okt/2019 14.20	07/Okt/2019 15.30	70	Dinamo
	07/Okt/2019 17.10	07/Okt/2019 17.19	9	Jarum
	08/Okt/2019 13.53	08/Okt/2019 14.36	43	Needle
	09/Okt/2019 16.46	09/Okt/2019 16.53	7	Tiang Benang
	14/Okt/2019 09.32	14/Okt/2019 10.32	60	Looper
	15/Okt/2019 13.56	15/Okt/2019 15.03	67	Dinamo
	16/Okt/2019 16.46	16/Okt/2019 16.53	7	Jarum
	17/Okt/2019 09.32	17/Okt/2019 09.37	5	Jarum
	17/Okt/2019 14.23	17/Okt/2019 15.14	51	Looper
	18/Okt/2019 15.12	18/Okt/2019 15.22	10	Tension
	21/Okt/2019 09.21	21/Okt/2019 10.26	65	Dinamo
	21/Okt/2019 10.50	21/Okt/2019 10.57	7	Jarum
	21/Okt/2019 16.30	21/Okt/2019 16.37	7	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	22/Okt/2019 16.48	22/Okt/2019 17.26	38	Looper
	23/Okt/2019 10.55	23/Okt/2019 11.25	30	Needle
	24/Okt/2019 13.42	24/Okt/2019 13.57	15	Tension
	24/Okt/2019 13.57	24/Okt/2019 14.05	8	Jarum
	24/Okt/2019 14.06	24/Okt/2019 15.11	65	Dinamo
	25/Okt/2019 15.20	25/Okt/2019 17.10	110	Dinamo
	25/Okt/2019 15.41	25/Okt/2019 16.23	42	Looper
	28/Okt/2019 14.53	28/Okt/2019 15.08	15	Tension
	29/Okt/2019 10.27	29/Okt/2019 10.33	6	Jarum
	30/Okt/2019 09.37	30/Okt/2019 10.40	63	Dinamo
	31/Okt/2019 16.07	31/Okt/2019 16.17	10	Jarum
	01/Nov/2019 14.26	01/Nov/2019 15.13	47	Looper
	04/Nov/2019 14.56	04/Nov/2019 16.09	73	Dinamo
	05/Nov/2019 14.00	05/Nov/2019 14.18	18	Pedal
	06/Nov/2019 08.42	06/Nov/2019 09.05	23	Pedal
	06/Nov/2019 13.20	06/Nov/2019 14.41	81	Dinamo
	06/Nov/2019 16.52	06/Nov/2019 16.59	7	Jarum
	11/Nov/2019 13.59	11/Nov/2019 14.40	41	Looper
	12/Nov/2019 15.42	12/Nov/2019 16.37	55	Needle
	13/Nov/2019 16.05	13/Nov/2019 16.26	21	Pedal
	14/Nov/2019 15.17	14/Nov/2019 16.31	74	Tension
	18/Nov/2019 10.03	18/Nov/2019 10.18	15	Tension
	18/Nov/2019 13.07	18/Nov/2019 14.30	83	Dinamo
	18/Nov/2019 13.59	18/Nov/2019 14.08	9	Jarum
	18/Nov/2019 16.00	18/Nov/2019 16.54	54	Looper
	19/Nov/2019 10.53	19/Nov/2019 10.58	5	Tiang Benang
	19/Nov/2019 11.48	19/Nov/2019 11.54	6	Tiang Benang
	19/Nov/2019 16.16	19/Nov/2019 17.12	56	Looper
	20/Nov/2019 13.35	20/Nov/2019 14.49	74	Dinamo
	21/Nov/2019 09.24	21/Nov/2019 09.33	9	Tiang Benang
	22/Nov/2019 14.31	22/Nov/2019 15.11	40	Looper
	25/Nov/2019 09.45	25/Nov/2019 09.56	11	Tension
	26/Nov/2019 13.26	26/Nov/2019 13.36	10	Jarum
	26/Nov/2019 16.26	26/Nov/2019 17.08	42	Looper
	27/Nov/2019 13.43	27/Nov/2019 14.43	60	Looper
	28/Nov/2019 10.22	28/Nov/2019 11.07	45	Needle
	29/Nov/2019 11.54	29/Nov/2019 14.34	160	Dinamo
	29/Nov/2019 11.58	29/Nov/2019 13.46	108	Looper
	02/Des/2019 13.51	02/Des/2019 14.42	51	Needle
	03/Des/2019 08.30	03/Des/2019 08.40	10	Tiang Benang
	03/Des/2019 13.03	03/Des/2019 13.10	7	Jarum
	03/Des/2019 13.15	03/Des/2019 14.11	56	Looper
	04/Des/2019 08.09	04/Des/2019 08.55	46	Needle

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	09/Des/2019 09.23	09/Des/2019 09.36	13	Tension
	09/Des/2019 13.48	09/Des/2019 14.10	22	Pedal
	09/Des/2019 16.20	09/Des/2019 16.27	7	Jarum
	10/Des/2019 13.40	10/Des/2019 14.20	40	Looper
	11/Des/2019 11.37	11/Des/2019 11.52	15	Tension
	12/Des/2019 09.36	12/Des/2019 09.46	10	Tension
	12/Des/2019 11.35	12/Des/2019 14.18	163	Dinamo
	12/Des/2019 15.25	12/Des/2019 15.35	10	Jarum
	16/Des/2019 14.23	16/Des/2019 14.47	24	Pedal
	16/Des/2019 15.00	16/Des/2019 15.41	41	Looper
	17/Des/2019 14.20	17/Des/2019 15.06	46	Needle
	18/Des/2019 13.17	18/Des/2019 14.14	57	Needle
	19/Des/2019 15.09	19/Des/2019 15.22	13	Tension
	20/Des/2019 10.09	20/Des/2019 10.15	6	Jarum
	23/Des/2019 15.50	23/Des/2019 16.12	22	Looper
	24/Des/2019 09.40	24/Des/2019 11.09	89	Dinamo
	24/Des/2019 11.16	24/Des/2019 11.36	20	Pedal
	25/Des/2019 14.40	25/Des/2019 15.34	54	Needle
	25/Des/2019 15.01	25/Des/2019 15.16	15	Tension
	26/Des/2019 09.47	26/Des/2019 09.54	7	Jarum
	27/Des/2019 15.24	27/Des/2019 15.41	17	Pedal
	28/Des/2019 14.59	28/Des/2019 15.47	48	Needle
	29/Des/2019 13.17	29/Des/2019 14.07	50	Looper
	02/Jan/2020 08.40	02/Jan/2020 08.48	8	Tiang Benang
	02/Jan/2020 08.15	02/Jan/2020 09.30	75	Dinamo
	02/Jan/2020 14.15	02/Jan/2020 14.58	43	Dinamo
	03/Jan/2020 13.51	03/Jan/2020 14.31	40	Dinamo
	03/Jan/2020 16.39	03/Jan/2020 17.30	51	Dinamo
	05/Jan/2020 11.46	05/Jan/2020 12.08	22	Pedal
	06/Jan/2020 13.49	06/Jan/2020 14.40	51	Needle
	07/Jan/2020 14.47	07/Jan/2020 14.57	10	Tiang Benang
	08/Jan/2020 08.21	08/Jan/2020 08.31	10	Jarum
	08/Jan/2020 15.33	08/Jan/2020 16.24	51	Needle
	14/Jan/2020 11.10	14/Jan/2020 12.06	56	Looper
	15/Jan/2020 09.57	15/Jan/2020 10.09	12	Tension
	16/Jan/2020 13.10	16/Jan/2020 14.54	104	Dinamo
	17/Jan/2020 11.40	17/Jan/2020 11.49	9	Jarum
	20/Jan/2020 09.57	20/Jan/2020 10.44	47	Needle
	20/Jan/2020 13.22	20/Jan/2020 13.31	9	Tiang Benang
	20/Jan/2020 16.46	20/Jan/2020 16.54	8	Tiang Benang
	20/Jan/2020 16.50	20/Jan/2020 18.33	103	Dinamo
	21/Jan/2020 09.30	21/Jan/2020 09.38	8	Tiang Benang
	21/Jan/2020 11.28	21/Jan/2020 11.38	10	Tiang Benang

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	22/Jan/2020 10.14	22/Jan/2020 10.22	8	Jarum
	23/Jan/2020 13.52	23/Jan/2020 14.42	50	Looper
	27/Jan/2020 10.43	27/Jan/2020 11.28	45	Needle
	27/Jan/2020 14.06	27/Jan/2020 15.42	96	Dinamo
	28/Jan/2020 09.14	28/Jan/2020 09.37	23	Pedal
	29/Jan/2020 08.58	29/Jan/2020 09.07	9	Tiang Benang
	29/Jan/2020 16.11	29/Jan/2020 16.44	33	Needle
	29/Jan/2020 16.15	29/Jan/2020 16.57	42	Needle
	30/Jan/2020 11.04	30/Jan/2020 11.14	10	Tension
	31/Jan/2020 13.39	31/Jan/2020 13.48	9	Tiang Benang
	03/Feb/2020 08.08	03/Feb/2020 08.15	7	Jarum
	04/Feb/2020 13.03	04/Feb/2020 13.47	44	Looper
	05/Feb/2020 15.23	05/Feb/2020 15.42	19	Pedal
	06/Feb/2020 09.59	06/Feb/2020 11.16	77	Dinamo
	06/Feb/2020 11.22	06/Feb/2020 12.05	43	Needle
	06/Feb/2020 13.35	06/Feb/2020 14.30	55	Needle
	06/Feb/2020 14.10	06/Feb/2020 14.41	31	Looper
	06/Feb/2020 08.42	06/Feb/2020 08.52	10	Jarum
	10/Feb/2020 10.00	10/Feb/2020 12.00	120	Dinamo
	10/Feb/2020 16.23	10/Feb/2020 16.35	12	Tension
	11/Feb/2020 08.41	11/Feb/2020 09.11	30	Needle
	12/Feb/2020 09.19	12/Feb/2020 10.43	84	Dinamo
	12/Feb/2020 13.15	12/Feb/2020 13.20	5	Jarum
	12/Feb/2020 13.36	12/Feb/2020 14.29	53	Looper
	18/Feb/2020 09.45	18/Feb/2020 11.54	129	Dinamo
	18/Feb/2020 15.10	18/Feb/2020 15.17	7	Tiang Benang
	18/Feb/2020 15.42	18/Feb/2020 16.04	22	Pedal
	19/Feb/2020 08.59	19/Feb/2020 09.20	21	Pedal
	20/Feb/2020 14.24	20/Feb/2020 14.29	5	Tiang Benang
	21/Feb/2020 08.34	21/Feb/2020 10.00	86	Dinamo
	21/Feb/2020 10.50	21/Feb/2020 11.33	43	Looper
	24/Feb/2020 13.03	24/Feb/2020 13.12	9	Jarum
	24/Feb/2020 15.34	24/Feb/2020 15.40	6	Tiang Benang
	24/Feb/2020 15.35	24/Feb/2020 17.04	89	Dinamo
	25/Feb/2020 16.49	25/Feb/2020 16.58	9	Jarum
	26/Feb/2020 13.18	26/Feb/2020 13.26	8	Tiang Benang
	26/Feb/2020 13.56	26/Feb/2020 14.58	62	Dinamo
	26/Feb/2020 16.00	26/Feb/2020 16.11	11	Tension
	27/Feb/2020 14.12	27/Feb/2020 14.33	21	Pedal
	28/Feb/2020 14.23	28/Feb/2020 16.15	112	Dinamo
	28/Feb/2020 16.33	28/Feb/2020 16.38	5	Tiang Benang
Single Needle	01/Mar/2019 10.10	01/Mar/2019 10.15	5	Jarum Patah
	04/Mar/2019 09.35	04/Mar/2019 10.10	35	Sepatu Jahit

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	06/Mar/2019 14.35	06/Mar/2019 15.41	66	Jarum Patah
	07/Mar/2019 09.15	07/Mar/2019 10.00	45	Needle Gauge
	08/Mar/2019 09.00	08/Mar/2019 10.00	60	Sekoci
	08/Mar/2019 13.30	08/Mar/2019 13.37	7	Jarum Patah
	11/Mar/2019 08.50	11/Mar/2019 08.56	6	Jarum Patah
	11/Mar/2019 14.10	11/Mar/2019 15.20	70	Jarum Patah
	12/Mar/2019 09.25	12/Mar/2019 10.25	60	Needle Gauge
	13/Mar/2019 11.15	13/Mar/2019 11.23	8	Jarum Patah
	14/Mar/2019 14.15	14/Mar/2019 14.20	5	Jarum Patah
	14/Mar/2019 09.30	14/Mar/2019 10.10	40	Sekoci
	15/Mar/2019 11.00	15/Mar/2019 11.07	7	Jarum Patah
	18/Mar/2019 13.30	18/Mar/2019 13.34	4	Jarum Patah
	19/Mar/2019 08.15	19/Mar/2019 09.00	45	Sepatu Jahit
	19/Mar/2019 14.20	19/Mar/2019 14.28	8	Jarum Patah
	20/Mar/2019 09.25	20/Mar/2019 10.20	55	Needle Gauge
	21/Mar/2019 11.15	21/Mar/2019 11.22	7	Jarum Patah
	21/Mar/2019 15.30	21/Mar/2019 16.30	60	Sekoci
	22/Mar/2019 09.15	22/Mar/2019 10.00	45	Sekoci
	25/Mar/2019 15.30	25/Mar/2019 16.00	30	Sepatu Jahit
	26/Mar/2019 08.30	26/Mar/2019 08.39	9	Jarum Patah
	26/Mar/2019 10.30	26/Mar/2019 10.36	6	Jarum Patah
	27/Mar/2019 14.00	27/Mar/2019 14.35	35	Needle Gauge
	28/Mar/2019 11.00	28/Mar/2019 11.40	40	Sekoci
	29/Mar/2019 09.10	29/Mar/2019 10.20	70	Sekoci
	01/Apr/2019 10.00	01/Apr/2019 10.06	6	Jarum Patah
	01/Apr/2019 14.15	01/Apr/2019 14.23	8	Jarum Patah
	02/Apr/2019 09.10	02/Apr/2019 09.20	10	Jarum Patah
	05/Apr/2019 08.15	05/Apr/2019 08.21	6	Jarum Patah
	08/Apr/2019 09.00	08/Apr/2019 10.15	75	Needle Gauge
	08/Apr/2019 13.30	08/Apr/2019 14.00	30	Sekoci
	09/Apr/2019 15.30	09/Apr/2019 16.10	40	Sekoci
	10/Apr/2019 15.30	10/Apr/2019 15.38	8	Jarum Patah
	11/Apr/2019 08.15	11/Apr/2019 10.00	105	Dinamo
	11/Apr/2019 14.10	11/Apr/2019 15.40	90	Sekoci
	12/Apr/2019 09.25	12/Apr/2019 09.34	9	Jarum Patah
	15/Apr/2020 11.00	15/Apr/2020 11.09	9	Jarum Patah
	16/Apr/2020 15.40	16/Apr/2020 15.48	8	Jarum Patah
	17/Apr/2020 09.00	17/Apr/2020 10.15	75	Sekoci
	17/Apr/2020 13.30	17/Apr/2020 13.39	9	Jarum Patah
	18/Apr/2019 13.30	18/Apr/2019 13.37	7	Jarum Patah
	19/Apr/2019 08.15	19/Apr/2019 09.05	50	Sekoci
	19/Apr/2019 14.20	19/Apr/2019 14.30	10	Sepatu Jahit
	22/Apr/2019 09.15	22/Apr/2019 09.24	9	Jarum Patah

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	23/Apr/2019 14.15	23/Apr/2019 14.24	9	Jarum Patah
	23/Apr/2019 09.30	23/Apr/2019 10.10	40	Sekoci
	24/Apr/2019 09.30	24/Apr/2019 10.10	40	Needle Gauge
	24/Apr/2019 11.00	24/Apr/2019 11.08	8	Jarum Patah
	25/Apr/2019 13.30	25/Apr/2019 14.00	30	Sekoci
	25/Apr/2019 15.30	25/Apr/2019 16.10	40	Jarum Patah
	26/Apr/2019 08.30	26/Apr/2019 08.38	8	Jarum Patah
	29/Apr/2019 10.30	29/Apr/2019 11.00	30	Needle Gauge
	30/Apr/2019 09.15	30/Apr/2019 09.22	7	Jarum Patah
	30/Apr/2019 14.15	30/Apr/2019 14.20	5	Jarum Patah
	01/Mei/2019 09.20	01/Mei/2019 09.29	9	Jarum Patah
	01/Mei/2019 11.10	01/Mei/2019 11.50	40	Sekoci
	02/Mei/2019 09.15	02/Mei/2019 09.21	6	Jarum Patah
	02/Mei/2019 13.00	02/Mei/2019 14.15	75	Dinamo
	03/Mei/2019 13.30	03/Mei/2019 13.37	7	Jarum Patah
	06/Mei/2020 14.05	06/Mei/2020 14.11	6	Jarum Patah
	07/Mei/2020 11.00	07/Mei/2020 11.35	35	Sekoci
	07/Mei/2020 16.00	07/Mei/2020 16.05	5	Jarum Patah
	08/Mei/2020 09.00	08/Mei/2020 09.09	9	Jarum Patah
	08/Mei/2020 13.30	08/Mei/2020 14.00	30	Needle Gauge
	09/Mei/2020 15.30	09/Mei/2020 16.10	40	Sekoci
	10/Mei/2020 15.30	10/Mei/2020 16.45	75	Sekoci
	13/Mei/2019 10.30	13/Mei/2019 10.38	8	Jarum Patah
	13/Mei/2019 10.00	13/Mei/2019 10.06	6	Jarum Patah
	14/Mei/2019 14.15	14/Mei/2019 15.24	69	Sekoci
	14/Mei/2019 09.30	14/Mei/2019 10.10	40	Needle Gauge
	15/Mei/2019 11.00	15/Mei/2019 11.10	10	Jarum Patah
	16/Mei/2019 15.40	16/Mei/2019 15.46	6	Jarum Patah
	17/Mei/2019 09.25	17/Mei/2019 10.20	55	Sepatu Jahit
	17/Mei/2019 14.00	17/Mei/2019 14.24	24	Sekoci
	20/Mei/2019 09.25	20/Mei/2019 09.31	6	Jarum Patah
	21/Mei/2019 11.15	21/Mei/2019 11.23	8	Jarum Patah
	21/Mei/2019 15.30	21/Mei/2019 16.30	60	Sekoci
	22/Mei/2019 09.15	22/Mei/2019 10.00	45	Sekoci
	23/Mei/2019 14.15	23/Mei/2019 14.22	7	Jarum Patah
	23/Mei/2019 09.30	23/Mei/2019 09.36	6	Jarum Patah
	23/Mei/2019 11.00	23/Mei/2019 11.30	30	Sepatu Jahit
	24/Mei/2019 09.30	24/Mei/2019 10.10	40	Needle Gauge
	24/Mei/2019 11.00	24/Mei/2019 11.09	9	Jarum Patah
	27/Mei/2020 08.15	27/Mei/2020 08.23	8	Jarum Patah
	28/Mei/2020 14.20	28/Mei/2020 14.40	20	Sekoci
	29/Mei/2020 09.25	29/Mei/2020 10.05	40	Sepatu Jahit
	30/Mei/2020 09.15	30/Mei/2020 11.00	105	Sepatu Jahit

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	30/Mei/2020 13.30	30/Mei/2020 14.00	30	Sekoci
	31/Mei/2020 13.30	31/Mei/2020 13.37	7	Jarum Patah
	13/Jun/2019 10.30	13/Jun/2019 11.30	60	Sekoci
	13/Jun/2019 10.00	13/Jun/2019 10.25	25	Sepatu Jahit
	14/Jun/2019 14.15	14/Jun/2019 14.20	5	Jarum Patah
	14/Jun/2019 09.30	14/Jun/2019 09.39	9	Jarum Patah
	17/Jun/2019 10.45	17/Jun/2019 10.51	6	Jarum Patah
	17/Jun/2019 13.10	17/Jun/2019 14.15	65	Needle Gauge
	18/Jun/2019 13.30	18/Jun/2019 13.37	7	Jarum Patah
	19/Jun/2019 14.20	19/Jun/2019 14.28	8	Jarum Patah
	20/Jun/2019 09.35	20/Jun/2019 09.41	6	Jarum Patah
	21/Jun/2019 11.15	21/Jun/2019 11.45	30	Sekoci
	21/Jun/2019 15.30	21/Jun/2019 16.30	60	Sepatu Jahit
	24/Jun/2019 09.30	24/Jun/2019 09.37	7	Jarum Patah
	24/Jun/2019 11.00	24/Jun/2019 11.08	8	Jarum Patah
	25/Jun/2019 09.00	25/Jun/2019 09.09	9	Jarum Patah
	25/Jun/2019 13.30	25/Jun/2019 13.37	7	Jarum Patah
	25/Jun/2019 15.30	25/Jun/2019 16.10	40	Sekoci
	26/Jun/2019 08.30	26/Jun/2019 08.45	15	Sekoci
	26/Jun/2019 10.30	26/Jun/2019 10.38	8	Jarum Patah
	27/Jun/2019 14.00	27/Jun/2019 14.45	45	Sepatu Jahit
	28/Jun/2019 14.20	28/Jun/2019 14.40	20	Needle Gauge
	30/Jul/2019 11.00	30/Jul/2019 11.09	9	Jarum Patah
	31/Jul/2019 09.00	31/Jul/2019 10.10	70	Sekoci
	01/Agu/2019 10.10	01/Agu/2019 10.16	6	Jarum Patah
	01/Agu/2019 11.15	01/Agu/2019 11.25	10	Jarum Patah
	02/Agu/2019 13.15	02/Agu/2019 14.05	50	Sekoci
	05/Agu/2019 08.35	05/Agu/2019 08.55	20	Sekoci
	05/Agu/2019 09.45	05/Agu/2019 09.51	6	Jarum Patah
	06/Agu/2019 10.15	06/Agu/2019 11.00	45	Sepatu Jahit
	07/Agu/2019 10.25	07/Agu/2019 11.05	40	Needle Gauge
	07/Agu/2019 08.35	07/Agu/2019 08.43	8	Jarum Patah
	08/Agu/2019 09.10	08/Agu/2019 09.18	8	Jarum Patah
	09/Agu/2019 08.35	09/Agu/2019 09.00	25	Sekoci
	12/Agu/2019 09.35	12/Agu/2019 09.55	20	Sepatu Jahit
	13/Agu/2019 09.45	13/Agu/2019 09.51	6	Jarum Patah
	14/Agu/2019 10.15	14/Agu/2019 10.24	9	Jarum Patah
	15/Agu/2019 10.25	15/Agu/2019 11.05	40	Sepatu Jahit
	15/Agu/2019 08.35	15/Agu/2019 09.00	25	Sekoci
	16/Agu/2019 09.10	16/Agu/2019 09.19	9	Jarum Patah
	16/Agu/2019 08.35	16/Agu/2019 09.00	25	Sekoci
	19/Agu/2019 08.35	19/Agu/2019 08.44	9	Jarum Patah
	19/Agu/2019 09.45	19/Agu/2019 09.51	6	Jarum Patah

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	20/Agu/2019 10.15	20/Agu/2019 11.00	45	Sepatu Jahit
	21/Agu/2019 10.25	21/Agu/2019 11.05	40	Sekoci
	21/Agu/2019 08.35	21/Agu/2019 08.42	7	Jarum Patah
	22/Agu/2019 09.10	22/Agu/2019 10.05	55	Needle Gauge
	23/Agu/2019 08.35	23/Agu/2019 09.00	25	Sekoci
	26/Agu/2019 09.35	26/Agu/2019 09.41	6	Jarum Patah
	27/Agu/2019 09.45	27/Agu/2019 09.51	6	Jarum Patah
	28/Agu/2019 10.15	28/Agu/2019 10.22	7	Jarum Patah
	28/Agu/2019 10.25	28/Agu/2019 11.05	40	Needle Gauge
	29/Agu/2019 08.35	29/Agu/2019 09.00	25	Jarum Patah
	30/Agu/2019 09.10	30/Agu/2019 09.18	8	Jarum Patah
	02/Sep/2019 08.25	02/Sep/2019 08.55	30	Sekoci
	03/Sep/2019 08.35	03/Sep/2019 08.44	9	Jarum Patah
	04/Sep/2019 09.45	04/Sep/2019 09.55	10	Jarum Patah
	04/Sep/2019 10.15	04/Sep/2019 11.00	45	Sepatu Jahit
	05/Sep/2019 10.25	05/Sep/2019 11.05	40	Sekoci
	06/Sep/2019 08.35	06/Sep/2019 09.00	25	Sekoci
	06/Sep/2019 13.35	06/Sep/2019 13.44	9	Jarum Patah
	06/Sep/2019 09.45	06/Sep/2019 09.51	6	Jarum Patah
	09/Sep/2019 09.25	09/Sep/2019 10.35	70	Sekoci
	09/Sep/2019 08.35	09/Sep/2019 08.55	20	Sekoci
	10/Sep/2019 09.45	10/Sep/2019 09.55	10	Jarum Patah
	10/Sep/2019 10.15	10/Sep/2019 11.10	55	Needle Gauge
	11/Sep/2019 10.25	11/Sep/2019 11.05	40	Sekoci
	12/Sep/2019 08.35	12/Sep/2019 09.00	25	Sepatu Jahit
	12/Sep/2019 13.35	12/Sep/2019 14.00	25	Sekoci
	13/Sep/2019 09.45	13/Sep/2019 09.53	8	Jarum Patah
	16/Sep/2019 08.25	16/Sep/2019 08.55	30	Needle Gauge
	17/Sep/2019 08.35	17/Sep/2019 08.55	20	Sekoci
	17/Sep/2019 09.45	17/Sep/2019 09.52	7	Jarum Patah
	17/Sep/2019 10.15	17/Sep/2019 11.00	45	Dinamo
	18/Sep/2019 10.25	18/Sep/2019 11.05	40	Sekoci
	19/Sep/2019 08.35	19/Sep/2019 08.43	8	Jarum Patah
	20/Sep/2019 13.35	20/Sep/2019 13.41	6	Jarum Patah
	20/Sep/2019 09.45	20/Sep/2019 10.00	15	Sepatu Jahit
	23/Sep/2019 08.25	23/Sep/2019 08.32	7	Jarum Patah
	24/Sep/2019 08.35	24/Sep/2019 08.44	9	Jarum Patah
	25/Sep/2019 09.45	25/Sep/2019 09.53	8	Jarum Patah
	25/Sep/2019 10.15	25/Sep/2019 11.00	45	Needle Gauge
	26/Sep/2019 10.25	26/Sep/2019 11.05	40	Sekoci
	27/Sep/2019 08.35	27/Sep/2019 08.43	8	Jarum Patah
	30/Sep/2019 10.25	30/Sep/2019 11.05	40	Dinamo
	01/Okt/2019 08.05	01/Okt/2019 09.25	80	Sepatu Jahit

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	02/Okt/2019 10.00	02/Okt/2019 11.05	65	Sekoci
	02/Okt/2019 11.25	02/Okt/2019 12.00	35	Sekoci
	03/Okt/2019 10.25	03/Okt/2019 10.32	7	Jarum Patah
	04/Okt/2019 08.15	04/Okt/2019 08.23	8	Jarum Patah
	04/Okt/2019 10.25	04/Okt/2019 11.05	40	Needle Gauge
	04/Okt/2019 14.25	04/Okt/2019 15.00	35	Sekoci
	07/Okt/2019 08.05	07/Okt/2019 09.25	80	Sekoci
	07/Okt/2019 14.00	07/Okt/2019 14.05	5	Jarum Patah
	08/Okt/2019 11.25	08/Okt/2019 12.00	35	Sepatu Jahit
	08/Okt/2019 11.25	08/Okt/2019 11.55	30	Sekoci
	08/Okt/2019 08.15	08/Okt/2019 08.55	40	Sekoci
	09/Okt/2019 10.25	09/Okt/2019 11.05	40	Sepatu Jahit
	10/Okt/2019 13.55	10/Okt/2019 14.03	8	Jarum Patah
	11/Okt/2019 14.25	11/Okt/2019 15.00	35	Needle Gauge
	14/Okt/2019 08.05	14/Okt/2019 09.25	80	Sekoci
	15/Okt/2019 10.00	15/Okt/2019 11.05	65	Sekoci
	16/Okt/2019 11.25	16/Okt/2019 13.10	105	Sepatu Jahit
	17/Okt/2019 09.25	17/Okt/2019 09.33	8	Jarum Patah
	18/Okt/2019 08.15	18/Okt/2019 08.23	8	Jarum Patah
	18/Okt/2019 10.25	18/Okt/2019 11.00	35	Sekoci
	18/Okt/2019 13.35	18/Okt/2019 14.42	67	Jarum Patah
	18/Okt/2019 14.25	18/Okt/2019 15.05	40	Needle Gauge
	21/Okt/2019 08.05	21/Okt/2019 09.25	80	Sekoci
	22/Okt/2019 11.25	22/Okt/2019 12.00	35	Sekoci
	22/Okt/2019 11.25	22/Okt/2019 11.55	30	Needle Gauge
	23/Okt/2019 08.15	23/Okt/2019 08.55	40	Sekoci
	23/Okt/2019 10.25	23/Okt/2019 11.05	40	Sepatu Jahit
	24/Okt/2019 13.55	24/Okt/2019 14.50	55	Needle Gauge
	25/Okt/2019 14.25	25/Okt/2019 14.31	6	Jarum Patah
	28/Okt/2019 08.05	28/Okt/2019 09.25	80	Needle Gauge
	29/Okt/2019 10.00	29/Okt/2019 11.05	65	Sekoci
	29/Okt/2019 11.25	29/Okt/2019 11.33	8	Jarum Patah
	30/Okt/2019 09.25	30/Okt/2019 10.55	90	Needle Gauge
	31/Okt/2019 08.15	31/Okt/2019 08.55	40	Sekoci
	01/Nov/2019 10.25	01/Nov/2019 11.00	35	Sekoci
	04/Nov/2019 08.25	04/Nov/2019 10.00	95	Sepatu Jahit
	04/Nov/2019 10.25	04/Nov/2019 10.31	6	Jarum Patah
	05/Nov/2019 09.25	05/Nov/2019 09.36	11	Jarum Patah
	06/Nov/2019 11.25	06/Nov/2019 11.33	8	Jarum Patah
	06/Nov/2019 09.05	06/Nov/2019 09.50	45	Needle Gauge
	07/Nov/2019 10.25	07/Nov/2019 10.30	5	Jarum Patah
	08/Nov/2019 09.35	08/Nov/2019 10.00	25	Needle Gauge
	08/Nov/2019 14.25	08/Nov/2019 14.31	6	Jarum Patah

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	11/Nov/2019 10.25	11/Nov/2019 11.00	35	Sekoci
	12/Nov/2019 08.25	12/Nov/2019 10.00	95	Sekoci
	13/Nov/2019 10.25	13/Nov/2019 11.00	35	Sepatu Jahit
	14/Nov/2019 09.25	14/Nov/2019 09.33	8	Jarum Patah
	15/Nov/2019 11.25	15/Nov/2019 16.34	309	Jarum Patah
	15/Nov/2019 09.05	15/Nov/2019 09.50	45	Needle Gauge
	18/Nov/2019 10.25	18/Nov/2019 11.00	35	Sekoci
	18/Nov/2019 09.25	18/Nov/2019 09.34	9	Jarum Patah
	18/Nov/2019 11.25	18/Nov/2019 11.38	13	Jarum Patah
	19/Nov/2019 09.05	19/Nov/2019 09.13	8	Jarum Patah
	19/Nov/2019 10.25	19/Nov/2019 10.31	6	Jarum Patah
	20/Nov/2019 09.35	20/Nov/2019 10.00	25	Sekoci
	21/Nov/2019 14.25	21/Nov/2019 15.00	35	Needle Gauge
	21/Nov/2019 10.25	21/Nov/2019 10.29	4	Jarum Patah
	22/Nov/2019 08.25	22/Nov/2019 10.00	95	Needle Gauge
	25/Nov/2019 10.25	25/Nov/2019 11.00	35	Sekoci
	26/Nov/2019 09.35	26/Nov/2019 10.00	25	Sekoci
	27/Nov/2019 14.25	27/Nov/2019 14.38	13	Jarum Patah
	28/Nov/2019 10.25	28/Nov/2019 11.00	35	Dinamo
	29/Nov/2019 08.25	29/Nov/2019 10.00	95	Sekoci
	30/Nov/2019 10.25	30/Nov/2019 11.00	35	Jarum Patah
	02/Des/2019 09.45	02/Des/2019 10.00	15	Jarum Patah
	03/Des/2019 09.25	03/Des/2019 10.05	40	Sepatu Jahit
	04/Des/2019 10.45	04/Des/2019 11.40	55	Sekoci
	04/Des/2019 16.45	04/Des/2019 17.00	15	Jarum Patah
	05/Des/2019 09.45	05/Des/2019 10.00	15	Jarum Patah
	05/Des/2019 15.45	05/Des/2019 16.00	15	Jarum Patah
	06/Des/2019 10.45	06/Des/2019 11.10	25	Jarum Patah
	09/Des/2019 13.05	09/Des/2019 13.10	5	Jarum Patah
	09/Des/2019 15.45	09/Des/2019 16.20	35	Needle Gauge
	10/Des/2019 08.45	10/Des/2019 10.10	85	Sekoci
	11/Des/2019 10.45	11/Des/2019 11.10	25	Jarum Patah
	12/Des/2019 09.15	12/Des/2019 10.15	60	Sepatu Jahit
	13/Des/2019 15.45	13/Des/2019 16.20	35	Sekoci
	16/Des/2019 09.45	16/Des/2019 10.00	15	Jarum Patah
	16/Des/2019 09.25	16/Des/2019 10.05	40	Needle Gauge
	17/Des/2019 10.45	17/Des/2019 11.40	55	Sekoci
	17/Des/2019 16.45	17/Des/2019 17.00	15	Jarum Patah
	18/Des/2019 09.45	18/Des/2019 10.00	15	Jarum Patah
	19/Des/2019 15.20	19/Des/2019 16.00	40	Needle Gauge
	20/Des/2019 10.45	20/Des/2019 11.10	25	Sekoci
	23/Des/2019 09.45	23/Des/2019 10.00	15	Jarum Patah
	24/Des/2019 15.45	24/Des/2019 16.00	15	Jarum Patah

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	24/Des/2019 10.45	24/Des/2019 11.10	25	Dinamo
	25/Des/2019 13.05	25/Des/2019 13.10	5	Jarum Patah
	26/Des/2019 15.45	26/Des/2019 16.20	35	Sepatu Jahit
	27/Des/2019 08.45	27/Des/2019 10.10	85	Sekoci
	30/Des/2019 10.45	30/Des/2019 11.10	25	Jarum Patah
	31/Des/2019 09.45	31/Des/2019 10.00	15	Jarum Patah
	02/Jan/2020 16.45	02/Jan/2020 17.00	15	Jarum Patah
	03/Jan/2020 09.45	03/Jan/2020 10.00	15	Jarum Patah
	06/Jan/2020 09.15	06/Jan/2020 10.00	45	Sekoci
	07/Jan/2020 14.05	07/Jan/2020 15.00	55	Needle Gauge
	08/Jan/2020 09.45	08/Jan/2020 10.00	15	Jarum Patah
	08/Jan/2020 09.55	08/Jan/2020 10.20	25	Jarum Patah
	09/Jan/2020 09.45	09/Jan/2020 10.10	25	Jarum Patah
	10/Jan/2020 09.35	10/Jan/2020 10.10	35	Sekoci
	10/Jan/2020 13.45	10/Jan/2020 16.00	135	Sepatu Jahit
	13/Jan/2020 16.45	13/Jan/2020 17.00	15	Jarum Patah
	14/Jan/2020 09.45	14/Jan/2020 10.00	15	Jarum Patah
	15/Jan/2020 09.15	15/Jan/2020 10.00	45	Sekoci
	16/Jan/2020 09.45	16/Jan/2020 10.00	15	Sekoci
	17/Jan/2020 09.55	17/Jan/2020 10.20	25	Needle Gauge
	20/Jan/2020 16.45	20/Jan/2020 17.00	15	Jarum Patah
	20/Jan/2020 09.45	20/Jan/2020 10.00	15	Needle Gauge
	21/Jan/2020 09.15	21/Jan/2020 10.00	45	Sekoci
	21/Jan/2020 14.05	21/Jan/2020 15.00	55	Jarum Patah
	22/Jan/2020 09.45	22/Jan/2020 10.00	15	Jarum Patah
	23/Jan/2020 09.15	23/Jan/2020 10.00	45	Needle Gauge
	23/Jan/2020 09.45	23/Jan/2020 10.00	15	Jarum Patah
	24/Jan/2020 09.55	24/Jan/2020 10.20	25	Sekoci
	27/Jan/2020 09.55	27/Jan/2020 10.20	25	Needle Gauge
	27/Jan/2020 09.45	27/Jan/2020 10.10	25	Sekoci
	28/Jan/2020 09.35	28/Jan/2020 10.10	35	Jarum Patah
	29/Jan/2020 13.45	29/Jan/2020 16.00	135	Sepatu Jahit
	29/Jan/2020 16.45	29/Jan/2020 17.00	15	Jarum Patah
	30/Jan/2020 09.45	30/Jan/2020 10.00	15	Jarum Patah
	31/Jan/2020 09.15	31/Jan/2020 10.00	45	Sekoci
	03/Feb/2020 13.15	03/Feb/2020 13.30	15	Jarum Patah
	04/Feb/2020 10.10	04/Feb/2020 11.00	50	Dinamo
	05/Feb/2020 13.05	05/Feb/2020 13.30	25	Jarum Patah
	06/Feb/2020 14.15	06/Feb/2020 14.30	15	Jarum Patah
	07/Feb/2020 10.15	07/Feb/2020 11.30	75	Sekoci
	10/Feb/2020 13.15	10/Feb/2020 13.30	15	Jarum Patah
	11/Feb/2020 14.15	11/Feb/2020 14.30	15	Jarum Patah
	12/Feb/2020 13.15	12/Feb/2020 13.30	15	Needle Gauge

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	14/Feb/2020 10.10	14/Feb/2020 11.00	50	Sekoci
	17/Feb/2020 10.10	17/Feb/2020 11.00	50	Sekoci
	17/Feb/2020 13.05	17/Feb/2020 13.30	25	Jarum Patah
	18/Feb/2020 13.15	18/Feb/2020 13.30	15	Jarum Patah
	19/Feb/2020 10.10	19/Feb/2020 11.00	50	Sekoci
	20/Feb/2020 10.15	20/Feb/2020 11.00	45	Needle Gauge
	21/Feb/2020 13.05	21/Feb/2020 13.30	25	Jarum Patah
	24/Feb/2020 14.15	24/Feb/2020 14.30	15	Jarum Patah
	25/Feb/2020 10.15	25/Feb/2020 11.30	75	Sepatu Jahit
	25/Feb/2020 13.15	25/Feb/2020 13.30	15	Sekoci
	26/Feb/2020 14.15	26/Feb/2020 14.30	15	Jarum Patah
	27/Feb/2020 13.15	27/Feb/2020 13.30	15	Jarum Patah
	28/Feb/2020 13.05	28/Feb/2020 13.30	25	Sekoci
Double Needle	01/Feb/2019 09.20	01/Feb/2019 09.45	25	Dinamo/Servo
	04/Feb/2019 10.15	04/Feb/2019 10.35	20	Jarum
	04/Feb/2019 14.00	04/Feb/2019 14.25	25	Jarum
	05/Feb/2019 11.10	05/Feb/2019 11.20	10	Jarum
	05/Feb/2019 16.10	05/Feb/2019 16.35	25	Jarum
	06/Feb/2019 14.05	06/Feb/2019 14.25	20	Sekoci
	07/Feb/2019 11.12	07/Feb/2019 11.20	8	Jarum
	08/Feb/2019 15.59	08/Feb/2019 16.30	31	Plat / Needle Gauge
	11/Feb/2019 09.20	11/Feb/2019 09.40	20	Jarum
	12/Feb/2019 08.25	12/Feb/2019 08.45	20	Sepatu Jahit
	13/Feb/2019 10.16	13/Feb/2019 10.35	19	Sekoci
	14/Feb/2019 11.50	14/Feb/2019 12.10	20	Jarum
	15/Feb/2019 15.20	15/Feb/2019 15.55	35	Jarum
	18/Feb/2019 08.25	18/Feb/2019 08.45	20	Jarum
	19/Feb/2019 10.10	19/Feb/2019 10.55	45	Dinamo/Servo
	20/Feb/2019 14.00	20/Feb/2019 14.25	25	Dinamo/Servo
	21/Feb/2019 11.07	21/Feb/2019 11.20	13	Sekoci
	22/Feb/2019 16.13	22/Feb/2019 16.40	27	Jarum
	25/Feb/2019 11.00	25/Feb/2019 11.25	25	Plat / Needle Gauge
	26/Feb/2019 16.25	26/Feb/2019 16.45	20	Jarum
	27/Feb/2019 11.50	27/Feb/2019 12.45	55	Jarum
	28/Feb/2020 16.00	28/Feb/2020 16.30	30	Jarum
	01/Mar/2019 10.10	01/Mar/2019 10.40	30	Dinamo/Servo
	04/Mar/2019 15.20	04/Mar/2019 15.35	15	Jarum
	05/Mar/2019 09.20	05/Mar/2019 09.55	35	Jarum
	06/Mar/2019 11.07	06/Mar/2019 11.25	18	Jarum
	07/Mar/2019 16.05	07/Mar/2019 16.50	45	Sekoci
	08/Mar/2019 16.10	08/Mar/2019 16.30	20	Jarum
	11/Mar/2019 11.00	11/Mar/2019 12.25	85	Dinamo/Servo
	12/Mar/2019 09.20	12/Mar/2019 09.50	30	Sekoci

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	13/Mar/2019 11.09	13/Mar/2019 13.20	131	Dinamo/Servo
	14/Mar/2019 12.35	14/Mar/2019 13.00	25	Jarum
	15/Mar/2019 10.15	15/Mar/2019 10.30	15	Jarum
	18/Mar/2019 10.48	18/Mar/2019 11.10	22	Jarum
	19/Mar/2019 16.13	19/Mar/2019 16.25	12	Jarum
	20/Mar/2019 13.21	20/Mar/2019 14.10	49	Sekoci
	21/Mar/2019 15.55	21/Mar/2019 16.15	20	Jarum
	22/Mar/2019 11.12	22/Mar/2019 11.20	8	Jarum
	25/Mar/2019 10.20	25/Mar/2019 10.32	12	Jarum
	26/Mar/2019 13.10	26/Mar/2019 13.20	10	Jarum
	27/Mar/2019 16.30	27/Mar/2019 16.50	20	Jarum
	28/Mar/2019 09.20	28/Mar/2019 09.35	15	Jarum
	29/Mar/2019 11.10	29/Mar/2019 12.00	50	Sekoci
	01/Apr/2019 12.35	01/Apr/2019 12.55	20	Jarum
	02/Apr/2019 10.15	02/Apr/2019 12.05	110	Plat / Needle Gauge
	03/Apr/2019 16.00	03/Apr/2019 16.30	30	Dinamo/Servo
	04/Apr/2019 11.50	04/Apr/2019 12.00	10	Jarum
	05/Apr/2019 09.20	05/Apr/2019 09.30	10	Jarum
	08/Apr/2019 11.10	08/Apr/2019 11.20	10	Jarum
	15/Apr/2019 09.55	15/Apr/2019 11.15	80	Dinamo
	16/Apr/2019 14.10	16/Apr/2019 15.00	50	Dinamo/Servo
	17/Apr/2019 10.15	17/Apr/2019 10.25	10	Jarum
	18/Apr/2019 08.40	18/Apr/2019 10.00	80	Dinamo/Servo
	23/Apr/2019 11.00	23/Apr/2019 11.15	15	Jarum
	25/Apr/2019 09.20	25/Apr/2019 10.15	55	Sekoci
	26/Apr/2019 16.10	26/Apr/2019 16.20	10	Jarum
	29/Apr/2019 16.05	29/Apr/2019 17.20	75	Plat / Needle Gauge
	30/Apr/2019 10.20	30/Apr/2019 10.30	10	Jarum
	01/Mei/2019 09.20	01/Mei/2019 09.28	8	Jarum
	02/Mei/2019 09.20	02/Mei/2019 09.40	20	Sepatu Jahit
	03/Mei/2019 13.20	03/Mei/2019 13.50	30	Sekoci
	06/Mei/2019 08.55	06/Mei/2019 08.55	0	Jarum
	08/Mei/2019 16.15	08/Mei/2019 16.23	8	Jarum
	13/Mei/2019 09.32	13/Mei/2019 10.00	28	Sepatu Jahit
	16/Mei/2019 10.15	16/Mei/2019 10.20	5	Jarum
	17/Mei/2019 10.10	17/Mei/2019 10.18	8	Jarum
	20/Mei/2019 13.20	20/Mei/2019 13.45	25	Jarum
	21/Mei/2019 10.00	21/Mei/2019 10.30	30	Sekoci
	22/Mei/2019 09.13	22/Mei/2019 09.20	7	Jarum
	23/Mei/2019 16.30	23/Mei/2019 17.15	45	Plat / Needle Gauge
	24/Mei/2019 10.30	24/Mei/2019 10.40	10	Jarum
	27/Mei/2019 14.26	27/Mei/2019 14.35	9	Jarum
	28/Mei/2019 11.50	28/Mei/2019 13.00	70	Sepatu Jahit

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	29/Mei/2019 10.10	29/Mei/2019 10.45	35	Sekoci
	31/Mei/2019 10.15	31/Mei/2019 10.25	10	Jarum
	03/Jun/2019 13.05	03/Jun/2019 13.18	13	Jarum
	04/Jun/2019 16.10	04/Jun/2019 17.05	55	Sepatu Jahit
	06/Jun/2019 10.20	06/Jun/2019 10.30	10	Jarum
	07/Jun/2019 11.00	07/Jun/2019 11.08	8	Jarum
	11/Jun/2019 13.40	11/Jun/2019 13.50	10	Jarum
	12/Jun/2019 16.20	12/Jun/2019 16.29	9	Jarum
	14/Jun/2019 10.15	14/Jun/2019 11.00	45	Sekoci
	17/Jun/2019 11.00	17/Jun/2019 11.09	9	Jarum
	18/Jun/2019 16.00	18/Jun/2019 16.10	10	Jarum
	19/Jun/2019 16.05	19/Jun/2019 16.55	50	Sepatu Jahit
	20/Jun/2019 10.20	20/Jun/2019 10.55	35	Sekoci
	21/Jun/2019 09.00	21/Jun/2019 09.18	18	Jarum
	24/Jun/2019 16.10	24/Jun/2019 16.50	40	Sekoci
	25/Jun/2019 16.05	25/Jun/2019 16.55	50	Sekoci
	26/Jun/2019 10.00	26/Jun/2019 10.10	10	Jarum
	27/Jun/2019 11.00	27/Jun/2019 11.53	53	Plat / Needle Gauge
	28/Jun/2019 09.20	28/Jun/2019 10.00	40	Sepatu Jahit
	01/Jul/2019 15.00	01/Jul/2019 15.45	45	Sekoci
	02/Jul/2019 09.20	02/Jul/2019 09.28	8	Jarum
	03/Jul/2019 16.05	03/Jul/2019 17.00	55	Sepatu Jahit
	04/Jul/2019 13.10	04/Jul/2019 14.05	55	Sekoci
	08/Jul/2019 15.00	08/Jul/2019 15.08	8	Jarum
	10/Jul/2019 11.10	10/Jul/2019 13.20	130	Dinamo/Servo
	11/Jul/2019 13.35	11/Jul/2019 13.48	13	Jarum
	12/Jul/2019 09.00	12/Jul/2019 09.08	8	Jarum
	16/Jul/2019 11.50	16/Jul/2019 11.59	9	Jarum
	17/Jul/2019 12.40	17/Jul/2019 13.30	50	Dinamo
	18/Jul/2019 13.20	18/Jul/2019 13.30	10	Jarum
	19/Jul/2019 12.35	19/Jul/2019 12.42	7	Jarum
	22/Jul/2019 14.55	22/Jul/2019 16.00	65	Dinamo/Servo
	24/Jul/2019 16.10	24/Jul/2019 16.15	5	Jarum
	26/Jul/2019 10.10	26/Jul/2019 10.18	8	Jarum
	29/Jul/2019 13.10	29/Jul/2019 14.04	54	Sepatu Jahit
	29/Jul/2019 14.16	29/Jul/2019 14.53	37	Sekoci
	31/Jul/2019 16.00	31/Jul/2019 16.40	40	Sekoci
	01/Agu/2019 08.20	01/Agu/2019 08.29	9	Jarum
	05/Agu/2019 14.00	05/Agu/2019 14.08	8	Jarum
	06/Agu/2019 11.10	06/Agu/2019 11.55	45	Plat / Needle Gauge
	07/Agu/2019 12.35	07/Agu/2019 12.47	12	Jarum
	08/Agu/2019 10.50	08/Agu/2019 10.59	9	Jarum
	12/Agu/2019 09.33	12/Agu/2019 09.42	9	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	13/Agu/2019 12.40	13/Agu/2019 13.50	70	Dinamo/Servo
	14/Agu/2019 16.05	14/Agu/2019 17.00	55	Sepatu Jahit
	15/Agu/2019 16.10	15/Agu/2019 17.00	50	Sekoci
	19/Agu/2019 10.20	19/Agu/2019 10.28	8	Jarum
	21/Agu/2019 16.17	21/Agu/2019 16.25	8	Jarum
	22/Agu/2019 15.40	22/Agu/2019 15.50	10	Jarum
	26/Agu/2019 16.00	26/Agu/2019 16.55	55	Sekoci
	27/Agu/2019 11.40	27/Agu/2019 11.50	10	Jarum
	28/Agu/2019 10.00	28/Agu/2019 10.45	45	Sepatu Jahit
	29/Agu/2019 09.10	29/Agu/2019 10.00	50	Sepatu Jahit
	30/Agu/2019 11.10	30/Agu/2019 11.57	47	Sekoci
	03/Sep/2019 16.10	03/Sep/2019 16.18	8	Jarum
	04/Sep/2019 11.50	04/Sep/2019 12.00	10	Jarum
	06/Sep/2019 09.00	06/Sep/2019 09.53	53	Sepatu Jahit
	09/Sep/2019 11.00	09/Sep/2019 11.40	40	Sekoci
	10/Sep/2019 09.30	10/Sep/2019 10.10	40	Dinamo/Servo
	12/Sep/2019 12.35	12/Sep/2019 12.40	5	Jarum
	13/Sep/2019 08.45	13/Sep/2019 08.56	11	Jarum
	17/Sep/2019 12.55	17/Sep/2019 13.10	15	Sepatu Jahit
	18/Sep/2019 10.15	18/Sep/2019 10.23	8	Jarum
	19/Sep/2019 16.10	19/Sep/2019 16.19	9	Jarum
	23/Sep/2019 11.00	23/Sep/2019 11.50	50	Dinamo/Servo
	24/Sep/2019 15.00	24/Sep/2019 15.10	10	Jarum
	25/Sep/2019 16.35	25/Sep/2019 16.55	20	Sekoci
	26/Sep/2019 16.27	26/Sep/2019 17.06	39	Sekoci
	27/Sep/2019 09.10	27/Sep/2019 11.00	110	Dinamo/Servo
	30/Sep/2019 15.10	30/Sep/2019 16.00	50	Sepatu Jahit
	01/Okt/2019 09.00	01/Okt/2019 09.10	10	Jarum
	02/Okt/2019 11.50	02/Okt/2019 13.10	80	Sepatu Jahit
	03/Okt/2019 10.35	03/Okt/2019 11.05	30	Sekoci
	04/Okt/2019 09.15	04/Okt/2019 09.55	40	Sepatu Jahit
	07/Okt/2019 11.55	07/Okt/2019 12.20	25	Jarum
	08/Okt/2019 10.10	08/Okt/2019 10.18	8	Jarum
	09/Okt/2019 13.15	09/Okt/2019 14.20	65	Dinamo/Servo
	10/Okt/2019 12.35	10/Okt/2019 12.42	7	Jarum
	11/Okt/2019 14.20	11/Okt/2019 15.00	40	Sekoci
	14/Okt/2019 12.40	14/Okt/2019 12.48	8	Jarum
	15/Okt/2019 15.00	15/Okt/2019 15.40	40	Dinamo/Servo
	16/Okt/2019 10.15	16/Okt/2019 10.55	40	Sepatu Jahit
	17/Okt/2019 11.50	17/Okt/2019 13.20	90	Sekoci
	18/Okt/2019 13.15	18/Okt/2019 14.05	50	Sepatu Jahit
	21/Okt/2019 10.45	21/Okt/2019 10.50	5	Jarum
	25/Okt/2019 16.10	25/Okt/2019 17.00	50	Dinamo/Servo

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	28/Okt/2019 10.20	28/Okt/2019 10.28	8	Jarum
	30/Okt/2019 12.35	30/Okt/2019 12.43	8	Jarum
	01/Nov/2019 10.15	01/Nov/2019 11.00	45	Sepatu Jahit
	04/Nov/2019 11.50	04/Nov/2019 13.25	95	Sekoci
	05/Nov/2019 10.00	05/Nov/2019 11.30	90	Sekoci
	06/Nov/2019 11.50	06/Nov/2019 11.58	8	Jarum
	07/Nov/2019 16.25	07/Nov/2019 16.30	5	Jarum
	11/Nov/2019 10.20	11/Nov/2019 10.32	12	Jarum
	13/Nov/2019 12.35	13/Nov/2019 13.00	25	Plat / Needle Gauge
	14/Nov/2019 11.50	14/Nov/2019 13.30	100	Dinamo/Servo
	15/Nov/2019 10.35	15/Nov/2019 11.05	30	Sepatu Jahit
	18/Nov/2019 11.50	18/Nov/2019 13.25	95	Sekoci
	19/Nov/2019 10.15	19/Nov/2019 10.22	7	Jarum
	20/Nov/2019 11.13	20/Nov/2019 11.55	42	Dinamo/Servo
	21/Nov/2019 09.35	21/Nov/2019 09.42	7	Jarum
	22/Nov/2019 11.50	22/Nov/2019 13.15	85	Sepatu Jahit
	25/Nov/2019 16.18	25/Nov/2019 17.05	47	Sekoci
	26/Nov/2019 15.45	26/Nov/2019 16.35	50	Sepatu Jahit
	27/Nov/2019 10.30	27/Nov/2019 10.40	10	Jarum
	28/Nov/2019 09.20	28/Nov/2019 10.00	40	Sekoci
	29/Nov/2019 10.15	29/Nov/2019 10.23	8	Jarum
	02/Des/2019 14.00	02/Des/2019 14.55	55	Plat / Needle Gauge
	03/Des/2019 11.00	03/Des/2019 11.13	13	Jarum
	04/Des/2019 16.10	04/Des/2019 16.22	12	Jarum
	06/Des/2019 11.00	06/Des/2019 11.09	9	Jarum
	09/Des/2019 09.00	09/Des/2019 09.56	56	Sekoci
	10/Des/2019 15.35	10/Des/2019 15.45	10	Jarum
	11/Des/2019 16.00	11/Des/2019 16.08	8	Jarum
	12/Des/2019 11.10	12/Des/2019 11.50	40	Sepatu Jahit
	13/Des/2019 12.40	13/Des/2019 12.49	9	Jarum
	16/Des/2019 13.20	16/Des/2019 14.00	40	Sepatu Jahit
	17/Des/2019 11.00	17/Des/2019 11.54	54	Sekoci
	18/Des/2019 12.37	18/Des/2019 12.46	9	Jarum
	19/Des/2019 10.15	19/Des/2019 10.24	9	Jarum
	20/Des/2019 15.05	20/Des/2019 15.50	45	Dinamo/Servo
	23/Des/2019 16.00	23/Des/2019 16.45	45	Sepatu Jahit
	24/Des/2019 16.10	24/Des/2019 16.18	8	Jarum
	25/Des/2019 11.20	25/Des/2019 11.27	7	Jarum
	26/Des/2019 09.13	26/Des/2019 09.55	42	Sekoci
	27/Des/2019 10.00	27/Des/2019 10.47	47	Plat / Needle Gauge
	30/Des/2019 10.45	30/Des/2019 10.51	6	Jarum
	31/Des/2019 10.15	31/Des/2019 10.50	35	Sepatu Jahit
	01/Jan/2020 09.20	01/Jan/2020 10.00	40	Sekoci

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	02/Jan/2020 16.10	02/Jan/2020 16.55	45	Sepatu Jahit
	03/Jan/2020 16.05	03/Jan/2020 16.13	8	Jarum
	06/Jan/2020 10.11	06/Jan/2020 10.19	8	Jarum
	07/Jan/2020 13.20	07/Jan/2020 13.28	8	Jarum
	08/Jan/2020 11.00	08/Jan/2020 11.53	53	Sekoci
	09/Jan/2020 12.35	09/Jan/2020 12.44	9	Jarum
	10/Jan/2020 08.55	10/Jan/2020 09.43	48	Plat / Needle Gauge
	13/Jan/2020 11.10	13/Jan/2020 12.00	50	Sepatu Jahit
	14/Jan/2020 12.35	14/Jan/2020 12.44	9	Jarum
	15/Jan/2020 10.10	15/Jan/2020 11.00	50	Sepatu Jahit
	16/Jan/2020 10.35	16/Jan/2020 11.05	30	Sekoci
	20/Jan/2020 10.15	20/Jan/2020 10.23	8	Jarum
	24/Jan/2020 09.20	24/Jan/2020 09.29	9	Jarum
	27/Jan/2020 16.05	27/Jan/2020 16.54	49	Plat / Needle Gauge
	28/Jan/2020 10.00	28/Jan/2020 10.06	6	Jarum
	29/Jan/2020 10.20	29/Jan/2020 11.15	55	Sepatu Jahit
	30/Jan/2020 09.00	30/Jan/2020 10.05	65	Sekoci
	03/Feb/2020 09.45	03/Feb/2020 09.53	8	Jarum
	05/Feb/2020 16.10	05/Feb/2020 16.18	8	Jarum
	07/Feb/2020 10.15	07/Feb/2020 11.00	45	Sekoci
	10/Feb/2020 09.30	10/Feb/2020 09.37	7	Jarum
	11/Feb/2020 16.25	11/Feb/2020 17.00	35	Plat / Needle Gauge
	13/Feb/2020 12.35	13/Feb/2020 12.44	9	Jarum
	14/Feb/2020 09.20	14/Feb/2020 09.29	9	Jarum
	18/Feb/2020 10.15	18/Feb/2020 10.55	40	Sepatu Jahit
	19/Feb/2020 11.11	19/Feb/2020 12.00	49	Dinamo/Servo
	20/Feb/2020 11.10	20/Feb/2020 12.03	53	Sekoci
	21/Feb/2020 10.00	21/Feb/2020 10.10	10	Jarum
	24/Feb/2020 15.45	24/Feb/2020 16.48	63	Plat / Needle Gauge
	25/Feb/2020 10.15	25/Feb/2020 11.00	45	Sepatu Jahit
	26/Feb/2020 16.15	26/Feb/2020 17.03	48	Plat / Needle Gauge
	27/Feb/2020 10.11	27/Feb/2020 10.20	9	Jarum
	28/Feb/2020 09.20	28/Feb/2020 09.29	9	Jarum
Over Dek	01/Mar/2019 10.00	01/Mar/2019 10.08	8	Jarum
	04/Mar/2019 09.35	04/Mar/2019 09.42	7	Jarum
	05/Mar/2019 11.20	05/Mar/2019 12.00	40	Needle Gauge
	06/Mar/2019 14.15	06/Mar/2019 15.45	90	Dinamo
	07/Mar/2019 09.15	07/Mar/2019 10.00	45	Dinamo
	08/Mar/2019 13.30	08/Mar/2019 13.39	9	Jarum
	11/Mar/2019 14.10	11/Mar/2019 15.40	90	Looper
	12/Mar/2019 09.25	12/Mar/2019 10.25	60	Needle Gauge
	13/Mar/2019 11.15	13/Mar/2019 11.50	35	Jarum
	14/Mar/2019 14.15	14/Mar/2019 15.24	69	Looper

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	14/Mar/2019 09.30	14/Mar/2019 09.38	8	Jarum
	15/Mar/2019 11.00	15/Mar/2019 11.06	6	Jarum
	21/Mar/2019 11.15	21/Mar/2019 11.23	8	Jarum
	22/Mar/2019 09.15	22/Mar/2019 09.21	6	Jarum
	28/Mar/2019 11.00	28/Mar/2019 11.07	7	Jarum
	29/Mar/2019 09.10	29/Mar/2019 11.00	110	Dinamo
	01/Apr/2019 14.15	01/Apr/2019 14.21	6	Jarum
	02/Apr/2019 09.10	02/Apr/2019 10.00	50	Needle Gauge
	02/Apr/2019 15.20	02/Apr/2019 15.28	8	Jarum
	05/Apr/2019 08.15	05/Apr/2019 08.22	7	Jarum
	08/Apr/2019 09.00	08/Apr/2019 10.15	75	Looper
	09/Apr/2019 15.30	09/Apr/2019 16.10	40	Dinamo
	10/Apr/2019 15.30	10/Apr/2019 16.45	75	Looper
	11/Apr/2019 14.10	11/Apr/2019 15.40	90	Dinamo
	12/Apr/2019 09.25	12/Apr/2019 10.25	60	Needle Gauge
	15/Apr/2020 11.00	15/Apr/2020 11.09	9	Jarum
	16/Apr/2020 15.40	16/Apr/2020 15.47	7	Jarum
	17/Apr/2020 13.30	17/Apr/2020 13.36	6	Jarum
	18/Apr/2019 13.30	18/Apr/2019 13.37	7	Jarum
	19/Apr/2019 14.20	19/Apr/2019 14.30	10	Jarum
	22/Apr/2019 09.15	22/Apr/2019 10.00	45	Looper
	23/Apr/2019 14.15	23/Apr/2019 14.22	7	Jarum
	25/Apr/2019 13.30	25/Apr/2019 13.36	6	Jarum
	26/Apr/2019 08.30	26/Apr/2019 08.36	6	Jarum
	29/Apr/2019 10.30	29/Apr/2019 10.34	4	Jarum
	30/Apr/2019 09.15	30/Apr/2019 10.00	45	Looper
	30/Apr/2019 14.15	30/Apr/2019 14.23	8	Jarum
	01/Mei/2019 09.20	01/Mei/2019 09.27	7	Jarum
	01/Mei/2019 11.10	01/Mei/2019 11.18	8	Jarum
	02/Mei/2019 13.00	02/Mei/2019 14.15	75	Looper
	03/Mei/2019 13.30	03/Mei/2019 13.39	9	Jarum
	06/Mei/2020 14.05	06/Mei/2020 15.40	95	Dinamo
	07/Mei/2020 11.00	07/Mei/2020 11.05	5	Jarum
	08/Mei/2020 09.00	08/Mei/2020 10.15	75	Looper
	08/Mei/2020 13.30	08/Mei/2020 13.35	5	Jarum
	09/Mei/2020 15.30	09/Mei/2020 15.38	8	Jarum
	10/Mei/2020 15.30	10/Mei/2020 16.45	75	Looper
	13/Mei/2019 10.30	13/Mei/2019 10.36	6	Jarum
	14/Mei/2019 09.30	14/Mei/2019 09.34	4	Jarum
	15/Mei/2019 11.00	15/Mei/2019 11.07	7	Jarum
	16/Mei/2019 15.40	16/Mei/2019 15.46	6	Jarum
	17/Mei/2019 14.00	17/Mei/2019 14.04	4	Jarum
	20/Mei/2019 09.25	20/Mei/2019 10.20	55	Needle Gauge

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	21/Mei/2019 11.15	21/Mei/2019 11.23	8	Jarum
	21/Mei/2019 15.30	21/Mei/2019 16.30	60	Needle Gauge
	22/Mei/2019 09.15	22/Mei/2019 09.23	8	Jarum
	23/Mei/2019 09.30	23/Mei/2019 10.10	40	Dinamo
	23/Mei/2019 11.00	23/Mei/2019 11.08	8	Jarum
	24/Mei/2019 09.30	24/Mei/2019 10.10	40	Looper
	27/Mei/2020 08.15	27/Mei/2020 08.22	7	Jarum
	28/Mei/2020 14.20	28/Mei/2020 14.30	10	Jarum
	29/Mei/2020 11.15	29/Mei/2020 11.55	40	Looper
	29/Mei/2020 16.30	29/Mei/2020 16.35	5	Jarum
	30/Mei/2020 09.15	30/Mei/2020 11.00	105	Dinamo
	31/Mei/2020 13.30	31/Mei/2020 13.36	6	Jarum
	13/Jun/2019 10.30	13/Jun/2019 11.30	60	Needle Gauge
	13/Jun/2019 10.00	13/Jun/2019 10.06	6	Jarum
	14/Jun/2019 14.15	14/Jun/2019 15.20	65	Looper
	17/Jun/2019 09.15	17/Jun/2019 11.00	105	Dinamo
	17/Jun/2019 13.10	17/Jun/2019 14.15	65	Looper
	18/Jun/2019 13.30	18/Jun/2019 13.36	6	Jarum
	21/Jun/2019 11.15	21/Jun/2019 11.22	7	Jarum
	24/Jun/2019 09.30	24/Jun/2019 09.34	4	Jarum
	24/Jun/2019 11.00	24/Jun/2019 11.08	8	Jarum
	25/Jun/2019 09.00	25/Jun/2019 10.15	75	Looper
	25/Jun/2019 13.30	25/Jun/2019 13.37	7	Jarum
	26/Jun/2019 10.30	26/Jun/2019 11.00	30	Dinamo
	27/Jun/2019 14.00	27/Jun/2019 14.45	45	Looper
	28/Jun/2019 14.20	28/Jun/2019 14.28	8	Jarum
	30/Jul/2019 09.00	30/Jul/2019 09.06	6	Jarum
	30/Jul/2019 15.30	30/Jul/2019 16.10	40	Needle Gauge
	31/Jul/2019 08.30	31/Jul/2019 08.45	15	Jarum
	31/Jul/2019 10.30	31/Jul/2019 10.38	8	Jarum
	01/Agu/2019 14.15	01/Agu/2019 14.24	9	Jarum
	02/Agu/2019 09.20	02/Agu/2019 09.28	8	Jarum
	02/Agu/2019 11.10	02/Agu/2019 11.50	40	Needle Gauge
	05/Agu/2019 08.15	05/Agu/2019 08.22	7	Jarum
	06/Agu/2019 14.20	06/Agu/2019 14.25	5	Jarum
	07/Agu/2019 11.15	07/Agu/2019 11.24	9	Jarum
	08/Agu/2019 09.00	08/Agu/2019 10.00	60	Looper
	08/Agu/2019 13.30	08/Agu/2019 14.00	30	Dinamo
	09/Agu/2019 15.30	09/Agu/2019 15.38	8	Jarum
	12/Agu/2019 08.30	12/Agu/2019 08.45	15	Jarum
	13/Agu/2019 10.30	13/Agu/2019 11.30	60	Needle Gauge
	14/Agu/2019 14.15	14/Agu/2019 15.24	69	Looper
	14/Agu/2019 09.30	14/Agu/2019 09.36	6	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	19/Agu/2019 14.20	19/Agu/2019 14.24	4	Jarum
	20/Agu/2019 09.25	20/Agu/2019 10.20	55	Needle Gauge
	21/Agu/2019 11.15	21/Agu/2019 11.21	6	Jarum
	21/Agu/2019 15.30	21/Agu/2019 16.30	60	Needle Gauge
	22/Agu/2019 09.15	22/Agu/2019 09.20	5	Jarum
	23/Agu/2019 11.00	23/Agu/2019 11.06	6	Jarum
	26/Agu/2019 15.40	26/Agu/2019 15.48	8	Jarum
	26/Agu/2019 08.15	26/Agu/2019 09.10	55	Needle Gauge
	27/Agu/2019 14.20	27/Agu/2019 15.40	80	Looper
	28/Agu/2019 09.25	28/Agu/2019 10.15	50	Needle Gauge
	28/Agu/2019 11.15	28/Agu/2019 11.22	7	Jarum
	29/Agu/2019 10.30	29/Agu/2019 10.37	7	Jarum
	30/Agu/2019 09.15	30/Agu/2019 09.19	4	Jarum
	06/Agu/2019 09.25	06/Agu/2019 09.34	9	Jarum
	07/Agu/2019 09.15	07/Agu/2019 11.00	105	Dinamo
	08/Agu/2019 09.00	08/Agu/2019 10.15	75	Looper
	08/Agu/2019 13.30	08/Agu/2019 13.40	10	Jarum
	09/Agu/2019 15.30	09/Agu/2019 15.38	8	Jarum
	12/Agu/2019 08.30	12/Agu/2019 08.39	9	Jarum
	13/Agu/2019 10.30	13/Agu/2019 10.36	6	Jarum
	14/Agu/2019 14.15	14/Agu/2019 15.24	69	Looper
	14/Agu/2019 09.30	14/Agu/2019 09.37	7	Jarum
	15/Agu/2019 11.00	15/Agu/2019 11.12	12	Jarum
	16/Agu/2019 15.40	16/Agu/2019 15.50	10	Jarum
	19/Agu/2019 14.20	19/Agu/2019 14.28	8	Jarum
	27/Agu/2019 08.15	27/Agu/2019 08.20	5	Jarum
	28/Agu/2019 14.20	28/Agu/2019 14.26	6	Jarum
	29/Agu/2019 09.25	29/Agu/2019 10.05	40	Jarum
	30/Agu/2019 09.15	30/Agu/2019 11.00	105	Dinamo
	02/Sep/2019 09.20	02/Sep/2019 09.28	8	Jarum
	03/Sep/2019 09.15	03/Sep/2019 09.26	11	Jarum
	04/Sep/2019 09.30	04/Sep/2019 09.08	-22	Jarum
	05/Sep/2019 11.00	05/Sep/2019 12.00	60	Needle Gauge
	06/Sep/2019 14.15	06/Sep/2019 15.45	90	Dinamo
	09/Sep/2019 09.20	09/Sep/2019 10.20	60	Needle Gauge
	09/Sep/2019 11.10	09/Sep/2019 11.17	7	Jarum
	10/Sep/2019 15.30	10/Sep/2019 16.45	75	Looper
	11/Sep/2019 14.10	11/Sep/2019 15.40	90	Dinamo
	12/Sep/2019 09.25	12/Sep/2019 10.25	60	Needle Gauge
	13/Agu/2019 11.15	13/Agu/2019 11.25	10	Jarum
	16/Sep/2019 10.30	16/Sep/2019 11.20	50	Needle Gauge
	17/Sep/2019 09.15	17/Sep/2019 11.00	105	Dinamo
	18/Sep/2019 13.30	18/Sep/2019 14.00	30	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	19/Sep/2019 08.15	19/Sep/2019 08.22	7	Jarum
	25/Sep/2019 13.30	25/Sep/2019 13.35	5	Jarum
	25/Sep/2019 15.30	25/Sep/2019 15.40	10	Jarum
	27/Sep/2019 14.00	27/Sep/2019 14.08	8	Jarum
	30/Sep/2019 09.15	30/Sep/2019 09.21	6	Jarum
	30/Sep/2019 14.15	30/Sep/2019 14.24	9	Jarum
	01/Okt/2019 09.20	01/Okt/2019 09.28	8	Jarum
	01/Okt/2019 11.10	01/Okt/2019 11.16	6	Jarum
	02/Okt/2019 09.15	02/Okt/2019 11.00	105	Dinamo
	02/Okt/2019 13.00	02/Okt/2019 14.15	75	Looper
	03/Okt/2019 13.30	03/Okt/2019 13.39	9	Jarum
	04/Okt/2019 08.15	04/Okt/2019 08.20	5	Jarum
	04/Okt/2019 14.20	04/Okt/2019 14.29	9	Jarum
	07/Okt/2019 09.25	07/Okt/2019 10.20	55	Needle Gauge
	07/Okt/2019 14.15	07/Okt/2019 14.24	9	Jarum
	08/Okt/2019 11.00	08/Okt/2019 11.50	50	Needle Gauge
	09/Okt/2019 09.15	09/Okt/2019 09.23	8	Jarum
	10/Okt/2019 13.00	10/Okt/2019 14.15	75	Looper
	11/Okt/2019 13.30	11/Okt/2019 13.38	8	Jarum
	14/Okt/2019 14.20	14/Okt/2019 14.27	7	Jarum
	16/Okt/2019 08.15	16/Okt/2019 08.21	6	Jarum
	16/Okt/2019 14.20	16/Okt/2019 14.27	7	Jarum
	17/Okt/2019 09.25	17/Okt/2019 10.20	55	Needle Gauge
	18/Okt/2019 09.20	18/Okt/2019 09.26	6	Jarum
	21/Okt/2019 09.20	21/Okt/2019 09.30	10	Jarum
	22/Okt/2019 11.10	22/Okt/2019 11.19	9	Jarum
	23/Okt/2019 09.15	23/Okt/2019 11.00	105	Dinamo
	23/Okt/2019 13.00	23/Okt/2019 14.15	75	Looper
	24/Okt/2019 13.30	24/Okt/2019 13.37	7	Jarum
	28/Okt/2019 09.20	28/Okt/2019 10.10	50	Needle Gauge
	28/Okt/2019 11.00	28/Okt/2019 11.10	10	Jarum
	29/Okt/2019 09.10	29/Okt/2019 11.00	110	Dinamo
	30/Okt/2019 13.00	30/Okt/2019 14.15	75	Looper
	31/Okt/2019 13.30	31/Okt/2019 13.35	5	Jarum
	01/Nov/2019 13.00	01/Nov/2019 14.15	75	Looper
	04/Nov/2019 09.30	04/Nov/2019 09.36	6	Jarum
	05/Nov/2019 11.00	05/Nov/2019 12.00	60	Needle Gauge
	06/Nov/2019 14.15	06/Nov/2019 15.45	90	Dinamo
	07/Nov/2019 09.25	07/Nov/2019 10.20	55	Needle Gauge
	08/Nov/2019 09.20	08/Nov/2019 09.28	8	Jarum
	11/Nov/2019 14.10	11/Nov/2019 15.40	90	Dinamo
	12/Nov/2019 09.25	12/Nov/2019 10.25	60	Needle Gauge
	13/Nov/2019 11.15	13/Nov/2019 11.21	6	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	14/Nov/2019 08.15	14/Nov/2019 08.25	10	Jarum
	15/Nov/2019 09.25	15/Nov/2019 09.32	7	Jarum
	18/Nov/2019 13.30	18/Nov/2019 13.36	6	Jarum
	19/Nov/2019 08.15	19/Nov/2019 08.19	4	Jarum
	20/Nov/2019 09.25	20/Nov/2019 10.20	55	Needle Gauge
	22/Nov/2019 11.10	22/Nov/2019 11.16	6	Jarum
	25/Nov/2019 09.30	25/Nov/2019 11.00	90	Dinamo
	25/Nov/2019 13.20	25/Nov/2019 14.15	55	Needle Gauge
	26/Nov/2019 10.30	26/Nov/2019 10.37	7	Jarum
	28/Nov/2019 09.20	28/Nov/2019 10.10	50	Needle Gauge
	29/Nov/2019 09.10	29/Nov/2019 11.00	110	Dinamo
	02/Des/2019 11.10	02/Des/2019 11.15	5	Jarum
	03/Des/2019 09.15	03/Des/2019 09.20	5	Jarum
	04/Des/2019 09.30	04/Des/2019 10.30	60	Needle Gauge
	05/Des/2019 11.30	05/Des/2019 11.38	8	Jarum
	06/Des/2019 14.05	06/Des/2019 15.40	95	Dinamo
	09/Des/2019 11.10	09/Des/2019 11.40	30	Jarum
	10/Des/2019 15.30	10/Des/2019 16.45	75	Looper
	13/Des/2019 13.15	13/Des/2019 13.22	7	Jarum
	16/Des/2019 14.20	16/Des/2019 14.26	6	Jarum
	17/Des/2019 09.25	17/Des/2019 10.20	55	Needle Gauge
	18/Des/2019 09.20	18/Des/2019 09.25	5	Jarum
	19/Des/2019 14.20	19/Des/2019 14.27	7	Jarum
	20/Des/2019 09.25	20/Des/2019 10.20	55	Needle Gauge
	24/Des/2019 11.00	24/Des/2019 11.04	4	Jarum
	25/Des/2019 09.00	25/Des/2019 10.15	75	Looper
	25/Des/2019 15.30	25/Des/2019 15.37	7	Jarum
	26/Des/2019 08.30	26/Des/2019 08.38	8	Jarum
	26/Des/2019 10.30	26/Des/2019 10.36	6	Jarum
	27/Des/2019 14.00	27/Des/2019 14.05	5	Jarum
	31/Des/2019 15.30	31/Des/2019 15.35	5	Jarum
	02/Jan/2020 09.15	02/Jan/2020 11.00	105	Dinamo
	02/Jan/2020 13.00	02/Jan/2020 14.15	75	Looper
	06/Jan/2020 14.20	06/Jan/2020 14.28	8	Jarum
	06/Jan/2020 09.25	06/Jan/2020 09.33	8	Jarum
	07/Jan/2020 09.25	07/Jan/2020 11.00	95	Dinamo
	08/Jan/2020 09.00	08/Jan/2020 10.15	75	Looper
	09/Jan/2020 15.30	09/Jan/2020 15.37	7	Jarum
	10/Jan/2020 15.30	10/Jan/2020 16.45	75	Looper
	13/Jan/2020 10.30	13/Jan/2020 10.36	6	Jarum
	13/Jan/2020 10.00	13/Jan/2020 10.25	25	Jarum
	14/Jan/2020 14.15	14/Jan/2020 15.24	69	Looper
	14/Jan/2020 09.30	14/Jan/2020 09.35	5	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	15/Jan/2020 11.00	15/Jan/2020 11.09	9	Jarum
	16/Jan/2020 15.40	16/Jan/2020 15.48	8	Jarum
	17/Jan/2020 09.00	17/Jan/2020 10.15	75	Looper
	21/Jan/2020 15.30	21/Jan/2020 16.30	60	Needle Gauge
	22/Jan/2020 09.15	22/Jan/2020 09.21	6	Jarum
	23/Jan/2020 11.00	23/Jan/2020 11.08	8	Jarum
	24/Jan/2020 09.30	24/Jan/2020 09.36	6	Jarum
	27/Jan/2020 08.15	27/Jan/2020 08.21	6	Jarum
	28/Jan/2020 14.20	28/Jan/2020 14.25	5	Jarum
	29/Jan/2020 09.25	29/Jan/2020 09.29	4	Jarum
	29/Jan/2020 11.15	29/Jan/2020 11.22	7	Jarum
	30/Jan/2020 09.15	30/Jan/2020 11.00	105	Dinamo
	30/Jan/2020 13.30	30/Jan/2020 13.36	6	Jarum
	31/Jan/2020 13.30	31/Jan/2020 13.35	5	Jarum
	31/Jan/2020 15.30	31/Jan/2020 15.37	7	Jarum
	03/Feb/2020 09.15	03/Feb/2020 09.21	6	Jarum
	04/Feb/2020 09.30	04/Feb/2020 10.30	60	Needle Gauge
	05/Feb/2020 11.30	05/Feb/2020 11.36	6	Jarum
	06/Feb/2020 14.05	06/Feb/2020 15.40	95	Dinamo
	07/Feb/2020 11.00	07/Feb/2020 11.08	8	Jarum
	10/Feb/2020 15.30	10/Feb/2020 16.45	75	Looper
	14/Feb/2020 14.15	14/Feb/2020 15.20	65	Looper
	17/Feb/2020 09.25	17/Feb/2020 10.20	55	Needle Gauge
	18/Feb/2020 09.20	18/Feb/2020 09.24	4	Jarum
	19/Feb/2020 08.15	19/Feb/2020 08.20	5	Jarum
	19/Feb/2020 14.20	19/Feb/2020 14.28	8	Jarum
	20/Feb/2020 09.25	20/Feb/2020 10.20	55	Needle Gauge
	21/Feb/2020 11.15	21/Feb/2020 11.21	6	Jarum
	24/Feb/2020 13.30	24/Feb/2020 13.37	7	Jarum
	25/Feb/2020 14.20	25/Feb/2020 14.26	6	Jarum
	26/Feb/2020 11.00	26/Feb/2020 11.30	30	Looper
	27/Feb/2020 08.15	27/Feb/2020 09.00	45	Dinamo
	28/Feb/2020 09.20	28/Feb/2020 09.30	10	Jarum
Kansai	04/Mar/2019 09.25	04/Mar/2019 10.00	35	Jarum
	05/Mar/2019 11.20	05/Mar/2019 12.00	40	Needle Gauge
	11/Mar/2019 14.10	11/Mar/2019 15.30	80	Looper
	12/Mar/2019 09.25	12/Mar/2019 10.25	60	Needle Gauge
	18/Mar/2019 13.30	18/Mar/2019 14.00	30	Looper
	19/Mar/2019 08.15	19/Mar/2019 09.00	45	Dinamo
	20/Mar/2019 09.20	20/Mar/2019 10.20	60	Needle Gauge
	25/Mar/2019 15.30	25/Mar/2019 15.40	10	Jarum
	02/Apr/2019 09.20	02/Apr/2019 10.00	40	Needle Gauge
	02/Apr/2019 15.20	02/Apr/2019 15.40	20	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	09/Apr/2019 15.30	09/Apr/2019 16.10	40	Dinamo
	10/Apr/2019 15.30	10/Apr/2019 16.45	75	Looper
	11/Apr/2019 14.10	11/Apr/2019 15.40	90	Dinamo
	12/Apr/2019 09.25	12/Apr/2019 10.25	60	Needle Gauge
	15/Apr/2020 11.00	15/Apr/2020 11.20	20	Jarum
	18/Apr/2019 13.30	18/Apr/2019 14.00	30	Jarum
	25/Apr/2019 09.00	25/Apr/2019 10.15	75	Looper
	26/Apr/2019 08.30	26/Apr/2019 08.45	15	Jarum
	29/Apr/2019 10.30	29/Apr/2019 11.00	30	Jarum
	30/Apr/2019 09.15	30/Apr/2019 10.00	45	Looper
	30/Apr/2019 14.15	30/Apr/2019 14.40	25	Jarum
	08/Mei/2020 09.00	08/Mei/2020 10.15	75	Looper
	08/Mei/2020 13.30	08/Mei/2020 14.00	30	Jarum
	10/Mei/2020 15.40	10/Mei/2020 16.45	65	Looper
	20/Mei/2019 09.25	20/Mei/2019 10.20	55	Needle Gauge
	21/Mei/2019 11.15	21/Mei/2019 11.45	30	Jarum
	21/Mei/2019 15.30	21/Mei/2019 16.30	60	Needle Gauge
	22/Mei/2019 09.15	22/Mei/2019 09.30	15	Jarum
	28/Mei/2020 14.20	28/Mei/2020 14.40	20	Jarum
	29/Mei/2020 11.15	29/Mei/2020 11.55	40	Looper
	29/Mei/2020 16.30	29/Mei/2020 17.00	30	Jarum
	30/Mei/2020 09.15	30/Mei/2020 11.00	105	Dinamo
	31/Mei/2020 13.30	31/Mei/2020 14.00	30	Jarum
	13/Jun/2019 10.30	13/Jun/2019 11.30	60	Needle Gauge
	13/Jun/2019 10.00	13/Jun/2019 10.25	25	Jarum
	14/Jun/2019 14.15	14/Jun/2019 15.20	65	Looper
	17/Jun/2019 09.15	17/Jun/2019 11.00	105	Dinamo
	20/Jun/2019 09.35	20/Jun/2019 10.20	45	Needle Gauge
	24/Jun/2019 11.00	24/Jun/2019 11.30	30	Jarum
	25/Jun/2019 09.00	25/Jun/2019 10.15	75	Looper
	25/Jun/2019 13.30	25/Jun/2019 14.00	30	Jarum
	26/Jun/2019 10.30	26/Jun/2019 11.00	30	Dinamo
	27/Jun/2019 14.00	27/Jun/2019 14.45	45	Looper
	28/Jun/2019 14.20	28/Jun/2019 14.40	20	Jarum
	30/Jul/2019 09.00	30/Jul/2019 10.15	75	Jarum
	30/Jul/2019 15.30	30/Jul/2019 16.10	40	Needle Gauge
	02/Agu/2019 11.10	02/Agu/2019 11.50	40	Needle Gauge
	06/Agu/2019 14.20	06/Agu/2019 14.40	20	Jarum
	08/Agu/2019 09.00	08/Agu/2019 10.00	60	Looper
	08/Agu/2019 13.30	08/Agu/2019 14.00	30	Dinamo
	12/Agu/2019 08.30	12/Agu/2019 08.45	15	Jarum
	13/Agu/2019 10.30	13/Agu/2019 11.30	60	Needle Gauge
	19/Agu/2019 14.20	19/Agu/2019 14.40	20	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	20/Agu/2019 09.25	20/Agu/2019 10.20	55	Needle Gauge
	21/Agu/2019 15.30	21/Agu/2019 16.30	60	Needle Gauge
	26/Agu/2019 08.15	26/Agu/2019 09.10	55	Needle Gauge
	27/Agu/2019 14.20	27/Agu/2019 15.40	80	Looper
	28/Agu/2019 09.25	28/Agu/2019 10.15	50	Needle Gauge
	07/Agu/2019 09.15	07/Agu/2019 11.00	105	Dinamo
	08/Agu/2019 09.00	08/Agu/2019 10.15	75	Looper
	08/Agu/2019 13.30	08/Agu/2019 14.00	30	Jarum
	12/Agu/2019 08.30	12/Agu/2019 08.45	15	Jarum
	14/Agu/2019 14.15	14/Agu/2019 15.24	69	Looper
	21/Agu/2019 15.30	21/Agu/2019 16.30	60	Needle Gauge
	23/Agu/2019 11.00	23/Agu/2019 11.30	30	Jarum
	28/Agu/2019 14.20	28/Agu/2019 14.40	20	Jarum
	30/Agu/2019 09.15	30/Agu/2019 11.00	105	Dinamo
	05/Sep/2019 11.00	05/Sep/2019 12.00	60	Needle Gauge
	06/Sep/2019 14.15	06/Sep/2019 15.45	90	Dinamo
	09/Sep/2019 09.20	09/Sep/2019 10.20	60	Needle Gauge
	09/Sep/2019 11.10	09/Sep/2019 11.40	30	Jarum
	10/Sep/2019 15.30	10/Sep/2019 16.45	75	Looper
	11/Sep/2019 14.10	11/Sep/2019 15.40	90	Dinamo
	12/Sep/2019 09.25	12/Sep/2019 10.25	60	Needle Gauge
	16/Sep/2019 10.30	16/Sep/2019 11.20	50	Needle Gauge
	17/Sep/2019 09.15	17/Sep/2019 11.00	105	Dinamo
	20/Sep/2019 09.25	20/Sep/2019 10.20	55	Needle Gauge
	23/Sep/2019 14.15	23/Sep/2019 14.24	9	Jarum
	25/Sep/2019 09.00	25/Sep/2019 10.15	75	Looper
	25/Sep/2019 15.30	25/Sep/2019 15.40	10	Jarum
	02/Okt/2019 13.00	02/Okt/2019 14.15	75	Looper
	03/Okt/2019 13.30	03/Okt/2019 14.00	30	Jarum
	04/Okt/2019 14.20	04/Okt/2019 14.40	20	Jarum
	07/Okt/2019 09.25	07/Okt/2019 10.20	55	Needle Gauge
	07/Okt/2019 14.15	07/Okt/2019 14.24	9	Jarum
	08/Okt/2019 11.00	08/Okt/2019 11.50	50	Needle Gauge
	10/Okt/2019 13.00	10/Okt/2019 14.15	75	Looper
	17/Okt/2019 09.25	17/Okt/2019 10.20	55	Needle Gauge
	23/Okt/2019 09.15	23/Okt/2019 11.00	105	Dinamo
	23/Okt/2019 13.00	23/Okt/2019 14.15	75	Looper
	24/Okt/2019 13.30	24/Okt/2019 14.00	30	Jarum
	28/Okt/2019 09.20	28/Okt/2019 10.10	50	Needle Gauge
	28/Okt/2019 11.00	28/Okt/2019 11.40	40	Jarum
	29/Okt/2019 09.10	29/Okt/2019 11.00	110	Dinamo
	30/Okt/2019 13.00	30/Okt/2019 14.15	75	Looper
	31/Okt/2019 13.30	31/Okt/2019 14.00	30	Jarum

Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	31/Okt/2019 15.30	31/Okt/2019 16.00	30	Jarum
	05/Nov/2019 11.00	05/Nov/2019 12.00	60	Needle Gauge
	06/Nov/2019 14.15	06/Nov/2019 15.45	90	Dinamo
	07/Nov/2019 09.25	07/Nov/2019 10.20	55	Needle Gauge
	11/Nov/2019 14.10	11/Nov/2019 15.40	90	Dinamo
	12/Nov/2019 09.25	12/Nov/2019 10.25	60	Needle Gauge
	18/Nov/2019 13.30	18/Nov/2019 14.00	30	Jarum
	20/Nov/2019 09.25	20/Nov/2019 10.20	55	Needle Gauge
	25/Nov/2019 09.30	25/Nov/2019 11.00	90	Dinamo
	25/Nov/2019 13.20	25/Nov/2019 14.15	55	Needle Gauge
	29/Nov/2019 10.10	29/Nov/2019 11.00	50	Dinamo
	04/Des/2019 09.30	04/Des/2019 10.30	60	Needle Gauge
	05/Des/2019 11.30	05/Des/2019 12.00	30	Jarum
	06/Des/2019 14.15	06/Des/2019 15.40	85	Dinamo
	09/Des/2019 11.10	09/Des/2019 11.40	30	Jarum
	10/Des/2019 15.30	10/Des/2019 16.45	75	Looper
	11/Des/2019 14.20	11/Des/2019 15.30	70	Dinamo
	12/Des/2019 09.25	12/Des/2019 10.25	60	Needle Gauge
	16/Des/2019 14.20	16/Des/2019 14.40	20	Jarum
	17/Des/2019 09.25	17/Des/2019 10.20	55	Needle Gauge
	20/Des/2019 09.35	20/Des/2019 10.20	45	Needle Gauge
	26/Des/2019 08.30	26/Des/2019 08.45	15	Jarum
	26/Des/2019 10.30	26/Des/2019 11.00	30	Jarum
	27/Des/2019 14.00	27/Des/2019 14.45	45	Jarum
	30/Des/2019 13.00	30/Des/2019 14.15	75	Looper
	31/Des/2019 13.30	31/Des/2019 14.00	30	Jarum
	31/Des/2019 15.30	31/Des/2019 16.00	30	Jarum
	02/Jan/2020 09.50	02/Jan/2020 11.00	70	Dinamo
	02/Jan/2020 13.00	02/Jan/2020 14.15	75	Looper
	07/Jan/2020 09.25	07/Jan/2020 11.00	95	Dinamo
	08/Jan/2020 09.00	08/Jan/2020 10.15	75	Looper
	09/Jan/2020 15.30	09/Jan/2020 16.10	40	Jarum
	10/Jan/2020 15.30	10/Jan/2020 16.45	75	Looper
	17/Jan/2020 09.00	17/Jan/2020 10.15	75	Looper
	20/Jan/2020 09.25	20/Jan/2020 10.20	55	Needle Gauge
	21/Jan/2020 11.15	21/Jan/2020 11.45	30	Jarum
	21/Jan/2020 15.30	21/Jan/2020 16.30	60	Needle Gauge
	23/Jan/2020 11.00	23/Jan/2020 11.30	30	Jarum
	24/Jan/2020 09.30	24/Jan/2020 09.40	10	Jarum
	30/Jan/2020 10.15	30/Jan/2020 11.00	45	Dinamo
	30/Jan/2020 13.30	30/Jan/2020 14.00	30	Jarum
	31/Jan/2020 13.30	31/Jan/2020 14.00	30	Jarum
	04/Feb/2020 09.30	04/Feb/2020 10.30	60	Needle Gauge

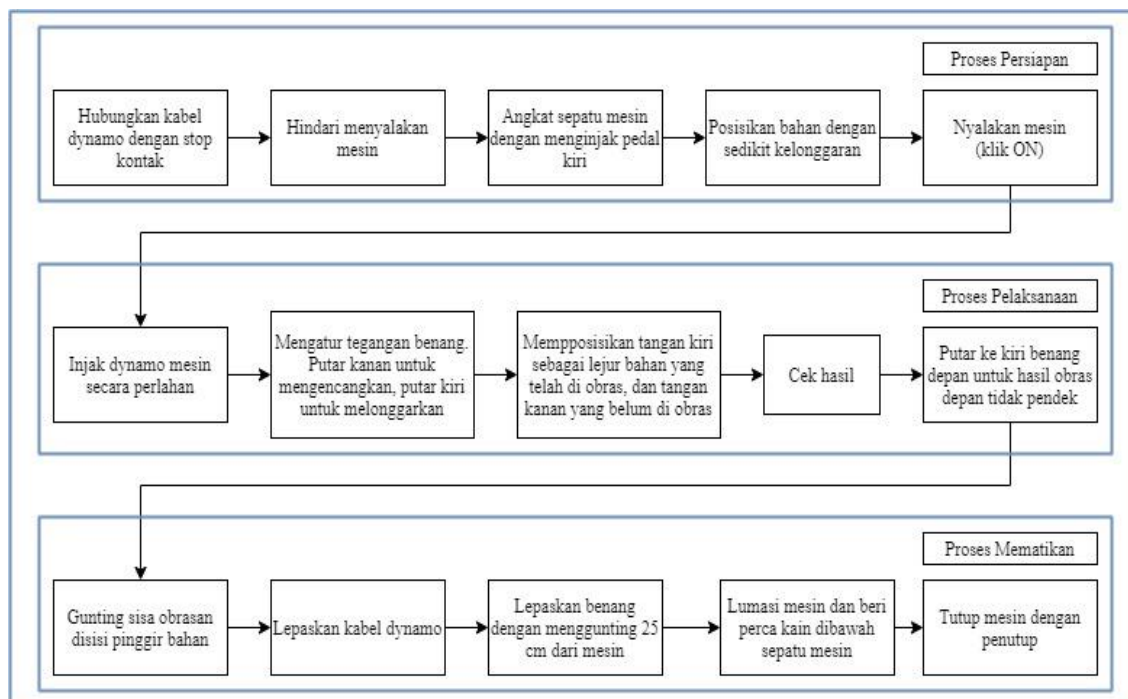
Mesin	Mulai	Selesai	Downtime	Komponen
	05/Feb/2020 11.30	05/Feb/2020 12.00	30	Jarum
	06/Feb/2020 14.05	06/Feb/2020 15.40	95	Dinamo
	07/Feb/2020 11.00	07/Feb/2020 11.35	35	Jarum
	10/Feb/2020 15.40	10/Feb/2020 16.45	65	Looper
	14/Feb/2020 14.15	14/Feb/2020 15.20	65	Looper
	17/Feb/2020 09.25	17/Feb/2020 10.20	55	Needle Gauge
	19/Feb/2020 14.25	19/Feb/2020 15.00	35	Jarum
	20/Feb/2020 09.25	20/Feb/2020 10.20	55	Needle Gauge
	21/Feb/2020 11.15	21/Feb/2020 11.45	30	Jarum
	24/Feb/2020 13.30	24/Feb/2020 14.00	30	Jarum
	28/Feb/2020 09.20	28/Feb/2020 09.55	35	Dinamo
			43405	

4.4 Pengolahan Data

4.4.1 Perawatan Reliability Centered Maintenance (RCM)

1. *Function Block Diagram*

Functional Block Diagram (FBD) dibuat untuk memberikan informasi lengkap mengenai sistem dari peralatan yang dianalisis dari awal penggunaan hingga akhir penggunaan mesin. Hasil dari informasi dan analisis kemudian dituangkan kedalam *Functional Block Diagram* (FBD) yang merupakan bentuk diagram lebih sederhana dan menggambarkan fungsi dari sistem mesin *overlock* dengan urutan operasi. Berikut Gambar 4.11 FBD dari mesin *overlock*:



Gambar 4.11 *Functional Block Diagram (FBD) Mesin Overlock*

Gambar 4.11 diatas menerangkan langkah sistem mesin *overlock* dari awal hingga akhir proses. Proses dibagi dalam tiga bagian, yang pertama pada proses persiapan atau *start* dari mesin dimulai dengan menghubungkan kabel dinamo dengan aliran listrik agar mesin dapat menyala. Pedal pada sisi kiri diinjak untuk mengangkat sepatu mesin dan memposisikan bahan dengan diberikan kelonggaran. Selanjutnya pada proses ke dua yaitu pelaksanaan atau pengerjaan, dinamo mesin diinjak secara perlahan. Ketegangan benang diatur dengan memutar stir ke arah kanan untuk mengencangkan, dan memutar kekiri untuk melonggarkan. Posisi tangan kanan digunakan sebagai lajur bahan yang belum di obras dan tangan kiri digunakan sebagai lajur bahan atau yang mengarahkan arahnya bahan yang telah di obras. Jika sudah maka hasil obras akan dicek untuk kesesuaiannya. Proses ke tiga, hasil dari obras di rapikan dengan menggunting sisa dari benang yang berada di pinggir bahan. Lepas dinamo dan benang dengan menggunting 25 cm dari mesin. Mesin yang telah digunakan diberi pelumas dan lapisan kain pada sepatu mesin.

2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metode FMEA melibatkan banyak hal seperti menganalisis kegagalan sistem, penyebab dari terjadinya kegagalan, serta *effect* atau dampak yang terjadi akibat kegagalan di setiap komponen yang tertulis dalam *worksheet* FMEA. Hal ini memudahkan dalam menganalisis komponen mana yang menjadi komponen kritis yang memiliki nilai *downtime* tertinggi atau nilai RPN terbesar dan seberapa jauh pengaruhnya terhadap sistem, sehingga dapat menentukan perawatan terhadap komponen kritis yang tepat. Berikut ini adalah Tabel 4.2 FMEA mesin *overlock*, didapat dari narasumber yaitu Abdul Rohim dan R. Rendi yang telah bekerja di bagian mekanik selama 5 (lima tahun).

Tabel 4.2 FMEA Mesin *Overlock*

N o	Equipm ent	Function	Failure Mode (kerusaka n / kegagal an)	Failure Causes (penyebab)	Failure Effect (efek)	S	O	D	RP N
1	Jarum	Alat untuk menjahit (menganyam / menyalurkan benang terhadap bahan yang akan dijahit)	Jarum patah	- Kualitas jarum yang kurang baik - Kualitas benang yang semakin berbulu semakin cepat jarum panas dan mengakibatkan gesekan sehingga terjadi crash	Mesin tidak dapat digunakan	7	9	3	189

No	Equipment	Function	Failure Mode (kerusakan / kegagalan)	Failure Causes (penyebab)	Failure Effect (efek)	S	O	D	RPN
				<ul style="list-style-type: none"> - Human error, ketika menjalankan pengoperasian (antara ritme tangan dengan alur mesin tidak seirama). - Bahan tidak sesuai kriteria jarum, (ex bahan terlalu tebal sehingga jarum tidak mengkonfirmasi bahan - Kondisi mesin sudah kurang layak sehingga stelan tidak tepat (benang kekencanga 					

No	Equipment	Function	Failure Mode (kerusakan / kegagalan)	Failure Causes (penyebab)	Failure Effect (efek)	S	O	D	RPN
				n dan adanya tarikan					
2	Plat needle	Jalur kerja mesin obras	- Plat needle tergores - Patah	- Komponen tergores jarum - Komponen yang sudah terlalu lama	Mengganggu jalan jalurnya kain (tersendat)	4	7	3	84
3	<i>Tension</i>	Mengatur kerenggangan dan ketegangan benang	Kotor dan karatan	Komponen yang sudah terlalu lama	Setelan menjadi susah atau tidak normal (kencang-kendor dengan sendirinya karena permukaan tidak rata.	3	2	2	12
4	<i>Looper & Upper</i>	Lubang tempat mengaitkan benang	- Looper dan upper luka - Patah	Jarum menabrak looper & upper	- Hasil anyaman / jahitan	5	7	2	70

N o	Equipm ent	Function	Failure Mode (kerusaka n/ kegagalan)	Failure Causes (penyebab)	Failure Effect (efek)	S	O	D	RP N
					tidak datar - Benang gampan g putus				
5	Tiang benang	Menaruh benang agar tdk ada gangguan	Patah	Kendor skrupya	Tidak bisa pemasang an benang	2	1	1	2
6	Pedal dinamo (charge)	Menggerak kan mesin	Skrup kendor	Komponen sudah terlalu lama	Mesin mati	8	2	2	32
7	Dinamo	Komponen utama mesin	Gangguan global kebakar	Listrik tdk stabil	Mesin mati	9	6	5	270

Berikut merupakan penjelasan dari salah satu komponen mesin *overlock* berdasarkan pengisian pada tabel FMEA *worksheet* diatas:

1. Mesin yang mengalami kerusakan adalah mesin *overlock* (obras benang 4).
2. Salah satu komponen dari mesin *overlock* yang mengalami kerusakan adalah komponen dinamo. Komponen ini memiliki fungsi sebagai komponen utama mesin.
3. Mode kegagalan dari komponen dinamo adalah komponen kebakar atau adanya gangguan global.

4. Penyebab kegagalannya adalah *supply* listrik yang tidak stabil. Hal ini menyebabkan *spare part* harus diganti.
5. Efek kegagalan yang ditimbulkan adalah mesin *overlock* berhenti beroperasi.
6. Tingkat *Severity* : Mesin gagal dalam beroperasi, dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja (9)
7. Tingkat *Occurence* : Kerusakan mesin terjadi pada tingkat medium (6)
8. Tingkat *Detection* : Perawatan *preventive* memiliki kemungkinan *moderate* untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan *mode* kegagalan (5)
9. Nilai RPN = $9 \times 6 \times 5 = 270$

3. *Logic Tree Analysis (LTA)*

Logic Tree Analysis (LTA) mengandung informasi nama dari kegagalan fungsi, komponen yang mengalamai kegagalan, fungsi dari komponen dan mode kerusakannya serta analisis kekritisannya dari kegagalan. Tujuannya yaitu mengklasifikasikan *failure* agar mengetahui tingkat prioritas berdasarkan kategori LTA. Berikut merupakan Tabel 4.3 yang dalam pengisiannya dibantu oleh Abdul Rohim dan R. Rendi yang telah bekerja di bagian mekanik selama 5 (lima tahun).

Tabel 4.3 *Logic Tree Analysis*

No	<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Critically Analysis</i>			
				<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>
1	<i>Jarum</i>	Alat untuk menjahit (menganyam / menyalurkan benang terhadap bahan yang akan dijahit)	Jarum patah	Y	N	Y	B
2	Plat needle	Jalur kerja mesin obras	- Plat needle tergores	Y	N	N	C

No	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis			
				Evident	Safety	Outage	Category
			- Patah				
3	Tension	Mengatur kerenggangan dan ketegangan benang	Kotor dan karatan	Y	N	N	C
4	Looper & Upper	Lubang tempat mengaitkan benang	- Looper dan apper luka - Patah	Y	N	N	C
5	Tiang benang	Menaruh benang agar tdk ada gangguan	Patah	Y	N	N	C
6	Pedal dinamo (charge)	Menggerakkan mesin	Skrup kendor	Y	N	Y	B
7	Dinamo	Komponen utama mesin	Gangguan global kebakar	Y	N	Y	B

Berikut merupakan penjelasan dari salah satu komponen mesin *overlock* berdasarkan pengisian pada tabel *Logic Tree Analysis* diatas :

1. Salah satu komponen yang mengalami kerusakan adalah jarum pada mesin *overlock*.
2. Fungsi jarum pada mesin *overlock* adalah sebagai alat untuk menjahit (menganyam / menyalurkan benang terhadap bahan yang akan dijahit).
3. *Mode* kegagalan dari komponen jarum adalah patah.
4. Analisis kekritisian (*mode* kegagalan):

- a. *Evident* (apakah operator yang dalam keadaan normal dapat mengetahui adanya suatu kegagalan?) **Yes**
- b. *Safety* (apakah kegagalan yang terjadi dapat membahayakan keselamatan kerja?) **No**
- c. *Outage* (apakah *mode* kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?) **Yes**

Category: **B (*Outage problem*)**, yaitu mode kegagalan komponen yang menyebabkan terhentinya sebagian atau keseluruhan dari sistem kerja komponen tersebut, sehingga mempengaruhi *operasional plant* yang dapat menambah biaya karena mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk.

4. *Task Selection*

Pemilihan tindakan perawatan didapatkan dari jawaban pertanyaan penuntun (*selection task*) yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Proses *selection task* yang dapat dilihat dari Tabel 4.4 dibawah ini dalam pengisiannya dibantu oleh Abdul Rohim dan R. Rendi yang telah bekerja di bagian mekanik selama 5 (lima tahun):

Tabel 4.4 *Task Selection*

No	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis							Selection Task
				1	2	3	4	5	6	7	
1	Jarum	Alat untuk menjahit (menganyam / menyalurkan benang terhadap bahan yang akan dijahit)	Jarum patah	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
2	Plat needle	Jalur kerja mesin obras	- Plat needle tergores - Patah	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD

No	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis							Selection Task
				1	2	3	4	5	6	7	
3	<i>Tension</i>	Mengatur kerenggangan dan ketegangan benang	Kotor dan karatan	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	FF
4	<i>Looper & Upper</i>	Lubang tempat mengaitkan benang	- Looper dan apper luka - Patah	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
5	<i>Tiang benang</i>	Menaruh benang agar tdk ada gangguan	Patah	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
6	<i>Pedal dinamo (charge)</i>	Menggerakkan mesin	Skrup kendor	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	FF
7	<i>Dinamo</i>	Komponen utama mesin	Gangguan global kebakar	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD

Berikut merupakan penjelasan dari salah satu komponen mesin *overlock* berdasarkan pengisian pada tabel *Task Selection* diatas:

1. Salah satu komponen yang mengalami kerusakan adalah komponen *Pedal dinamo* pada mesin *overlock*.
2. Fungsi komponen *pedal dinamo* pada mesin *overlock* adalah sebagai penggerak pada mesin.
3. *Mode* kegagalannya adalah komponen skrup yang kendor.
4. *Selection guide (mode kerusakan)* :
 - a. Apakah hubungan kerusakan dengan *age reliability* diketahui ? **Yes**

- b. Apakah tindakan TD bisa digunakan? **Yes**
- c. Apakah tindakan CD dapat digunakan? **Yes**
- d. Apakah termasuk dalam mode kerusakan? **No**
- e. Apakah tindakan FF dapat digunakan? **Yes**
- f. Apakah diantara tindakan yang dipilih efektif? **Yes**
- g. Dapatkah desain dari modifikasi dapat menghilangkan mode kegagalan dan efeknya? –

Selection task : FF (*finding failure*) yaitu tindakan perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

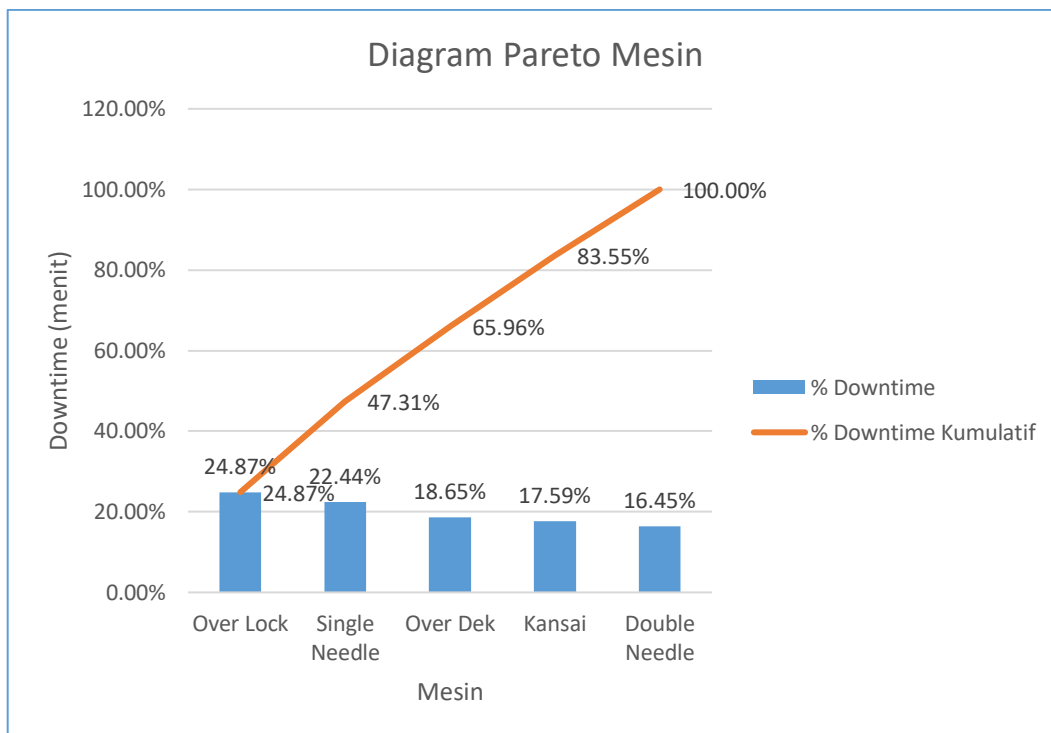
4.4.2 Penentuan Mesin Kritis

Mesin kritis dipilih berdasarkan mesin yang memiliki total *downtime* paling besar. Tabel berikut ini merupakan tabel 4.5 *downtime* kumulatif mesin yang berada di divisi *sewing*:

Tabel 4.5 Data *Downtime* Kumulatif Mesin Divisi *Sewing*

No.	Mesin	<i>Downtime</i> (menit)	% <i>Downtime</i>	% <i>Downtime</i> Kumulatif
1	<i>Over Lock</i>	10794	24,87%	24,87%
2	<i>Single Needle</i>	9741	22,44%	47,31%
3	<i>Over Dek</i>	8094	18,65%	65,96%
4	<i>Kansai</i>	7637	17,59%	83,55%
5	<i>Double Needle</i>	7139	16,45%	100%
Total		43405	100%	

Dari Tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa mesin dengan jumlah *downtime* terbesar adalah mesin *overlock* dengan besar *downtime* 10794 menit atau 24,87% dari total *downtime* mesin keseluruhan divisi *sewing*. Berikut ini merupakan diagram pareto dari *downtime* mesin:



Gambar 4.12 Diagram Pareto *Downtime* Mesin

Dari Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa mesin yang mengalami *downtime* terbesar atau paling tinggi adalah total dari mesin *overlock*.

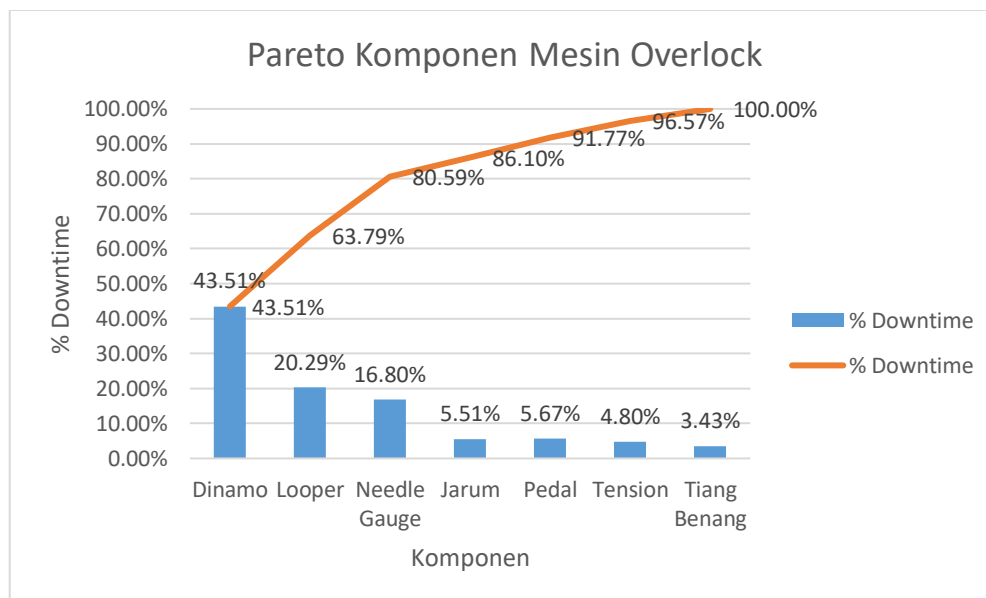
4.4.3 Penentuan Komponen Kritis

Komponen kritis dipilih berdasarkan komponen yang memiliki total nilai *downtime* tertinggi dari suatu mesin kritis yang telah didapatkan sebelumnya. Berikut ini merupakan tabel 4.6 yang merupakan data *downtime* kumulatif komponen mesin *overlock*

Tabel 4.6 Data *Downtime* Kumulatif Komponen Mesin *Overlock*

No.	Komponen	<i>Downtime</i> (menit)	% <i>Downtime</i>	% <i>Downtime</i>
1	Dinamo	4696	43,51%	43,51%
2	Looper	2190	20,29%	63,79%
3	Needle Gauge	1813	16,80%	80,59%
4	Jarum	595	5,51%	86,10%
5	Pedal	612	5,67%	91,77%
6	Tension	518	4,80%	96,57%
7	Tiang Benang	370	3,43%	100,00%
Total		10794	100%	

Dari Tabel 4.6 Di atas dapat dilihat bahwa komponen mesin *overlock* dengan jumlah *downtime* terbesar adalah komponen dinamo dengan besar *downtime* 4696 menit atau 43,51% dari total *downtime* komponen mesin *overlock*. Berikut ini merupakan diagram pareto dari *downtime* komponen mesin *overlock*:



Gambar 4.13 Diagram Pareto *Downtime* Komponen

Dari gambar 4.13 dapat dilihat bahwa komponen dinamo merupakan komponen mesin *overlock* yang mengalami *downtime* paling tinggi.

4.4.4 Penentuan Distribusi Data Waktu antar Kerusakan (*Time to Failure*)

Komponen kritis yang telah diketahui dari hasil perhitungan sebelumnya dimana diketahui komponen dinamo merupakan komponen dengan nilai *downtime* tertinggi, selanjutnya dilakukan langkah penentuan distribusi data untuk mengetahui jarak antar kerusakan dari komponen dinamo. Berikut merupakan interval kerusakan yang dapat dilihat dari Tabel 4.7

Tabel 4.7 *Time To Failure* Komponen Dinamo

Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Dinamo					
No	Mulai <i>Downtime</i>	Selesai <i>Downtime</i>		ti	ti (urut)
1	43528,4	43528,47	100	0	0
2	43535,56	43535,64	111	10220	285
3	43545,42	43545,5	111	14090	1373
4	43551,61	43551,65	68	8791	1449
5	43557,36	43557,43	101	8219	2692
6	43564,56	43564,62	85	10264	2711
7	43581,64	43581,72	120	24510	2719
8	43588,54	43588,59	71	9820	2825
9	43591,38	43591,43	64	4019	2845
10	43605,69	43605,75	80	20543	3008
11	43609,64	43609,7	98	5598	3817
12	43616,58	43616,66	120	9896	4019
13	43629,48	43629,58	153	18458	4120
14	43637,63	43637,7	110	11584	4540
15	43640,35	43640,43	113	3817	4655
16	43647,45	43647,54	127	10103	5598
17	43654,58	43654,63	65	10146	5684
18	43672,57	43672,62	73	25839	5876
19	43686,62	43686,68	76	20159	6747
20	43691,44	43691,49	72	6864	6864
21	43710,5	43710,59	131	27369	7456
22	43724,43	43724,5	110	19929	8219
23	43738,39	43738,46	103	19997	8298
24	43745,6	43745,65	70	10273	8582
25	43753,58	43753,63	67	11426	8791
26	43759,39	43759,43	65	8298	9813
27	43762,59	43762,63	65	4540	9820
28	43763,64	43763,72	110	1449	9896
29	43768,4	43768,44	63	6747	10103
30	43773,62	43773,67	73	7456	10146
31	43775,56	43775,61	81	2711	10220
32	43787,55	43787,6	83	17186	10264
33	43789,57	43789,62	74	2825	10273
34	43798,5	43798,61	160	12785	11426
35	43811,48	43811,6	163	18541	11584
36	43823,4	43823,46	89	17002	12785
37	43832,34	43832,4	75	12786	12786
38	43832,59	43832,62	43	285	14057
39	43833,58	43833,6	40	1373	14090
40	43835,69	43835,73	51	3008	15580

Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Dinamo					
No	Mulai <i>Downtime</i>	Selesai <i>Downtime</i>		ti	ti (urut)
41	43846,55	43846,62	104	15580	17002
42	43850,7	43850,77	103	5876	17186
43	43857,59	43857,65	96	9813	18458
44	43867,42	43867,47	77	14057	18541
45	43871,42	43871,5	120	5684	19929
46	43873,39	43873,45	84	2719	19997
47	43879,41	43879,5	129	8582	20159
48	43882,36	43882,42	86	4120	20543
49	43885,65	43885,71	89	4655	24510
50	43887,58	43887,62	62	2692	25839
51	43889,6	43889,68	112	2845	27369

Pengujian distribusi ini menggunakan metode *least square curve fitting*, yaitu memilih distribusi berdasarkan nilai *index of fit* yang paling besar. Distribusi yang digunakan dalam menghitung waktu kerusakan ini adalah distribusi Ekspensial, distribusi Normal (Gaussian), distribusi Log-Normal, dan distribusi Weibull. Berikut ini penjelasan dari setiap distribusi:

1. Distribusi Ekspensial

Berikut merupakan contoh dari distribusi Ekspensial perhitungan ($i = 1$)

$$X_i = 285$$

$$F(t_i) = \frac{1-0,3}{50+0,4} = 0,0139$$

$$Y_i = \ln\left[\frac{1}{1-0,0139}\right] = 0,0140$$

$$X_i * Y_i = 3,9861$$

$$X_i^2 = 81225$$

$$Y_i^2 = 0,0002$$

Tabel 4.8 Distribusi Ekspensial

No.	ti	$X_i = t_i$	X_i^2	F(ti)	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	285	285	81225	0,0139	0,0140	0,0002	3,9861
2	1373	1373	1885129	0,0337	0,0343	0,0012	47,1106
3	1449	1449	2099601	0,0536	0,0551	0,0030	79,7816
4	2692	2692	7246864	0,0734	0,0762	0,0058	205,2570
5	2711	2711	7349521	0,0933	0,0979	0,0096	265,3876
6	2719	2719	7392961	0,1131	0,1200	0,0144	326,3281

No.	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
7	2825	2825	7980625	0,1329	0,1426	0,0203	402,9667
8	2845	2845	8094025	0,1528	0,1658	0,0275	471,6790
9	3008	3008	9048064	0,1726	0,1895	0,0359	569,9861
10	3817	3817	14569489	0,1925	0,2138	0,0457	815,9337
11	4019	4019	16152361	0,2123	0,2386	0,0569	959,0941
12	4120	4120	16974400	0,2321	0,2642	0,0698	1088,3045
13	4540	4540	20611600	0,2520	0,2903	0,0843	1318,1031
14	4655	4655	21669025	0,2718	0,3172	0,1006	1476,6331
15	5598	5598	31337604	0,2917	0,3448	0,1189	1930,4170
16	5684	5684	32307856	0,3115	0,3733	0,1393	2121,5615
17	5876	5876	34527376	0,3313	0,4025	0,1620	2365,0509
18	6747	6747	45522009	0,3512	0,4326	0,1872	2918,8608
19	6864	6864	47114496	0,3710	0,4637	0,2150	3182,6617
20	7456	7456	55591936	0,3909	0,4957	0,2457	3696,1518
21	8219	8219	67551961	0,4107	0,5288	0,2797	4346,5699
22	8298	8298	68856804	0,4306	0,5631	0,3171	4672,5544
23	8582	8582	73650724	0,4504	0,5986	0,3583	5136,8313
24	8791	8791	77281681	0,4702	0,6353	0,4036	5585,1650
25	9813	9813	96294969	0,4901	0,6735	0,4536	6609,0573
26	9820	9820	96432400	0,5099	0,7132	0,5086	7003,5055
27	9896	9896	97930816	0,5298	0,7545	0,5693	7466,6916
28	10103	10103	102070609	0,5496	0,7976	0,6362	8058,4180
29	10146	10146	102941316	0,5694	0,8427	0,7101	8549,8203
30	10220	10220	104448400	0,5893	0,8899	0,7918	9094,3434
31	10264	10264	105349696	0,6091	0,9394	0,8824	9641,7197
32	10273	10273	105534529	0,6290	0,9915	0,9830	10185,3472
33	11426	11426	130553476	0,6488	1,0464	1,0950	11956,4696
34	11584	11584	134189056	0,6687	1,1046	1,2201	12795,4832
35	12785	12785	163456225	0,6885	1,1663	1,3603	14911,5350
36	12786	12786	163481796	0,7083	1,2321	1,5182	15754,1891
37	14057	14057	197599249	0,7282	1,3026	1,6968	18310,5827
38	14090	14090	198528100	0,7480	1,3784	1,9000	19421,5036
39	15580	15580	242736400	0,7679	1,4604	2,1328	22753,0684
40	17002	17002	289068004	0,7877	1,5497	2,4017	26348,8059
41	17186	17186	295358596	0,8075	1,6479	2,7155	28320,2129
42	18458	18458	340697764	0,8274	1,7567	3,0859	32424,5807
43	18541	18541	343768681	0,8472	1,8788	3,5298	34834,2903
44	19929	19929	397165041	0,8671	2,0179	4,0719	40214,4032
45	19997	19997	399880009	0,8869	2,1795	4,7503	43583,9614
46	20159	20159	406385281	0,9067	2,3724	5,6284	47825,7895
47	20543	20543	422014849	0,9266	2,6117	6,8208	53651,2976
48	24510	24510	600740100	0,9464	2,9267	8,5658	71734,3827
49	25839	25839	667653921	0,9663	3,3894	11,4878	87577,7486

No.	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
50	27369	27369	749062161	0,9861	4,2767	18,2899	117048,0750
Total	515549	515549	7628238781	25,0000	48,9584	90,7080	810061,6577

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(50 * 810061,6577) - (515549 * 48,9584)}{\sqrt{50[7628238781 - (515549)^2]}\sqrt{50[90,7080 - (48,9584)^2]}}$$

$$= 0,9706$$

2. Distribusi Normal

Berikut merupakan contoh dari distribusi Normal perhitungan (i = 1)

$$Xi = 285$$

$$F(ti) = \frac{1 - 0,3}{50 + 0,4} = 0,0139$$

$$Yi = Zi = \Phi^{-1}[0,0139] = -2,2004$$

$$Xi * Yi = -627,1170$$

$$Xi^2 = 81225$$

$$Yi^2 = 4,8418$$

Tabel 4.9 Distribusi Normal

No.	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	285	285	81225	0,0139	-2,2004	4,8418	-627,1170
2	1373	1373	1885129	0,0337	-1,8286	3,3438	-2510,6608
3	1449	1449	2099601	0,0536	-1,6112	2,5959	-2334,5841
4	2692	2692	7246864	0,0734	-1,4508	2,1049	-3905,6518
5	2711	2711	7349521	0,0933	-1,3210	1,7450	-3581,1776
6	2719	2719	7392961	0,1131	-1,2102	1,4647	-3290,6166
7	2825	2825	7980625	0,1329	-1,1126	1,2379	-3143,1426
8	2845	2845	8094025	0,1528	-1,0246	1,0498	-2914,9654
9	3008	3008	9048064	0,1726	-0,9439	0,8909	-2839,1491
10	3817	3817	14569489	0,1925	-0,8689	0,7549	-3316,4601
11	4019	4019	16152361	0,2123	-0,7985	0,6375	-3209,0137
12	4120	4120	16974400	0,2321	-0,7318	0,5355	-3015,0493
13	4540	4540	20611600	0,2520	-0,6683	0,4466	-3033,8960
14	4655	4655	21669025	0,2718	-0,6073	0,3688	-2826,9888
15	5598	5598	31337604	0,2917	-0,5485	0,3009	-3070,6277

No.	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
16	5684	5684	32307856	0,3115	-0,4916	0,2417	-2794,1440
17	5876	5876	34527376	0,3313	-0,4362	0,1903	-2563,0562
18	6747	6747	45522009	0,3512	-0,3821	0,1460	-2578,0855
19	6864	6864	47114496	0,3710	-0,3291	0,1083	-2259,0933
20	7456	7456	55591936	0,3909	-0,2770	0,0768	-2065,6429
21	8219	8219	67551961	0,4107	-0,2257	0,0509	-1855,0937
22	8298	8298	68856804	0,4306	-0,1750	0,0306	-1451,8176
23	8582	8582	73650724	0,4504	-0,1247	0,0155	-1069,8221
24	8791	8791	77281681	0,4702	-0,0747	0,0056	-656,4360
25	9813	9813	96294969	0,4901	-0,0249	0,0006	-244,0484
26	9820	9820	96432400	0,5099	0,0249	0,0006	244,2225
27	9896	9896	97930816	0,5298	0,0747	0,0056	738,9478
28	10103	10103	102070609	0,5496	0,1247	0,0155	1259,4282
29	10146	10146	102941316	0,5694	0,1750	0,0306	1775,1436
30	10220	10220	104448400	0,5893	0,2257	0,0509	2306,7353
31	10264	10264	105349696	0,6091	0,2770	0,0768	2843,5835
32	10273	10273	105534529	0,6290	0,3291	0,1083	3381,0701
33	11426	11426	130553476	0,6488	0,3821	0,1460	4365,9707
34	11584	11584	134189056	0,6687	0,4362	0,1903	5052,8325
35	12785	12785	163456225	0,6885	0,4916	0,2417	6284,8577
36	12786	12786	163481796	0,7083	0,5485	0,3009	7013,4059
37	14057	14057	197599249	0,7282	0,6073	0,3688	8536,8382
38	14090	14090	198528100	0,7480	0,6683	0,4466	9415,7699
39	15580	15580	242736400	0,7679	0,7318	0,5355	11401,5699
40	17002	17002	289068004	0,7877	0,7985	0,6375	13575,4293
41	17186	17186	295358596	0,8075	0,8689	0,7549	14932,3246
42	18458	18458	340697764	0,8274	0,9439	0,8909	17421,8798
43	18541	18541	343768681	0,8472	1,0246	1,0498	18996,9676
44	19929	19929	397165041	0,8671	1,1126	1,2379	22173,3414
45	19997	19997	399880009	0,8869	1,2102	1,4647	24200,9783
46	20159	20159	406385281	0,9067	1,3210	1,7450	26629,6417
47	20543	20543	422014849	0,9266	1,4508	2,1049	29804,5340
48	24510	24510	600740100	0,9464	1,6112	2,5959	39489,7562
49	25839	25839	667653921	0,9663	1,8286	3,3438	47249,0636
50	27369	27369	749062161	0,9861	2,2004	4,8418	60223,0372
Total	515549	515549	7628238781	25	0	46	318161

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(50 * 318161) - (515549 * 0)}{\sqrt{50[7628238781 - (515549)^2]}\sqrt{50[46 - (0)^2]}}$$

$$= 0,9716$$

3. Distribusi Log-Normal

Berikut merupakan contoh dari distribusi Lognormal perhitungan ($i = 1$)

$$X_i = 5,6525$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{50 + 0,4} = 0,0139$$

$$Y_i = Z_i = \Phi^{-1} [0,0139] = -2,2004$$

$$X_i * Y_i = -12,4378$$

$$X_i^2 = 31,9506$$

$$Y_i^2 = 4,8418$$

Tabel 4.10 Distribusi Log-Normal

No.	t_i	$X_i = \ln t_i$	X_i^2	$F(t_i)$	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	285	5,6525	31,9506	0,0139	-2,2004	4,8418	-12,4378
2	1373	7,2248	52,1971	0,0337	-1,8286	3,3438	-13,2111
3	1449	7,2786	52,9784	0,0536	-1,6112	2,5959	-11,7271
4	2692	7,8980	62,3790	0,0734	-1,4508	2,1049	-11,4588
5	2711	7,9051	62,4902	0,0933	-1,3210	1,7450	-10,4424
6	2719	7,9080	62,5368	0,1131	-1,2102	1,4647	-9,5705
7	2825	7,9463	63,1431	0,1329	-1,1126	1,2379	-8,8411
8	2845	7,9533	63,2553	0,1528	-1,0246	1,0498	-8,1489
9	3008	8,0090	64,1446	0,1726	-0,9439	0,8909	-7,5595
10	3817	8,2472	68,0166	0,1925	-0,8689	0,7549	-7,1657
11	4019	8,2988	68,8699	0,2123	-0,7985	0,6375	-6,6263
12	4120	8,3236	69,2825	0,2321	-0,7318	0,5355	-6,0913
13	4540	8,4207	70,9079	0,2520	-0,6683	0,4466	-5,6272
14	4655	8,4457	71,3298	0,2718	-0,6073	0,3688	-5,1291
15	5598	8,6302	74,4797	0,2917	-0,5485	0,3009	-4,7338
16	5684	8,6454	74,7431	0,3115	-0,4916	0,2417	-4,2499
17	5876	8,6786	75,3186	0,3313	-0,4362	0,1903	-3,7855
18	6747	8,8169	77,7369	0,3512	-0,3821	0,1460	-3,3690
19	6864	8,8340	78,0404	0,3710	-0,3291	0,1083	-2,9075
20	7456	8,9168	79,5089	0,3909	-0,2770	0,0768	-2,4703
21	8219	9,0142	81,2559	0,4107	-0,2257	0,0509	-2,0346
22	8298	9,0238	81,4284	0,4306	-0,1750	0,0306	-1,5788
23	8582	9,0574	82,0369	0,4504	-0,1247	0,0155	-1,1291
24	8791	9,0815	82,4733	0,4702	-0,0747	0,0056	-0,6781
25	9813	9,1915	84,4830	0,4901	-0,0249	0,0006	-0,2286

No.	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
26	9820	9,1922	84,4961	0,5099	0,0249	0,0006	0,2286
27	9896	9,1999	84,6379	0,5298	0,0747	0,0056	0,6870
28	10103	9,2206	85,0192	0,5496	0,1247	0,0155	1,1494
29	10146	9,2248	85,0976	0,5694	0,1750	0,0306	1,6140
30	10220	9,2321	85,2317	0,5893	0,2257	0,0509	2,0838
31	10264	9,2364	85,3110	0,6091	0,2770	0,0768	2,5589
32	10273	9,2373	85,3272	0,6290	0,3291	0,1083	3,0402
33	11426	9,3436	87,3037	0,6488	0,3821	0,1460	3,5703
34	11584	9,3574	87,5606	0,6687	0,4362	0,1903	4,0816
35	12785	9,4560	89,4165	0,6885	0,4916	0,2417	4,6484
36	12786	9,4561	89,4179	0,7083	0,5485	0,3009	5,1869
37	14057	9,5509	91,2192	0,7282	0,6073	0,3688	5,8003
38	14090	9,5532	91,2640	0,7480	0,6683	0,4466	6,3840
39	15580	9,6537	93,1948	0,7679	0,7318	0,5355	7,0647
40	17002	9,7411	94,8888	0,7877	0,7985	0,6375	7,7779
41	17186	9,7519	95,0986	0,8075	0,8689	0,7549	8,4730
42	18458	9,8233	96,4963	0,8274	0,9439	0,8909	9,2718
43	18541	9,8277	96,5845	0,8472	1,0246	1,0498	10,0694
44	19929	9,8999	98,0086	0,8671	1,1126	1,2379	11,0148
45	19997	9,9033	98,0761	0,8869	1,2102	1,4647	11,9853
46	20159	9,9114	98,2360	0,9067	1,3210	1,7450	13,0928
47	20543	9,9303	98,6104	0,9266	1,4508	2,1049	14,4072
48	24510	10,1068	102,1481	0,9464	1,6112	2,5959	16,2838
49	25839	10,1596	103,2183	0,9663	1,8286	3,3438	18,5779
50	27369	10,2172	104,3905	0,9861	2,2004	4,8418	22,4820
Total	515549	448	4045	25	0	46	40

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(50 * 40) - (448 * 0)}{\sqrt{50[4045 - (448)^2]}\sqrt{50[46 - (0)^2]}}$$

$$= 0,9542$$

4. Distribusi Weibull

Berikut merupakan contoh dari distribusi Weibull perhitungan ($i = 1$)

$$X_i = 5,6525$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{50 + 0,4} = 0,0139$$

$$Y_i = \ln\left[\ln\left(\frac{1}{1 - 0,0139}\right)\right] = -4,2697$$

$$X_i * Y_i = -24,1343$$

$$X_i^2 = 31,9506$$

$$Y_i^2 = 18,2302$$

Tabel 4.11 Distribusi Weibull

No.	ti	$X_i = \ln t_i$	X_i^2	F(ti)	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	285	5,6525	31,9506	0,0139	-4,2697	18,2302	-24,1343
2	1373	7,2248	52,1971	0,0337	-3,3723	11,3721	-24,3637
3	1449	7,2786	52,9784	0,0536	-2,8993	8,4061	-21,1032
4	2692	7,8980	62,3790	0,0734	-2,5738	6,6243	-20,3278
5	2711	7,9051	62,4902	0,0933	-2,3239	5,4004	-18,3705
6	2719	7,9080	62,5368	0,1131	-2,1201	4,4949	-16,7659
7	2825	7,9463	63,1431	0,1329	-1,9474	3,7924	-15,4746
8	2845	7,9533	63,2553	0,1528	-1,7970	3,2293	-14,2923
9	3008	8,0090	64,1446	0,1726	-1,6634	2,7670	-13,3224
10	3817	8,2472	68,0166	0,1925	-1,5429	2,3805	-12,7245
11	4019	8,2988	68,8699	0,2123	-1,4328	2,0529	-11,8905
12	4120	8,3236	69,2825	0,2321	-1,3312	1,7722	-11,0807
13	4540	8,4207	70,9079	0,2520	-1,2367	1,5295	-10,4141
14	4655	8,4457	71,3298	0,2718	-1,1482	1,3183	-9,6972
15	5598	8,6302	74,4797	0,2917	-1,0647	1,1335	-9,1883
16	5684	8,6454	74,7431	0,3115	-0,9855	0,9712	-8,5201
17	5876	8,6786	75,3186	0,3313	-0,9101	0,8282	-7,8982
18	6747	8,8169	77,7369	0,3512	-0,8379	0,7021	-7,3877
19	6864	8,8340	78,0404	0,3710	-0,7686	0,5907	-6,7896
20	7456	8,9168	79,5089	0,3909	-0,7017	0,4924	-6,2571
21	8219	9,0142	81,2559	0,4107	-0,6371	0,4058	-5,7426
22	8298	9,0238	81,4284	0,4306	-0,5743	0,3298	-5,1824
23	8582	9,0574	82,0369	0,4504	-0,5132	0,2634	-4,6485
24	8791	9,0815	82,4733	0,4702	-0,4536	0,2058	-4,1195
25	9813	9,1915	84,4830	0,4901	-0,3953	0,1562	-3,6331
26	9820	9,1922	84,4961	0,5099	-0,3380	0,1143	-3,1071
27	9896	9,1999	84,6379	0,5298	-0,2817	0,0793	-2,5914
28	10103	9,2206	85,0192	0,5496	-0,2261	0,0511	-2,0849
29	10146	9,2248	85,0976	0,5694	-0,1712	0,0293	-1,5790
30	10220	9,2321	85,2317	0,5893	-0,1167	0,0136	-1,0773
31	10264	9,2364	85,3110	0,6091	-0,0625	0,0039	-0,5777
32	10273	9,2373	85,3272	0,6290	-0,0086	0,0001	-0,0792
33	11426	9,3436	87,3037	0,6488	0,0454	0,0021	0,4240
34	11584	9,3574	87,5606	0,6687	0,0995	0,0099	0,9308
35	12785	9,4560	89,4165	0,6885	0,1539	0,0237	1,4549

No.	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
36	12786	9,4561	89,4179	0,7083	0,2088	0,0436	1,9740
37	14057	9,5509	91,2192	0,7282	0,2644	0,0699	2,5249
38	14090	9,5532	91,2640	0,7480	0,3209	0,1030	3,0658
39	15580	9,6537	93,1948	0,7679	0,3787	0,1434	3,6560
40	17002	9,7411	94,8888	0,7877	0,4381	0,1919	4,2675
41	17186	9,7519	95,0986	0,8075	0,4995	0,2495	4,8709
42	18458	9,8233	96,4963	0,8274	0,5634	0,3174	5,5346
43	18541	9,8277	96,5845	0,8472	0,6306	0,3977	6,1975
44	19929	9,8999	98,0086	0,8671	0,7020	0,4929	6,9502
45	19997	9,9033	98,0761	0,8869	0,7791	0,6070	7,7158
46	20159	9,9114	98,2360	0,9067	0,8639	0,7463	8,5626
47	20543	9,9303	98,6104	0,9266	0,9600	0,9216	9,5329
48	24510	10,1068	102,1481	0,9464	1,0739	1,1532	10,8536
49	25839	10,1596	103,2183	0,9663	1,2206	1,4900	12,4013
50	27369	10,2172	104,3905	0,9861	1,4532	2,1117	14,8473
Total	515549	448	4045	25	-28	89	-199

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(50 * -199) - (448 * -28)}{\sqrt{50[4045 - (448)^2]}\sqrt{50[430 - (-28)^2]}}$$

$$= 0,9881$$

Berikut ini hasil nilai *index of fit* untuk masing – masing distribusi yang dapat dilihat dalam tabel 4.12

Tabel 4.12 *Index Of Fit Time To Failure*

Distribusi	Index Of Fit	
Exponensial	0,9706	97%
Normal	0,9716	97%
Log Normal	0,9542	95%
Weibull	0,9881	99%

Dari tabel 4.12 Diatas dapat dilihat bahwa nilai *index of fit* terbesar didapat dari ditribusi weibull sebesar 0,9881 atau sebanyak 99%. Maka distribusi weibull yang terpilih.

4.4.5 Penentuan Distribusi Data Waktu antar Perbaikan (*Time to Repair*)

Penentuan distribusi untuk data perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode *least square curve fitting* yaitu pemilihan berdasarkan nilai *index of fit* yang paling besar. Data lama perbaikan diperoleh dari selisih waktu terjadinya kerusakan dengan komponen selesai diperbaiki. Berikut data antar perbaikan dilihat dalam table.

Tabel 4.13 Data *Time To Repair*

Data Waktu Antar Perbaikan Komponen Dinamo				
No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	d _{ti}	d _{ti} (urut)
1	43528,4	43528,47	100	40
2	43535,56	43535,64	111	43
3	43545,42	43545,5	111	51
4	43551,61	43551,65	68	62
5	43557,36	43557,43	101	63
6	43564,56	43564,62	85	64
7	43581,64	43581,72	120	65
8	43588,54	43588,59	71	65
9	43591,38	43591,43	64	65
10	43605,69	43605,75	80	67
11	43609,64	43609,7	98	68
12	43616,58	43616,66	120	70
13	43629,48	43629,58	153	71
14	43637,63	43637,7	110	72
15	43640,35	43640,43	113	73
16	43647,45	43647,54	127	73
17	43654,58	43654,63	65	74
18	43672,57	43672,62	73	75
19	43686,62	43686,68	76	76
20	43691,44	43691,49	72	77
21	43710,5	43710,59	131	80
22	43724,43	43724,5	110	81
23	43738,39	43738,46	103	83
24	43745,6	43745,65	70	84
25	43753,58	43753,63	67	85
26	43759,39	43759,43	65	86
27	43762,59	43762,63	65	89
28	43763,64	43763,72	110	89
29	43768,4	43768,44	63	96
30	43773,62	43773,67	73	98
31	43775,56	43775,61	81	100

Data Waktu Antar Perbaikan Komponen Dinamo				
No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	dti	dti (urut)
32	43787,55	43787,6	83	101
33	43789,57	43789,62	74	103
34	43798,5	43798,61	160	103
35	43811,48	43811,6	163	104
36	43823,4	43823,46	89	110
37	43832,34	43832,4	75	110
38	43832,59	43832,62	43	110
39	43833,58	43833,6	40	111
40	43835,69	43835,73	51	111
41	43846,55	43846,62	104	112
42	43850,7	43850,77	103	113
43	43857,59	43857,65	96	120
44	43867,42	43867,47	77	120
45	43871,42	43871,5	120	120
46	43873,39	43873,45	84	127
47	43879,41	43879,5	129	129
48	43882,36	43882,42	86	131
49	43885,65	43885,71	89	153
50	43887,58	43887,62	62	160
51	43889,6	43889,68	112	163

Pengujian distribusi yang digunakan untuk menghitung waktu perbaikan adalah dengan distribusi Normal (Gaussian), Lognormal, Exponensial, dan Weibull.

1. Distribusi Eksponensial

Berikut merupakan contoh dari distribusi Eksponensial perhitungan ($i = 1$)

$$X_i = 40$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{51 + 0,4} = 0,0136$$

$$Y_i = \ln\left[\frac{1}{1 - 0,0136}\right] = 0,0137$$

$$X_i * Y_i = 0,5485$$

$$X_i^2 = 1600$$

$$Y_i^2 = 0,0002$$

Tabel 4.14 Distribusi Eksponensial

No.	dti	$X_i = dti$	X_i^2	$F(dti)$	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	40	40	1600	0,0136	0,0137	0,0002	0,5485
2	43	43	1849	0,0331	0,0336	0,0011	1,4462

No.	dti	$X_i = dti$	X_i^2	$F(dti)$	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
3	51	51	2601	0,0525	0,0540	0,0029	2,7519
4	62	62	3844	0,0720	0,0747	0,0056	4,6318
5	63	63	3969	0,0914	0,0959	0,0092	6,0413
6	64	64	4096	0,1109	0,1175	0,0138	7,5226
7	65	65	4225	0,1304	0,1397	0,0195	9,0782
8	65	65	4225	0,1498	0,1623	0,0263	10,5489
9	65	65	4225	0,1693	0,1854	0,0344	12,0536
10	67	67	4489	0,1887	0,2091	0,0437	14,0122
11	68	68	4624	0,2082	0,2334	0,0545	15,8719
12	70	70	4900	0,2276	0,2583	0,0667	18,0801
13	71	71	5041	0,2471	0,2838	0,0805	20,1497
14	72	72	5184	0,2665	0,3100	0,0961	22,3184
15	73	73	5329	0,2860	0,3369	0,1135	24,5909
16	73	73	5329	0,3054	0,3645	0,1329	26,6076
17	74	74	5476	0,3249	0,3929	0,1544	29,0745
18	75	75	5625	0,3444	0,4221	0,1782	31,6605
19	76	76	5776	0,3638	0,4523	0,2045	34,3720
20	77	77	5929	0,3833	0,4833	0,2336	37,2158
21	80	80	6400	0,4027	0,5154	0,2656	41,2300
22	81	81	6561	0,4222	0,5485	0,3008	44,4278
23	83	83	6889	0,4416	0,5827	0,3396	48,3675
24	84	84	7056	0,4611	0,6182	0,3822	51,9293
25	85	85	7225	0,4805	0,6550	0,4290	55,6728
26	86	86	7396	0,5000	0,6931	0,4805	59,6107
27	89	89	7921	0,5195	0,7328	0,5370	65,2223
28	89	89	7921	0,5389	0,7742	0,5993	68,9005
29	96	96	9216	0,5584	0,8173	0,6679	78,4582
30	98	98	9604	0,5778	0,8623	0,7436	84,5079
31	100	100	10000	0,5973	0,9095	0,8272	90,9504
32	101	101	10201	0,6167	0,9590	0,9197	96,8610
33	103	103	10609	0,6362	1,0111	1,0224	104,1448
34	103	103	10609	0,6556	1,0661	1,1365	109,8056
35	104	104	10816	0,6751	1,1242	1,2639	116,9199
36	110	110	12100	0,6946	1,1860	1,4065	130,4575
37	110	110	12100	0,7140	1,2518	1,5670	137,6970
38	110	110	12100	0,7335	1,3222	1,7483	145,4467
39	111	111	12321	0,7529	1,3980	1,9545	155,1820
40	111	111	12321	0,7724	1,4800	2,1905	164,2855
41	112	112	12544	0,7918	1,5694	2,4630	175,7722
42	113	113	12769	0,8113	1,6675	2,7806	188,4289
43	120	120	14400	0,8307	1,7763	3,1553	213,1578
44	120	120	14400	0,8502	1,8984	3,6040	227,8101
45	120	120	14400	0,8696	2,0375	4,1515	244,5037

No.	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
46	127	127	16129	0,8891	2,1992	4,8364	279,2948
47	129	129	16641	0,9086	2,3921	5,7220	308,5778
48	131	131	17161	0,9280	2,6313	6,9238	344,7010
49	153	153	23409	0,9475	2,9464	8,6812	450,7971
50	160	160	25600	0,9669	3,4090	11,6213	545,4416
51	163	163	26569	0,9864	4,2963	18,4583	700,2990
Total	4696	4696	471724	26	50	93	5857

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(51 * 5857) - (4696 * 50)}{\sqrt{51[471724 - (4696)^2]} \sqrt{51[93 - (50)^2]}}$$

$$= 0,9592$$

2. Distribusi Normal

Berikut merupakan contoh dari distribusi Normal perhitungan (i = 1)

$$X_i = 40$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{51 + 0,4} = 0,0136$$

$$Y_i = Z_i = \Phi^{-1} [0,0136] = -2,2081$$

$$X_i * Y_i = -88,3240$$

$$X_i^2 = 1600$$

$$Y_i^2 = 4,8757$$

Tabel 4.15 Distribusi Normal

No.	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	40	40	1600	0,0136	-2,2081	4,8757	-88,3240
2	43	43	1849	0,0331	-1,8374	3,3761	-79,0091
3	51	51	2601	0,0525	-1,6208	2,6270	-82,6613
4	62	62	3844	0,0720	-1,4612	2,1350	-90,5925
5	63	63	3969	0,0914	-1,3319	1,7741	-83,9123
6	64	64	4096	0,1109	-1,2218	1,4928	-78,1941
7	65	65	4225	0,1304	-1,1247	1,2650	-73,1079
8	65	65	4225	0,1498	-1,0373	1,0759	-67,4224
9	65	65	4225	0,1693	-0,9571	0,9160	-62,2109
10	67	67	4489	0,1887	-0,8826	0,7790	-59,1367
11	68	68	4624	0,2082	-0,8128	0,6606	-55,2693

No.	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
12	70	70	4900	0,2276	-0,7467	0,5575	-52,2680
13	71	71	5041	0,2471	-0,6837	0,4674	-48,5428
14	72	72	5184	0,2665	-0,6233	0,3885	-44,8791
15	73	73	5329	0,2860	-0,5651	0,3194	-41,2546
16	73	73	5329	0,3054	-0,5088	0,2589	-37,1421
17	74	74	5476	0,3249	-0,4540	0,2061	-33,5984
18	75	75	5625	0,3444	-0,4006	0,1605	-30,0449
19	76	76	5776	0,3638	-0,3483	0,1213	-26,4696
20	77	77	5929	0,3833	-0,2969	0,0882	-22,8619
21	80	80	6400	0,4027	-0,2463	0,0607	-19,7043
22	81	81	6561	0,4222	-0,1963	0,0385	-15,9021
23	83	83	6889	0,4416	-0,1468	0,0216	-12,1867
24	84	84	7056	0,4611	-0,0977	0,0095	-8,2059
25	85	85	7225	0,4805	-0,0488	0,0024	-4,1468
26	86	86	7396	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000
27	89	89	7921	0,5195	0,0488	0,0024	4,3420
28	89	89	7921	0,5389	0,0977	0,0095	8,6944
29	96	96	9216	0,5584	0,1468	0,0216	14,0954
30	98	98	9604	0,5778	0,1963	0,0385	19,2396
31	100	100	10000	0,5973	0,2463	0,0607	24,6303
32	101	101	10201	0,6167	0,2969	0,0882	29,9877
33	103	103	10609	0,6362	0,3483	0,1213	35,8733
34	103	103	10609	0,6556	0,4006	0,1605	41,2616
35	104	104	10816	0,6751	0,4540	0,2061	47,2194
36	110	110	12100	0,6946	0,5088	0,2589	55,9676
37	110	110	12100	0,7140	0,5651	0,3194	62,1644
38	110	110	12100	0,7335	0,6233	0,3885	68,5653
39	111	111	12321	0,7529	0,6837	0,4674	75,8909
40	111	111	12321	0,7724	0,7467	0,5575	82,8822
41	112	112	12544	0,7918	0,8128	0,6606	91,0317
42	113	113	12769	0,8113	0,8826	0,7790	99,7381
43	120	120	14400	0,8307	0,9571	0,9160	114,8509
44	120	120	14400	0,8502	1,0373	1,0759	124,4722
45	120	120	14400	0,8696	1,1247	1,2650	134,9685
46	127	127	16129	0,8891	1,2218	1,4928	155,1664
47	129	129	16641	0,9086	1,3319	1,7741	171,8205
48	131	131	17161	0,9280	1,4612	2,1350	191,4132
49	153	153	23409	0,9475	1,6208	2,6270	247,9839
50	160	160	25600	0,9669	1,8374	3,3761	293,9873
51	163	163	26569	0,9864	2,2081	4,8757	359,9202
Total	4696	4696	471724	26	0	47	1339

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(51 * 1339) - (4696 * (0))}{\sqrt{51[471724 - (4696)^2]}\sqrt{51[47 - (0)^2]}}$$

$$= 0,9813$$

3. Distribusi Log-Normal

Berikut merupakan contoh dari distribusi Lognormal perhitungan (i = 1)

$$X_i = 3,6889$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{51 + 0,4} = 0,0136$$

$$Y_i = Z_i = \Phi^{-1}[0,0136] = -2,2081$$

$$X_i * Y_i = -8,1454$$

$$X_i^2 = 13,6078$$

$$Y_i^2 = 4,8757$$

Tabel 4.16 Distribusi Log-Normal

No.	dti	$X_i = \ln dti$	X_i^2	$F(dti)$	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	40	3,6889	13,6078	0,0136	-2,2081	4,8757	-8,1454
2	43	3,7612	14,1466	0,0331	-1,8374	3,3761	-6,9109
3	51	3,9318	15,4593	0,0525	-1,6208	2,6270	-6,3727
4	62	4,1271	17,0332	0,0720	-1,4612	2,1350	-6,0304
5	63	4,1431	17,1656	0,0914	-1,3319	1,7741	-5,5184
6	64	4,1589	17,2963	0,1109	-1,2218	1,4928	-5,0813
7	65	4,1744	17,4255	0,1304	-1,1247	1,2650	-4,6951
8	65	4,1744	17,4255	0,1498	-1,0373	1,0759	-4,3300
9	65	4,1744	17,4255	0,1693	-0,9571	0,9160	-3,9953
10	67	4,2047	17,6794	0,1887	-0,8826	0,7790	-3,7112
11	68	4,2195	17,8042	0,2082	-0,8128	0,6606	-3,4295
12	70	4,2485	18,0497	0,2276	-0,7467	0,5575	-3,1723
13	71	4,2627	18,1704	0,2471	-0,6837	0,4674	-2,9144
14	72	4,2767	18,2899	0,2665	-0,6233	0,3885	-2,6657
15	73	4,2905	18,4080	0,2860	-0,5651	0,3194	-2,4247
16	73	4,2905	18,4080	0,3054	-0,5088	0,2589	-2,1830
17	74	4,3041	18,5250	0,3249	-0,4540	0,2061	-1,9542
18	75	4,3175	18,6407	0,3444	-0,4006	0,1605	-1,7296
19	76	4,3307	18,7553	0,3638	-0,3483	0,1213	-1,5083
20	77	4,3438	18,8686	0,3833	-0,2969	0,0882	-1,2897
21	80	4,3820	19,2022	0,4027	-0,2463	0,0607	-1,0793

No.	dti	Xi = ln dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
22	81	4,3944	19,3112	0,4222	-0,1963	0,0385	-0,8627
23	83	4,4188	19,5262	0,4416	-0,1468	0,0216	-0,6488
24	84	4,4308	19,6321	0,4611	-0,0977	0,0095	-0,4328
25	85	4,4427	19,7372	0,4805	-0,0488	0,0024	-0,2167
26	86	4,4543	19,8412	0,5000	0,0000	0,0000	0,0000
27	89	4,4886	20,1479	0,5195	0,0488	0,0024	0,2190
28	89	4,4886	20,1479	0,5389	0,0977	0,0095	0,4385
29	96	4,5643	20,8333	0,5584	0,1468	0,0216	0,6702
30	98	4,5850	21,0219	0,5778	0,1963	0,0385	0,9001
31	100	4,6052	21,2076	0,5973	0,2463	0,0607	1,1343
32	101	4,6151	21,2993	0,6167	0,2969	0,0882	1,3703
33	103	4,6347	21,4807	0,6362	0,3483	0,1213	1,6142
34	103	4,6347	21,4807	0,6556	0,4006	0,1605	1,8567
35	104	4,6444	21,5704	0,6751	0,4540	0,2061	2,1087
36	110	4,7005	22,0945	0,6946	0,5088	0,2589	2,3916
37	110	4,7005	22,0945	0,7140	0,5651	0,3194	2,6564
38	110	4,7005	22,0945	0,7335	0,6233	0,3885	2,9299
39	111	4,7095	22,1797	0,7529	0,6837	0,4674	3,2199
40	111	4,7095	22,1797	0,7724	0,7467	0,5575	3,5165
41	112	4,7185	22,2642	0,7918	0,8128	0,6606	3,8351
42	113	4,7274	22,3482	0,8113	0,8826	0,7790	4,1726
43	120	4,7875	22,9201	0,8307	0,9571	0,9160	4,5821
44	120	4,7875	22,9201	0,8502	1,0373	1,0759	4,9659
45	120	4,7875	22,9201	0,8696	1,1247	1,2650	5,3847
46	127	4,8442	23,4661	0,8891	1,2218	1,4928	5,9185
47	129	4,8598	23,6178	0,9086	1,3319	1,7741	6,4730
48	131	4,8752	23,7675	0,9280	1,4612	2,1350	7,1235
49	153	5,0304	25,3053	0,9475	1,6208	2,6270	8,1534
50	160	5,0752	25,7574	0,9669	1,8374	3,3761	9,3252
51	163	5,0938	25,9463	0,9864	2,2081	4,8757	11,2475
Total	4696	228	1027	26	0	47	15

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(51 * 15) - (228 * (0))}{\sqrt{51[1027 - (228)^2]}\sqrt{51[47 - (0)^2]}}$$

$$= 0,9895$$

4. Distribusi Weibull

Berikut merupakan contoh dari distribusi Weibull perhitungan (i = 1)

$$Xi = 3,6889$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{51 + 0,4} = 0,0136$$

$$Y_i = \ln\left[\ln\left(\frac{1}{1 - 0,0136}\right)\right] = -4,2895$$

$$X_i * Y_i = -15,8233$$

$$X_i^2 = 13,6078$$

$$Y_i^2 = 18,3995$$

Tabel 4.17 Distribusi Weibull

No.	dti	$X_i = \ln dti$	X_i^2	$F(dti)$	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
1	40	3,6889	13,6078	0,0136	-4,2895	18,3995	-15,8233
2	43	3,7612	14,1466	0,0331	-3,3922	11,5073	-12,7589
3	51	3,9318	15,4593	0,0525	-2,9195	8,5236	-11,4791
4	62	4,1271	17,0332	0,0720	-2,5942	6,7298	-10,7065
5	63	4,1431	17,1656	0,0914	-2,3445	5,4967	-9,7136
6	64	4,1589	17,2963	0,1109	-2,1410	4,5838	-8,9041
7	65	4,1744	17,4255	0,1304	-1,9685	3,8750	-8,2173
8	65	4,1744	17,4255	0,1498	-1,8184	3,3065	-7,5906
9	65	4,1744	17,4255	0,1693	-1,6850	2,8393	-7,0340
10	67	4,2047	17,6794	0,1887	-1,5648	2,4485	-6,5794
11	68	4,2195	17,8042	0,2082	-1,4550	2,1169	-6,1392
12	70	4,2485	18,0497	0,2276	-1,3537	1,8325	-5,7511
13	71	4,2627	18,1704	0,2471	-1,2595	1,5863	-5,3688
14	72	4,2767	18,2899	0,2665	-1,1713	1,3718	-5,0091
15	73	4,2905	18,4080	0,2860	-1,0881	1,1839	-4,6684
16	73	4,2905	18,4080	0,3054	-1,0093	1,0186	-4,3302
17	74	4,3041	18,5250	0,3249	-0,9342	0,8727	-4,0209
18	75	4,3175	18,6407	0,3444	-0,8624	0,7438	-3,7235
19	76	4,3307	18,7553	0,3638	-0,7935	0,6296	-3,4364
20	77	4,3438	18,8686	0,3833	-0,7271	0,5286	-3,1583
21	80	4,3820	19,2022	0,4027	-0,6629	0,4394	-2,9047
22	81	4,3944	19,3112	0,4222	-0,6006	0,3607	-2,6392
23	83	4,4188	19,5262	0,4416	-0,5400	0,2916	-2,3862
24	84	4,4308	19,6321	0,4611	-0,4809	0,2313	-2,1309
25	85	4,4427	19,7372	0,4805	-0,4232	0,1791	-1,8799
26	86	4,4543	19,8412	0,5000	-0,3665	0,1343	-1,6326
27	89	4,4886	20,1479	0,5195	-0,3108	0,0966	-1,3952
28	89	4,4886	20,1479	0,5389	-0,2560	0,0655	-1,1490
29	96	4,5643	20,8333	0,5584	-0,2018	0,0407	-0,9210
30	98	4,5850	21,0219	0,5778	-0,1481	0,0219	-0,6791
31	100	4,6052	21,2076	0,5973	-0,0949	0,0090	-0,4368

No.	dti	$X_i = \ln dti$	X_i^2	$F(dti)$	Y_i	Y_i^2	$X_i Y_i$
32	101	4,6151	21,2993	0,6167	-0,0418	0,0018	-0,1931
33	103	4,6347	21,4807	0,6362	0,0111	0,0001	0,0512
34	103	4,6347	21,4807	0,6556	0,0640	0,0041	0,2965
35	104	4,6444	21,5704	0,6751	0,1171	0,0137	0,5438
36	110	4,7005	22,0945	0,6946	0,1706	0,0291	0,8017
37	110	4,7005	22,0945	0,7140	0,2246	0,0504	1,0556
38	110	4,7005	22,0945	0,7335	0,2793	0,0780	1,3130
39	111	4,7095	22,1797	0,7529	0,3351	0,1123	1,5780
40	111	4,7095	22,1797	0,7724	0,3921	0,1537	1,8465
41	112	4,7185	22,2642	0,7918	0,4507	0,2031	2,1266
42	113	4,7274	22,3482	0,8113	0,5113	0,2615	2,4173
43	120	4,7875	22,9201	0,8307	0,5745	0,3301	2,7506
44	120	4,7875	22,9201	0,8502	0,6410	0,4109	3,0689
45	120	4,7875	22,9201	0,8696	0,7117	0,5066	3,4074
46	127	4,8442	23,4661	0,8891	0,7881	0,6211	3,8176
47	129	4,8598	23,6178	0,9086	0,8722	0,7607	4,2385
48	131	4,8752	23,7675	0,9280	0,9675	0,9360	4,7167
49	153	5,0304	25,3053	0,9475	1,0806	1,1677	5,4358
50	160	5,0752	25,7574	0,9669	1,2264	1,5041	6,2243
51	163	5,0938	25,9463	0,9864	1,4578	2,1251	7,4255
Total	4696	228	1027	26	-29	91	-110

Untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat dalam perhitungan dibawah ini:

$$r = \frac{(51 * -110) - (228 * (-29))}{\sqrt{51[1027 - (228)^2]}\sqrt{51[91 - (-29)^2]}}$$

$$= 0,9778$$

Berikut ini adalah hasil rekapan nilai *index of fit* untuk masing-masing distribusi dapat dilihat dalam tabel 4.18

Tabel 4.18 *Index Of Fit Time To Repair*

Distribusi	Index Of Fit	
Exponensial	0,9592	96%
Normal	0,9813	98%
Log Normal	0,9895	99%
Weibull	0,9778	98%

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai *index of fit* terbesar yaitu pada distribusi Log-Normal sebesar 0,9895 atau sebanyak 99%. Maka distribusi yang terpilih adalah distribusi Log-Normal.

4.4.6 Uji *Goodness of Fit* Data Kerusakan Komponen (*Time to Failure*)

Uji Kecocokan distribusi atau uji *goodness of fit* digunakan untuk menguji hipotesis yang diberikan terhadap pola distribusi yang telah ada. Distribusi yang akan diuji yaitu distribusi Weibull sesuai dengan yang telah dipilih dalam proses pemilihan distribusi awal untuk data waktu kerusakan. Berikut ini merupakan Uji *Goodness of Fit* pada data waktu kerusakan untuk dinamo menggunakan distribusi Weibull.

Tabel 4.19 Uji *Goodness Of Fit Time To Failure*

Mann Test Uji Distribusi Weibull						
Waktu Antar Kerusakan Komponen Dinamo						
No.	t_i	$\ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$[\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)]/M_i$
1	285	5,6525	-4,6052	1,1087	1,5723	1,4181
2	1373	7,2248	-3,4964	0,5211	0,0539	0,1034
3	1449	7,2786	-2,9753	0,3469	0,6194	1,7853
4	2692	7,8980	-2,6284	0,2620	0,0070	0,0268
5	2711	7,9051	-2,3664	0,2115	0,0029	0,0139
6	2719	7,9080	-2,1549	0,1781	0,0382	0,2147
7	2825	7,9463	-1,9767	0,1544	0,0071	0,0457
8	2845	7,9533	-1,8224	0,1367	0,0557	0,4077
9	3008	8,0090	-1,6857	0,1229	0,2382	1,9373
10	3817	8,2472	-1,5628	0,1120	0,0516	0,4602
11	4019	8,2988	-1,4507	0,1032	0,0248	0,2405
12	4120	8,3236	-1,3475	0,0959	0,0971	1,0127
13	4540	8,4207	-1,2517	0,0897	0,0250	0,2788
14	4655	8,4457	-1,1620	0,0845	0,1845	2,1830
15	5598	8,6302	-1,0775	0,0800	0,0152	0,1905

Mann Test Uji Distribusi Weibull						
Waktu Antar Kerusakan Komponen Dinamo						
No.	t_i	$\ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$[\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)]/M_i$
16	5684	8,6454	-0,9974	0,0762	0,0332	0,4360
17	5876	8,6786	-0,9212	0,0728	0,1382	1,8974
18	6747	8,8169	-0,8484	0,0699	0,0172	0,2458
19	6864	8,8340	-0,7784	0,0674	0,0827	1,2277
20	7456	8,9168	-0,7111	0,0651	0,0974	1,4955
21	8219	9,0142	-0,6459	0,0632	0,0096	0,1514
22	8298	9,0238	-0,5827	0,0615	0,0337	0,5474
23	8582	9,0574	-0,5213	0,0600	0,0241	0,4012
24	8791	9,0815	-0,4613	0,0587	0,1100	1,8744
25	9813	9,1915	-0,4026	0,0576	0,0007	0,0124
26	9820	9,1922	-0,3450	0,0566	0,0077	0,1362
27	9896	9,1999	-0,2884	0,0558	0,0207	0,3709
28	10103	9,2206	-0,2326	0,0552	0,0042	0,0770
29	10146	9,2248	-0,1775	0,0547	0,0073	0,1329
30	10220	9,2321	-0,1228	0,0543	0,0043	0,0791
31	10264	9,2364	-0,0684	0,0541	0,0009	0,0162
32	10273	9,2373	-0,0143	0,0541	0,1064	1,9660
33	11426	9,3436	0,0398	0,0542	0,0137	0,2533
34	11584	9,3574	0,0940	0,0545	0,0986	1,8094
35	12785	9,4560	0,1486	0,0550	0,0001	0,0014
36	12786	9,4561	0,2036	0,0557	0,0948	1,7016
37	14057	9,5509	0,2593	0,0566	0,0023	0,0414
38	14090	9,5532	0,3159	0,0578	0,1005	1,7377
39	15580	9,6537	0,3737	0,0594	0,0873	1,4702
40	17002	9,7411	0,4331	0,0614	0,0108	0,1753
41	17186	9,7519	0,4945	0,0639	0,0714	1,1173
42	18458	9,8233	0,5584	0,0671	0,0045	0,0668

Mann Test Uji Distribusi Weibull						
Waktu Antar Kerusakan Komponen Dinamo						
No.	t_i	$\ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$[\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)]/M_i$
43	18541	9,8277	0,6256	0,0713	0,0722	1,0125
44	19929	9,8999	0,6969	0,0768	0,0034	0,0443
45	19997	9,9033	0,7737	0,0845	0,0081	0,0955
46	20159	9,9114	0,8582	0,0955	0,0189	0,1976
47	20543	9,9303	0,9537	0,1129	0,1766	1,5640
48	24510	10,1068	1,0666	0,1446	0,0528	0,3652
49	25839	10,1596	1,2112	0,2250	0,0575	0,2556
50	27369	10,2172	1,4362			

Contoh perhitungan untuk Uji *Mann's Test*:

$$n = 50$$

$$k_1 = \left(\frac{50}{2}\right) = 25$$

$$k_2 = \left(\frac{50 - 1}{2}\right) = 24,5$$

$$Z_i = \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1 - 0,5}{50 + 0,25}\right)\right] = -4,6052$$

$$M_i = Z(i + 1) - Z_i$$

$$= (-3,4964) - (-4,6052) = 1,1087$$

$$M = \frac{25 * 18,60801}{24,5 * 14,68743} = 1,3$$

Sehingga keputusan $M < F_{crit} M = 1,3 < F_{0,05;25;24,5} = 2$, yaitu H_0 diterima.

4.4.7 Uji *Goodness of Fit* Data Perbaikan Komponen (*Time to Repair*)

Uji Kecocokan distribusi atau uji *goodness of fit* digunakan untuk menguji hipotesis yang diberikan terhadap pola distribusi yang telah ada. Distribusi yang akan diuji yaitu distribusi Log-Normal sesuai dengan yang telah dipilih dalam proses pemilihan distribusi

awal untuk data waktu perbaikan. Berikut ini merupakan Uji *Goodness of Fit* pada data waktu perbaikan untuk dinamo menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*.

Tabel 4.20 Uji *Goodness Of Fit Time To Repair*

Uji Distribusi Log - Normal						
Waktu Antar Perbaikan Komponen Dinamo						
No.	$\ln(t_i)$	$[t_i - \bar{x}]^2$	Z_{t_i}	F_{t_i}	D1	D2
1	3,6889	0,6207	-2,5704	0,0051	0,0051	0,0145
2	3,7612	0,5120	-2,3344	0,0098	-0,0098	0,0294
3	3,9318	0,2969	-1,7778	0,0377	-0,0015	0,0211
4	4,1271	0,1222	-1,1406	0,1270	0,0682	-0,0486
5	4,1431	0,1113	-1,0884	0,1382	0,0598	-0,0402
6	4,1589	0,1010	-1,0370	0,1499	0,0518	-0,0322
7	4,1744	0,0914	-0,9864	0,1620	0,0443	-0,0247
8	4,1744	0,0914	-0,9864	0,1620	0,0247	-0,0051
9	4,1744	0,0914	-0,9864	0,1620	0,0051	0,0145
10	4,2047	0,0740	-0,8876	0,1874	0,0109	0,0087
11	4,2195	0,0662	-0,8392	0,2007	0,0046	0,0150
12	4,2485	0,0521	-0,7447	0,2282	0,0125	0,0071
13	4,2627	0,0458	-0,6984	0,2425	0,0072	0,0124
14	4,2767	0,0400	-0,6528	0,2570	0,0021	0,0176
15	4,2905	0,0347	-0,6078	0,2717	-0,0028	0,0224
16	4,2905	0,0347	-0,6078	0,2717	-0,0224	0,0421
17	4,3041	0,0298	-0,5634	0,2866	-0,0271	0,0467
18	4,3175	0,0254	-0,5196	0,3017	-0,0317	0,0513
19	4,3307	0,0213	-0,4764	0,3169	-0,0360	0,0556
20	4,3438	0,0177	-0,4337	0,3322	-0,0403	0,0599
21	4,3820	0,0090	-0,3090	0,3786	-0,0135	0,0331
22	4,3944	0,0068	-0,2685	0,3942	-0,0176	0,0372
23	4,4188	0,0034	-0,1889	0,4251	-0,0063	0,0259
24	4,4308	0,0021	-0,1499	0,4404	-0,0105	0,0302
25	4,4427	0,0012	-0,1113	0,4557	-0,0149	0,0345
26	4,4543	0,0005	-0,0731	0,4709	-0,0193	0,0389
27	4,4886	0,0001	0,0388	0,5155	0,0057	0,0140
28	4,4886	0,0001	0,0388	0,5155	-0,0140	0,0336
29	4,5643	0,0077	0,2858	0,6125	0,0634	-0,0438
30	4,5850	0,0117	0,3530	0,6380	0,0693	-0,0497
31	4,6052	0,0165	0,4189	0,6624	0,0741	-0,0545
32	4,6151	0,0191	0,4514	0,6741	0,0663	-0,0467
33	4,6347	0,0250	0,5154	0,6969	0,0694	-0,0498
34	4,6347	0,0250	0,5154	0,6969	0,0498	-0,0302
35	4,6444	0,0281	0,5469	0,7078	0,0411	-0,0215

Uji Distribusi Log - Normal						
Waktu Antar Perbaikan Komponen Dinamo						
No.	ln (ti)	[ti - xbar ti] ²	Zti	Fti	D1	D2
36	4,7005	0,0501	0,7299	0,7673	0,0810	-0,0614
37	4,7005	0,0501	0,7299	0,7673	0,0614	-0,0418
38	4,7005	0,0501	0,7299	0,7673	0,0418	-0,0222
39	4,7095	0,0542	0,7594	0,7762	0,0311	-0,0115
40	4,7095	0,0542	0,7594	0,7762	0,0115	0,0081
41	4,7185	0,0584	0,7887	0,7848	0,0005	0,0191
42	4,7274	0,0628	0,8177	0,7932	-0,0107	0,0303
43	4,7875	0,0966	1,0137	0,8446	0,0211	-0,0015
44	4,7875	0,0966	1,0137	0,8446	0,0015	0,0181
45	4,7875	0,0966	1,0137	0,8446	-0,0181	0,0377
46	4,8442	0,1350	1,1987	0,8847	0,0023	0,0173
47	4,8598	0,1467	1,2497	0,8943	-0,0077	0,0273
48	4,8752	0,1588	1,2999	0,9032	-0,0184	0,0380
49	5,0304	0,3066	1,8063	0,9646	0,0234	-0,0038
50	5,0752	0,3581	1,9523	0,9745	0,0138	0,0058
51	5,0938	0,3807	2,0129	0,9779	-0,0025	0,0221
Total	228,3146	4,7918		Dn Max	0,0810	0,0599

Contoh perhitungan untuk Uji *Kolmogorov Smirnov*:

$$\bar{x} \ln(ti) = 4,4768$$

$$t_{med} = 87,95$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^r (4,7918)}{51}} = 0,3065$$

$$D1 = \left\{ \Phi \left(\frac{3,6889 - 4,4768}{0,3065} \right) - \left(\frac{1-1}{51} \right) \right\}$$

$$D1 = 0,0051$$

$$D2 = \left\{ \left(\frac{1}{51} \right) - \Phi \left(\frac{3,6889 - 4,4768}{0,3065} \right) \right\}$$

$$D2 = 0,0145$$

$$Dn = \max(D1, D2)$$

$$Dn \max = 0,0810$$

Tabel Kolmogorov Smirnov $n = 51$, $\alpha = 0,05$ didapatkan dari hasil rumus:

$$D_{crit} > 40 = \frac{1,35810}{\sqrt{N}}$$

$$D_{\text{tabel } 51; 0,05} = \frac{1,35810}{\sqrt{51}} = 0,1902$$

Sehingga keputusan $D_{\text{hit}} < D_{\text{tabel}}$, yaitu H_0 diterima maka data berdistribusi Log-Normal.

4.4.8 Parameter Distribusi Data Waktu antar Kerusakan (*Time to Failure*)

Parameter yang digunakan pada distribusi weibull untuk data waktu kerusakan adalah β (*shape parameter*) dan θ (*scale parameter*) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\beta = \frac{(50 * (-199)) - (448 * (-28))}{(50 * 4045) - (448)^2} = 1,3609$$

$$\theta = [0,02 * 59380064]^{1,36086717} = 29095,3337$$

4.4.9 Parameter Distribusi Data Waktu antar Perbaikan (*Time to Repair*)

Berikut ini parameter yang digunakan pada distribusi Log-Normal untuk data waktu antar perbaikan adalah:

$$\bar{x} \ln(ti) = 4,4768$$

$$t_{\text{med}} = 87,95$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^r (4,7918)}{51}} = 0,3065$$

4.4.10 Penentuan Nilai Tengah Distribusi Data Waktu Kerusakan (*Mean Time To Failure*)

Berikut ini merupakan perhitungan nilai *mean time to failure* (MTTF) dari distribusi Weibull:

$$\begin{aligned} MTTF &= \theta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \\ &= 29095,3337 \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{1,3609} \right) \\ &= 29095,3337 \times \Gamma (1,73) \\ &= 29095,3337 \times 0,91467 \end{aligned}$$

$$= 26612,6289$$

4.4.11 Penentuan Nilai Tengah Distribusi Data Waktu Perbaikan (*Mean Time To Repair*)

Berikut ini merupakan perhitungan nilai *mean time to repair* (MTTR) dari distribusi Weibull:

$$\begin{aligned} MTTR &= (t_{med} \times e^{\frac{s^2}{2}}) \\ &= 87,95 \times (\exp \frac{0,3065^2}{2}) \\ &= 92,1792 \end{aligned}$$

4.4.12 Perhitungan Interval Waktu Penggantian dengan Minimasi *Downtime*

Perhitungan interval waktu penggantian optimal dilakukan dengan metode *Age Replacement* dengan kriteria minimasi *downtime*, dimana nilai interval waktu kerusakan (t_p) yang terpilih yang memiliki nilai *downtime* terkecil. Data yang dibutuhkan dalam mencari interval pengganti adalah sebagai berikut:

1. Data waktu kerusakan berdistribusi Weibull
 - MTTF = 26612,6288
 - θ = 29095,3337
 - β = 1,3608
2. Waktu melakukan penggantian kerusakan komponen berdistribusi Log-Normal
 - Tf = 92,1792 menit
3. Waktu melakukan penggantian *preventive* berdistribusi Log-Normal
 - Tp = 92,1792 menit

Berikut merupakan tabel 4.21 perhitungan interval waktu penggantian pencegahan:

Tabel 4.21 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen Dinamo

Interval Penggantian Komponen Dengan Model ARP					
tp (hari)	R(tp)	F(tp)	tp + Tp	MTTF/F(tp) + Tf	D(tp)
1	1	0,0000	93,1792	31605205448,7179	0,0035
5000	0,9130	0,0870	5092,1792	305982,9591	0,0029
10000	0,7915	0,2085	10092,1792	127755,1199	0,0027

Interval Penggantian Komponen Dengan Model ARP					
tp (hari)	R(tp)	F(tp)	tp + Tp	MTTF/F(tp) + Tf	D(tp)
15000	0,6664	0,3336	15092,1792	79858,3466	0,0025
20000	0,5486	0,4514	20092,1792	59045,0109	0,0024
25000	0,4433	0,5567	25092,1792	47897,9020	0,0024
30000	0,3526	0,6474	30092,1792	41196,2362	0,0025
35000	0,2764	0,7236	35092,1792	36870,5605	0,0025
40000	0,2139	0,7861	40092,1792	33947,2294	0,0026
45000	0,1636	0,8364	45092,1792	31910,8777	0,0027
50000	0,1238	0,8762	50092,1792	30463,9951	0,0028
55000	0,0927	0,9073	55092,1792	29423,0202	0,0029
60000	0,0687	0,9313	60092,1792	28668,6539	0,0030
65000	0,0505	0,9495	65092,1792	28120,1521	0,0031
70000	0,0368	0,9632	70092,1792	27721,1420	0,0031
75000	0,0266	0,9734	75092,1792	27431,3544	0,0032
80000	0,0190	0,9810	80092,1792	27221,5620	0,0033
85000	0,0135	0,9865	85092,1792	27070,3365	0,0033
90000	0,0096	0,9904	90092,1792	26961,8840	0,0033
95000	0,0067	0,9933	95092,1792	26884,5452	0,0034
100000	0,0047	0,9953	100092,1792	26829,7244	0,0034
105000	0,0032	0,9968	105092,1792	26791,1061	0,0034
110000	0,0022	0,9978	110092,1792	26764,0728	0,0034
115000	0,0015	0,9985	115092,1792	26745,2687	0,0034
120000	0,0010	0,9990	120092,1792	26732,2710	0,0034
125000	0,0007	0,9993	125092,1792	26723,3425	0,0034
130000	0,0005	0,9995	130092,1792	26717,2468	0,0034
135000	0,0003	0,9997	135092,1792	26713,1102	0,0034
280000	0,0000	1,0000	280092,1792	26704,8081	0,0035

Berikut contoh perhitungan interval waktu penggantian pencegahan komponen dinamo pada mesin *overlock* dengan distribusi Weibull:

$$\begin{aligned}
 \text{a. } F(tp) &= \Phi\left(\frac{1}{\beta} \ln \frac{t}{\theta}\right) \\
 &= \Phi\left(\frac{1}{1,3608} \ln \frac{25000}{29095,3337}\right) \\
 &= 0,5567 \\
 \text{b. } R(tp) &= 1 - F(tp) \\
 &= 1 - 0,5567 \\
 &= 0,4433 \\
 \text{c. } (tp + Tp) &= 25.000 + 92,179 \\
 &= 25092,1792
 \end{aligned}$$

d. Ekspektasi panjang siklus kerusakan:

$$M(tp) = \left(\frac{MTTF}{F(tp)} + Tf \right)$$

$$M(tp) = \left(\frac{26612,6289}{0,5567} + 92,1792 \right)$$

$$M(tp) = 47897,902 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } D(tp) &= \frac{Tp \cdot R(tp) + Tf(1-R(tp))}{(tp + Tp)R(tp) + (M(tp) + Tf) \cdot (1-R(tp))} \\ &= \frac{(92,1792 \times 0,4433) + 92,1792(1-0,4433)}{(25092,1792 \times 0,4433) + (47897,902 \times 0,5567)} \\ &= 0,0024394 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai $D(tp)$ yang paling minimum adalah pada $tp = 25000$ menit. Sehingga interval waktu penggantian pencegahan komponen dinamo dengan kriteria minimasi *downtime* dilakukan pada menit ke 25000

4.4.13 Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan

Interval waktu pemeriksaan berdasarkan downtime komponen dinamo dengan waktu kerja produktif selama periode bulan Februari 2019 – Februari 2020 : 12 bulan.

- Total jam kerja produktif = 1 bulan = 30 hari kerja; 1 hari 24 jam kerja
= 24 jam kerja x 60 menit x 30 hari kerja x 12 bulan = 518400 menit
- Rata – rata jam kerja produktif 1 (satu) bulan yaitu = $\frac{518400}{12} = 43200$ menit.
- Rata – rata jumlah kerusakan (k) setiap bulan = $\frac{51}{12} = 4,25$
- Rasio jam kerja sebulan terhadap rata – rata waktu perbaikan (μ) adalah :

$$MTTR = 92,1792$$

$$\mu = \frac{\text{jam kerja per bulan}}{MTTR} = \frac{43200}{92,1792} = 468,65 = 469$$

- Rasio jam kerja sebulan terhadap waktu pemeriksaan (1/i):

Waktu rata – rata melakukan pemeriksaan komponen = 15 menit

$$\text{Rata – rata waktu pemeriksaan} = \frac{15}{43200} = 0,00034722$$

$$i = \frac{1}{0,00034722} = 2880,0184 = 2880 \text{ menit}$$

- Frekuensi pemeriksaan optimal tiap bulan:

$$n = \sqrt{\frac{k * i}{\mu}} = \sqrt{\frac{4,25 * 2880}{469}} = 5,10862 = 5 \text{ kali pemeriksaan per bulan}$$

- Interval waktu antar pemeriksaan:
 $= \frac{1}{n} \times \text{jam kerja produktif perbulan}$
 $= \frac{1}{5} \times 43200 = 8640 \text{ menit} = 144 \text{ jam}$

4.4.14 Perbandingan Reliability Sesudah dan Sebelum Penentuan Interval Waktu Penggantian/Pencegahan Komponen

Meningkatkan nilai *reliability* atau kehandalan dan mengetahui umur optimal dari suatu komponen maka dilakukan perawatan pencegahan. Rumus yang digunakan dalam menghitung *reliability* dengan data berdistribusi Weibull tersebut adalah:

a. *Reliability* kondisi sebelum interval waktu penggantian

Rumus yang digunakan : $R(t) = \exp\left[\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right]$ (3.59)

b. *Reliability* kondisi sesudah waktu penggantian

Rumus yang digunakan : $R(t - nT) = \exp\left[\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta\right]$ (3.63)

Berikut ini tabel 4.22 perbandingan *reliability* sebelum dan sesudah dilakukan tindakan dengan data sebagai berikut:

Tabel 4.22 Perbandingan *Reliability* Sebelum dan Sesudah Penggantian Komponen

n	tp	R(tp)	R(t - nT)	R(T)^n	Rm(t)
0	1	0,999999158	0,9999992	1	0,999999158
0	5000	0,912999572	0,9129996	1	0,912999572
0	10000	0,791539904	0,7915399	1	0,791539904
0	15000	0,66636696	0,666367	1	0,66636696
0	20000	0,548577598	0,5485776	1	0,548577598
1	25000	0,44331709	1	25000	25000
1	30000	0,352554691	0,9129996	25000	22824,98929
1	35000	0,276405651	0,7915399	25000	19788,4976
1	40000	0,2139244	0,666367	25000	16659,17401
1	45000	0,163616673	0,5485776	25000	13714,43995
2	50000	0,123772218	1	625000000	625000000

Contoh perhitungan:

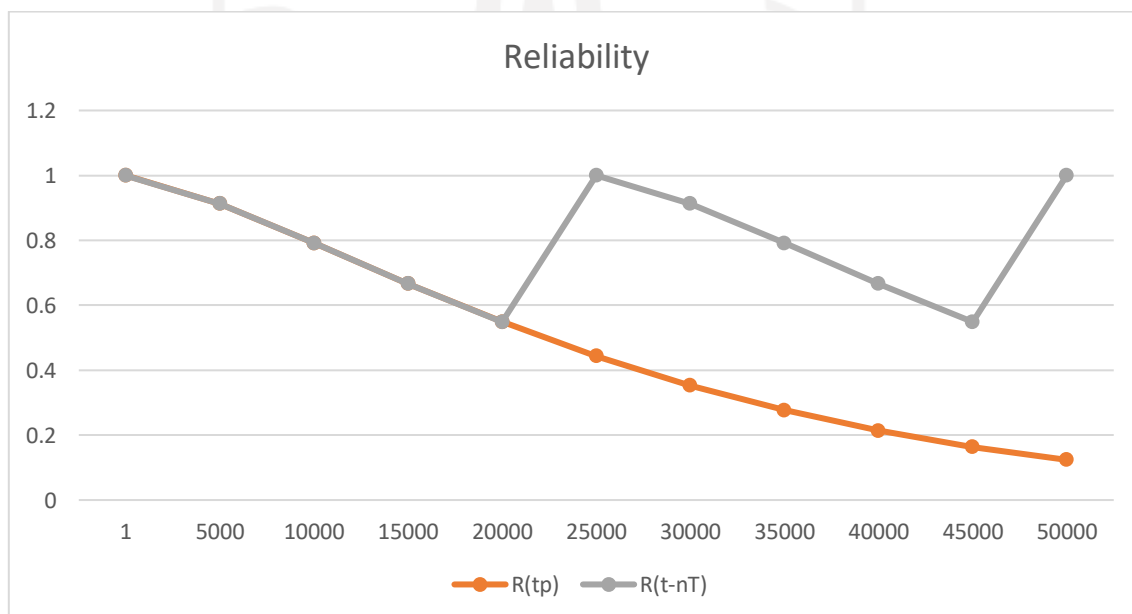
$$t = 25000$$

$$n = 1$$

$$\begin{aligned} R(t) &= \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \\ &= \exp\left[-\left(\frac{25000}{29095,33371}\right)^{1,3607}\right] \\ &= 0,44331709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(t - nT) &= \exp\left[-\left(\frac{t - nT}{\theta}\right)^\beta\right] \\ &= \exp\left[-\left(\frac{25000 - 1 * 25000}{29095,33371}\right)^{1,3607}\right] \\ &= 1 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tingkat *reliability* atau kehandalan sebelum dan sesudah penggantian diatas, dapat dilihat bahwa sebelum dilakukan penggantian pada 25000 menit tingkat kehandalannya sebesar 0,4433, dan setelah dilakukan penggantian tingkat kehandalannya naik menjadi 1. Berikut ini merupakan grafik perbandingan *reliability* sebelum dan sesudah dilakukan perawatan penggantian komponen dinamo.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan *Reliability* Sebelum dan Sesudah Penggantian

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perawatan Reliability Centered Maintenance

5.1.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Proses perawatan mesin dengan metode RCM secara kualitatif, langkah pertama yang dilakukan adalah pengisian tabel FMEA dengan melakukan diskusi dengan pelaksana bagian *maintenance*. Diskusi awal menentukan divisi yang menjadi fokus penelitian yaitu divisi *sewing*. Divisi *sewing* terdapat 5 (lima) mesin dalam pelaksanaan produksinya, dan ditentukan secara kualitatif mesin *overlock* yang menjadi sasaran dalam menentukan RPN dikarenakan mesin tersebut sering mengalami kerusakan.

Berdasarkan hasil pengisian tabel FMEA untuk mesin *overlock* maka dapat diperoleh nilai RPN untuk setiap komponennya nilai RPN dari setiap komponen mesin *overlock* dapat dilihat pada tabel 4.1. dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa komponen utama yang memiliki nilai prioritas terbesar pada mesin *overlock* yaitu komponen dinamo dengan nilai RPN sebesar 270.

5.1.2 Kategori Komponen Berdasarkan *Logic Tree Analysis* (LTA)

Analisa pada *logic tree analysis* ini adalah lanjutan dari analisa FMEA tentang kemungkinan kegagalan serta efek dari kegagalan tersebut dan memprioritaskan komponen mana yang akan lebih di tinjau untuk dilakukan perawatan secara preventif. Analisa LTA berfungsi mengkatagorikan kemungkinan kegagalan kedalam kategori yang sudah ditentukan. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, didapatkan:

1. Kategori A (*Safety Problem*), merupakan *mode* kegagalan komponen yang dapat mengakibatkan gangguan pada keselamatan operator dan lingkungan atau bahkan

berakibat pada kematian. Berdasarkan hasil penelitian tidak terdapat komponen yang termasuk dalam kategori ini.

2. Kategori B (*Outage Problem*), merupakan *mode* kegagalan komponen yang dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian atau keseluruhan sehingga akan berpengaruh terhadap *operasional plant* seperti kualitas, kuantitas dari produk yang di produksi dan dapat berpengaruh pada pembengkakan biaya. Yang termasuk dalam kategori ini adalah:
 - a. Komponen jarum, yang berfungsi sebagai alat menjahit atau menyalurkan benang terhadap bahan yang akan dijahit.
 - b. Komponen pedal dinamo, yang berfungsi sebagai alat penggerak mesin *overlock*
 - c. Komponen dinamo, yang berfungsi sebagai komponen utama mesin agar menyala atau dapat digunakan.
3. Kategori C (*Economic Problem*), merupakan *mode* kegagalan yang tidak menyebabkan kegagalan pada sebagian atau seluruh sistem, tetapi menyebabkan kerugian ekonomi pada perusahaan yang relatif kecil. Berdasarkan hasil penelitian, yang termasuk dalam kategori ini adalah:
 - a. Komponen *plat needle*, yang berfungsi sebagai jalur kerja mesin
 - b. Komponen *tension*, yang berfungsi untuk mengatur kerenggangan dan ketegangan benang.
 - c. Komponen *looper* dan *upper*, yang berfungsi sebagai tempat mengaitkan benang
 - d. Komponen tiang benang, yang berfungsi sebagai tempat menaruh atau memposisikan benang pada mesin
4. Kategori D (*Hidden Failure*), merupakan *mode* kegagalan yang tidak disadari dan sulit dideteksi oleh operator karena tersembunyi dari penglihatan operator. Pada penelitian ini, tidak terdapat komponen yang termasuk dalam kategori *hidden failure*.

5.1.3 Pemilihan TindakanRCM (*Selection Task*)

Dari hasil pemilihan tindakan untuk komponen – komponen yang mengalami kegagalan pada mesin *overlock* atau obras benang 4, maka diperoleh tindakan sebagai berikut:

1. *Condition Directed* (CD), merupakan suatu tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara pemeriksaan alat. Apabila dalam pemeriksaan

ditemukan gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen. Komponen yang termasuk dalam rencana tindakan perawatan ini yaitu:

- a. Komponen jarum
 - b. Komponen *plat needle*
 - c. Komponen *looper* dan *upper*
 - d. Komponen tiang benang
 - e. Komponen dinamo
2. *Time Directed* (TD), merupakan suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.
 3. *Finding Failure* (FF), merupakan tindakan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Komponen yang termasuk dalam rencana tindakan perawatan ini yaitu:
 - a. Komponen *tension*
 - b. Komponen pedal dinamo

5.2 Analisis Penentuan Mesin dan Komponen Kritis

Penelitian ini dilakukan pada sistem yang ada pada divisi *sewing*. Di dalam divisi ini terdapat 5 (lima) jenis mesin yaitu mesin *overlock* atau obras benang 4 sejumlah 90, mesin *single needle* sejumlah 26, mesin *double needle* sejumlah 3, mesin *overdek* sejumlah 12, dan mesin *kansai* sejumlah 1. Berdasarkan hasil perhitungan secara kuantitatif data *downtime* dari kelima mesin tersebut didapatkan mesin yang paling banyak mengalami kerusakan adalah mesin *overlock* dengan total *downtime* 43405 menit seperti yang tertera pada tabel 4.5. setelah didapatkan mesin dengan *downtime* yang paling besar selanjutnya ditentukan komponen dari mesin tersebut yang nilai *downtime* nya terbesar atau yang paling sering mengalami kerusakan.

Dari tabel 4.6, dapat diketahui bahwa komponen dari mesin *overlock* yang sering mengalami kerusakan yaitu komponen dinamo dengan total *downtime* 4694 menit. Dari hasil penentuan komponen kritis ini dapat disimpulkan bahwa pada metode RCM, penentuan komponen yang sering mengalami kerusakan secara kualitatif dan secara kuantitatif didapatkan hasil yang sama. Secara kualitatif nilai RPN tertinggi dari hasil

pengisian FMEA didapatkan komponen dinamo sebagai komponen dengan prioritas tertinggi, sementara secara kuantitatif dari data *downtime* mesin diketahui komponen dinamo sebagai komponen dengan frekuensi kerusakan terbesar yang harus ditangani.

5.3 Analisis Pola Distribusi

Pola distribusi ditentukan dengan pengujian terhadap keempat distribusi, yaitu distribusi Eksponensial, distribusi Normal, distribusi Log-Normal, dan distribusi Weibull. Pengujian pola distribusi ini dilakukan terhadap waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan komponen kritis yaitu dinamo dari mesin *overlock*. Metode *least square curve fitting* digunakan untuk menentukan distribusi yang akan digunakan dengan nilai *index of fit* (r) terbesar. Hasil *index of fit* pengujian dengan metode *least square curve fitting* untuk data waktu antar kerusakan komponen dinamo dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini:

Tabel 5.1 Hasil Uji Pola Distribusi Waktu Antar Kerusakan

Distribusi	Index Of Fit	
Exponensial	0,9706	97%
Normal	0,9716	97%
Log Normal	0,9542	95%
Weibull	0,9881	99%

Berdasarkan besarnya *index of fit* dari data waktu antar kerusakan tersebut di atas, maka distribusi yang dipilih adalah distribusi weibull. Hasil *index of fit* data waktu perbaikan komponen dinamo dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini:

Tabel 5.2 Hasil Uji Pola Distribusi Waktu Perbaikan

Distribusi	Index Of Fit	
Exponensial	0,9592	96%
Normal	0,9813	98%
Log Normal	0,9895	99%
Weibull	0,9778	98%

Berdasarkan besarnya nilai *index of fit* data waktu perbaikan, distribusi yang dipilih yaitu distribusi Weibull.

5.4 Analisa Uji Kecocokan *Goodness of Fit*

Distribusi yang didapatkan dari nilai *index of fit* (r) diuji kembali untuk memastikan distribusi yang terpilih benar – benar mewakili data waktu kerusakan dan waktu perbaikan.

Hasil dari *index of fit* untuk data waktu antar kerusakan yang diperoleh berdistribusi weibull, maka uji kecocokan *goodness of fit* dilakukan menggunakan uji *Mann's Test*. Data waktu antar perbaikan yang diperoleh berdistribusi log normal, maka uji kecocokan *goodness of fit* dilakukan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov. Dapat dilihat pada tabel 4.19 untuk waktu antar kerusakan dan tabel 4.20 untuk waktu perbaikan yang hasil keduanya H_0 diterima, yaitu waktu antar kerusakann dapat dipastikan berdistribusi weibull, dan waktu antar perbaikan dapat dipastikan berdistribusi log normal.

5.5 Analisa Parameter Distribusi TTF dan MTTF

Langkah selanjutnya untuk perhitungan secara kuantitatif setelah uji pola distribusi yaitu menghitung estimasi parameter dari distribusi untuk mendapatkan nilai MTTF atau mean time to failure. Distribusi yang digunakan untuk waktu antar kerusakan adalah distribusi weibull, maka hasil perhitungan MTTF tertera pada tabel 5.3 dibawah ini:

Tabel 5.3 Nilai Parameter Distribusi TTF dan nilai MTTF

Komponen	β (<i>shape parameter</i>)	Θ (<i>scale parameter</i>)	MTTF
Dinamo	1,3609	29095,3337	26612,6289

Tabel 5.3 diatas menunjukkan waktu antar kerusakan komponen sebesar 26612,6289 menit, yang berarti komponen dinamo mengalami kerusakan setelah beroperasi selama kurun waktu tersebut.

5.6 Analisa Parameter Distribusi TTR dan MTTR

Langkah selanjutnya untuk perhitungan secara kuantitatif setelah uji pola distribusi yaitu menghitung estimasi parameter dari distribusi untuk mendapatkan nilai MTTR atau *mean time to repair*. Distribusi yang digunakan untuk waktu perbaikan adalah distribusi log normal, maka hasil perhitungan MTTR tertera pada tabel 5.4 dibawah ini:

Tabel 5.4 Nilai Parameter Distribusi TTR dan nilai MTTR

Komponen	tmed	S	MTTR
Dinamo	87,9489	0,3065	92,1792

Tabel 5.4 diatas menunjukkan waktu perbaikan komponen sebesar 92,1792 menit, yang berarti perbaikan komponen dinamo rata – rata selama 92,1792 menit

5.7 Analisa Interval Waktu Penggantian dan Pemeriksaan Komponen

Tahap lanjutan setelah didapatkannya nilai MTTF dan MTTR adalah menentukan selang waktu penggantian pencegahan yang menggunakan distribusi yang telah diuji kecocokan distribusi. Perhitungan selang waktu penggantian ini menggunakan kriteria minimasi *downtime* atau berdasarkan nilai *downtime* terendah.

Data tabel 4.21 menunjukkan hasil perhitungan data interval waktu penggantian komponen dinamo selama 25000 menit atau sekitar 16 hari. Angka tersebut menunjukkan bahwa komponen dinamo harus diganti dengan yang baru setelah beroperasi selama 16 hari.

Interval pemeriksaan komponen dinamo didapatkan waktu antar pemeriksaannya 144 jam, maka komponen dinamo harus diperiksa setiap 144 jam sekali, atau sekitar 6 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada komponen yang membuat mesin berhenti beroperasi.

5.8 Analisa Perbandingan *Reliability* Sebelum dan Sesudah Penggantian Komponen

Penerapan tindakan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) diharapkan dapat meningkatkan *reliability* atau kehandalam dari komponen kritis yang dalam penelitian ini adalah dinamo. Keandalan suatu komponen merupakan peluang untuk mencapai nilai tertinggi yaitu 1. Grafik perbandingan *reliability* sebelum dan sesudah dilakukannya penggantian komponen dapat dilihat pada gambar 4.14.

Pada gambar 4.14 menit ke 1 sampai dengan menit ke-1 *reliability* dengan grafik warna (sebelum dilakukan penggantian komponen) mempunyai nilai keandalan kurang dari 1 dan terus menurun sampai menit ke 20000, karena seiring bertambahnya waktu komponen akan mengalami penurunan keandalan. Namun pada menit ke -25000 grafik abu-abu mengalami kenaikan karena telah dilakukan penggantian pencegahan sehingga komponen mengalami kenaikan *reliability* karena kondisi komponen masih baru.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian yang dilakukan di UD Hasby *Garment* Ponorogo, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) terbagi menjadi 2 tahapan. Tahap pertama di kerjakan secara kualitatif, dimana didapatkan komponen dari hasil FMEA dengan nilai RPN tertinggi yaitu komponen dinamo dengan nilai sebesar 270. Selanjutnya dari hasil LTA didapatkan 3 (tiga) komponen dengan kategori B (*outage problem*), dan 4 (empat) komponen dengan kategori C (*economic problem*). Langkah terakhir pada pengerjaan RCM secara kualitatif yaitu pemilihan tindakan atau *selection task*, dimana didapatkan 5 (lima) komponen dengan pemilihan tindakan secara CD (*condition direct*), dan 2 (dua) komponen dengan pemilihan tindakan secara FF (*finding failure*). Tahap ke-2 dari RCM secara kuantitatif, didapatkan komponen kritis yaitu komponen dinamo dari mesin kritis *overlock* dari hasil pengolahan data *downtime* tertinggi.
2. Pengolahan data dalam perhitungan interval waktu penggantian untuk komponen dinamo didapatkan waktu selama 25000 menit atau sekitar 16 hari. Dengan didaparkannya angka tersebut menunjukkan bahwa komponen dinamo harus diganti dengan yang baru setelah beroperasi selama 16 hari. Selain perhitungan interval penggantian juga dilakukan perhitungan interval pemeriksaan yang didapatkan waktu antar pemeriksaannya 144 jam, maka komponen dinamo harus diperiksa setiap 6 hari sekali.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan sebagai masukan bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, baik dari hasil observasi sampai dengan pengolahan data, peneliti menyarankan agar metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Age Replacement* ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam sistem perawatan di UD Hasby *Garment* Ponorogo. Karena dengan adanya konsep dari metode RCM ini, perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan yang optimal sehingga dapat meningkatkan keandalan mesin – mesin perusahaan. Selain itu, peneliti juga menyarankan untuk dilakukan pengoptimalan *maintenance* dari segi penambahan sumber daya manusia atau pekerja dalam manajemen perawatannya.
2. Perlu adanya kajian ulang terhadap semua komponen mesin yang terdapat di perusahaan dan pengembangan metode dalam melakukan *preventive maintenance*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, S. (2017). Perencanaan Kegiatan Perawatan Suku Cadang Pada Boiler Perusahaan Rokok. *Seminar Nasional K3 PPNS 2017, Vol. 1, No. 1*. Surabaya.
- Anderson, R. (1990). *Reliability Centered Maintenance : Management And Engineering Methode*. New York: Elsevier Science Publishing Co Inc.
- Ardhikayana, I. W. (2015). Analisa Perawatan Pada Komponen Kritis Pembersih Botol 5 Gallon PT X Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Mettek, Vol. 1 No.2* , 20-27.
- Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi 4*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. (K. Hadi, Penyunt.) Jakarta: Erlangga.
- Denur, H. L. (2017.). Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Ripple Mill. *Jurnal Integrasi Sistem Industri, Vol.4 No.1* , : 27-34.
- Ebeling, C. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Ekawati, C. K. (2016). Jadwal Perawatan Preventive Pada Mesin Dyeing Menggunakan Metode Age Replacement Di PT. Nobel Industries. *Journal Jurusan Teknik Industri, Vol.4 No.02* , :137-148.
- Gaspersz, V. (1992). "Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri". Tarsito : Bandung.
- Hadi, K. (1996). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Universitas Negeri Malang. Jakarta: Erlangga.
- Jardine, A. (1973). *Maintenance, Replacement and Reliability. Department of Engineering*. Birmingham: Production Univesity of Birmingham.
- Kemenperin.go.id*. (2019, 5 6). Dipetik April 10, 2020, dari Kementerian Perindustrian RI: <https://www.kemenperin.go.id/artikel/20641/Industri-Pakaian-Jadi-Catatkan-Pertumbuhan-Paling-Tinggi>

- Malik, N. A. (2013). Pengukuran Kinerja Operasional Melalui Implementasi Total Productive Maintenance di PT.XYZ. *Journal of Business And Entrepreneurship Magister Manajemen Vol.1, No.2, ISSN: 2302-4119. Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta, Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017 ISSN; 2579-6429 .*
- Maulana, E. I. (2017). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Coldsaw Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Dan Reliability Block Diagram, Studi Kasus PT. Krakatau Wajatama. *Jurnal Teknik Industri Vol. 5, No. 1. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa .*
- Montgomery, D. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control, 5 th edition.* New York: John Wiley & Sons, Inc.,.
- Patton, J. &. (1995). *Preventive Maintenance.* United States: The International Society for Measurement & Control.
- Rachman, H. G. (2017). Usulan Perawatan Sistem Boiler Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri, Vol.18 No.01 , 86-93.*
- Rasindyo, M. K. (2015). Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT. Dirgantara Indonesia. *Jurnal Teknik Industri Itenas, Vol.03 No.1 , 400-410.*
- Rosyid, D. (2007). *Pengantar Rekayasa Keandalan.* Surabaya: Airlangga University Press.
- Sanjaya, M. (2016.). Analisis Perawatan Mesin Press 80 Ton Pada Lini P3C03 3&4 Dengan Metode Total Productive Maintenance (TPM). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi.* Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Sayuti, M. M. (2013). *Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode.* *Malikussaleh Industrial Engineering 2 (1), 9-13.*
- Smith, A. &. (2004). *RCM—Gateway to World Class Maintenance.* London: Elsevier Inc.
- Taufik & Septyani, S. (2015). Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *Jurnal Optimasi Sistem Industri Vol. 14 No.2 , 238-258.*
- Walpole, R. &. (1995). *Ilmu Peluang Dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuawan, edisi ke-4.* Bandung: Penerbit ITB.

- Wati, C. L. (2009). *Usulan Perbaikan Efektifitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Penerapan Total Productive Maintenance di PT WIKA*. Universitas Sumatra Barat, Fakultas Teknik. Medan: Program Diploma IV Fakultas Teknik Universitas Sumatra Barat.
- Widyaningsih, S. A. (2011). *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*. – Universitas Indonesia , Skripsi Fakultas Teknik, Depok.



LAMPIRAN

Tabel Gamma

ζ	$\Gamma(x)$	ζ	$\Gamma(x)$	ζ	$\Gamma(x)$	ζ	$\Gamma(x)$
1.01	0.99433	1.51	0.88659	2.01	1.00427	2.51	1.33875
1.02	0.98884	1.52	0.88704	2.02	1.00862	2.52	1.34830
1.03	0.98355	1.53	0.88757	2.03	1.01306	2.53	1.35798
1.04	0.97844	1.54	0.88818	2.04	1.01758	2.54	1.36779
1.05	0.97350	1.55	0.88887	2.05	1.02218	2.55	1.37775
1.06	0.96874	1.56	0.88964	2.06	1.02687	2.56	1.38784
1.07	0.96415	1.57	0.89049	2.07	1.03164	2.57	1.39807
1.08	0.95973	1.58	0.89142	2.08	1.03650	2.58	1.40844
1.09	0.95546	1.59	0.89243	2.09	1.04145	2.59	1.41896
1.10	0.95133	1.60	0.89352	2.10	1.04649	2.60	1.42962
1.11	0.94740	1.61	0.89468	2.11	1.05161	2.61	1.44044
1.12	0.94359	1.62	0.89592	2.12	1.05682	2.62	1.45140
1.13	0.93993	1.63	0.89724	2.13	1.06212	2.63	1.46251
1.14	0.93642	1.64	0.89864	2.14	1.06751	2.64	1.47377
1.15	0.93304	1.65	0.90012	2.15	1.07300	2.65	1.48519
1.16	0.92980	1.66	0.90167	2.16	1.07857	2.66	1.49677
1.17	0.92670	1.67	0.90330	2.17	1.08424	2.67	1.50851
1.18	0.92373	1.68	0.90500	2.18	1.09000	2.68	1.52040
1.19	0.92089	1.69	0.90678	2.19	1.09585	2.69	1.53246
1.20	0.91817	1.70	0.90864	2.20	1.10180	2.70	1.54469
1.21	0.91558	1.71	0.91057	2.21	1.10785	2.71	1.55708
1.22	0.91311	1.72	0.91258	2.22	1.11399	2.72	1.56964
1.23	0.91075	1.73	0.91467	2.23	1.12023	2.73	1.58237
1.24	0.90852	1.74	0.91683	2.24	1.12657	2.74	1.59528
1.25	0.90640	1.75	0.91906	2.25	1.13300	2.75	1.60836
1.26	0.90440	1.76	0.92137	2.26	1.13954	2.76	1.62162
1.27	0.90250	1.77	0.92376	2.27	1.14618	2.77	1.63506
1.28	0.90072	1.78	0.92623	2.28	1.15292	2.78	1.64868
1.29	0.89904	1.79	0.92877	2.29	1.15976	2.79	1.66249
1.30	0.89747	1.80	0.93138	2.30	1.16671	2.80	1.67649
1.31	0.89600	1.81	0.93408	2.31	1.17377	2.81	1.69068
1.32	0.89464	1.82	0.93685	2.32	1.18093	2.82	1.70506
1.33	0.89338	1.83	0.93969	2.33	1.18819	2.83	1.71963
1.34	0.89222	1.84	0.94261	2.34	1.19557	2.84	1.73441
1.35	0.89115	1.85	0.94561	2.35	1.20305	2.85	1.74938
1.36	0.89018	1.86	0.94869	2.36	1.21065	2.86	1.76456
1.37	0.88931	1.87	0.95184	2.37	1.21836	2.87	1.77994
1.38	0.88854	1.88	0.95507	2.38	1.22618	2.88	1.79553
1.39	0.88785	1.89	0.95838	2.39	1.23412	2.89	1.81134
1.40	0.88726	1.90	0.96177	2.40	1.24217	2.90	1.82736
1.41	0.88676	1.91	0.96523	2.41	1.25034	2.91	1.84359
1.42	0.88636	1.92	0.96877	2.42	1.25863	2.92	1.86005
1.43	0.88604	1.93	0.97240	2.43	1.26703	2.93	1.87673
1.44	0.88581	1.94	0.97610	2.44	1.27556	2.94	1.89363
1.45	0.88566	1.95	0.97988	2.45	1.28421	2.95	1.91077
1.46	0.88560	1.96	0.98374	2.46	1.29298	2.96	1.92814
1.47	0.88563	1.97	0.98769	2.47	1.30188	2.97	1.94574
1.48	0.88575	1.98	0.99171	2.48	1.31091	2.98	1.96358
1.49	0.88595	1.99	0.99581	2.49	1.32006	2.99	1.98167
1.50	0.88623	2.00	1.00000	2.50	1.32934	3.00	2.00000

Sumber : Ebeling, C.E., *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*,
Mc Graw-Hill, New York, 1997

Tabel *Kolmogorov Smirnov*

Critical values, $d_{\alpha; n}$, of the maximum absolute difference between sample $F_n(x)$ and population $F(x)$ cumulative distribution.

Number of trials, n	Level of significance, α			
	0.10	0.05	0.02	0.01
25	0.23768	0.26404	0.29516	0.31657
26	0.23320	0.25907	0.28962	0.31064
27	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502
28	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971
29	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466
30	0.21756	0.24170	0.27023	0.28987
31	0.21412	0.23788	0.26596	0.28530
32	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094
33	0.20771	0.23076	0.25801	0.27677
34	0.20472	0.22743	0.25429	0.27279
35	0.20185	0.22425	0.26073	0.26897
36	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532
37	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180
38	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843
39	0.19148	0.21273	0.23786	0.25518
40 ^b	0.18913	0.21012	0.23494	0.25205

^aValues of $d_{\alpha}(n)$ such that $P(\max|F_n(x) - F(x)| > d_{\alpha}(n)) = \alpha$.

^b $N > 40 \approx \frac{1.22}{N^{1/2}}, \frac{1.36}{N^{1/2}}, \frac{1.51}{N^{1/2}}$ and $\frac{1.63}{N^{1/2}}$ for the four levels of significance.





الجمهورية الإسلامية الباندو

