

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENJADWALAN MESIN
HOT PRESS OTT DENGAN METODE *RELIABILITY
CENTERED MAINTENANCE (RCM) II* DAN *MAINTENANCE
VALUE STREAM MAPPING (MVSM)*
(Studi Kasus PT. Artem Internusa Bekasi)**



**Disusun Oleh :
SITI RUMJANAH
NIM 31602000108**

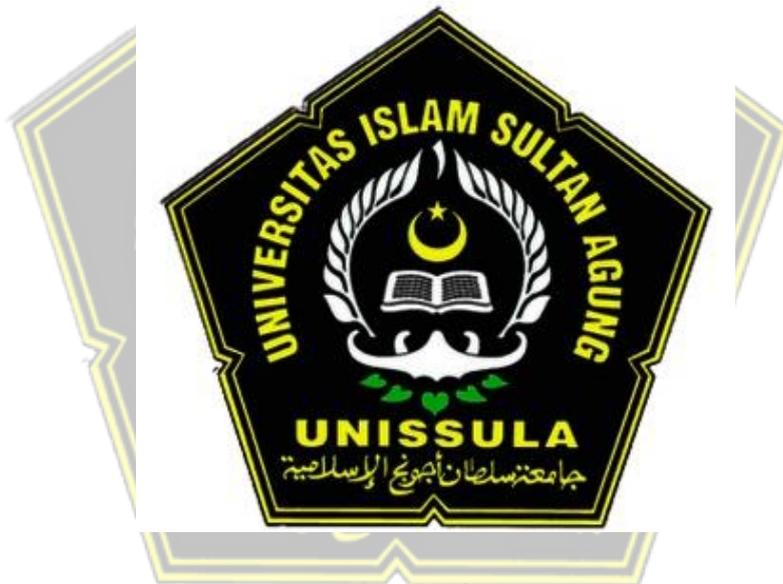
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2024

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENJADWALAN MESIN *HOT PRESS*
OTT DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) II DAN *MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING* (MVSM)
(Studi Kasus PT. Artem Internusa Bekasi)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



Disusun Oleh :

SITI RUMJANAH

NIM 31602000108

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2024

FINAL PROJECT

**MAINTENANCE ANALYSIS AND SCHEDULING OF OTT HOT PRESS
MACHINE USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II
AND MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM) METHODS
(Case Study of PT. Artem Internusa Bekasi)**

*THIS REPORT WAS PREPARED TO FULFILL ONE OF THE REQUIREMENTS FOR
OBTAINING A BACHELOR'S DEGREE (S1) AT DEPARTMENT OF INDUSTRIAL
ENGINEERING, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, UNIVERSITAS ISLAM
SULTAN AGUNG*



Disusun Oleh :

SITI RUMJANAH

NIM 31602000108

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENJADWALAN MESIN *HOT PRESS* OTT DENGAN METODE *REABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II)* DAN *MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM)* DI PT. ARTEM INTERNUSA BEKASI" ini disusun oleh:

Nama : Siti Rumjanah

NIM : 31602000108

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Akhmad Syakirani, ST., M.Eng.
NIDN. 0616037601



Dana Prianjani, ST., MT.
NIDN.0626019302

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri



Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng.
NIDN. 210600021

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

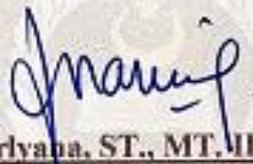
Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENJADWALAN MESIN *HOT PRESS* OTT DENGAN METODE *REABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM II) DAN *MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING* (MVSM) DI PT. ARTEM INTERNUSA BEKASI" ini telah dipertahankan oleh dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari :

Tanggal :

TIM PENGUJI

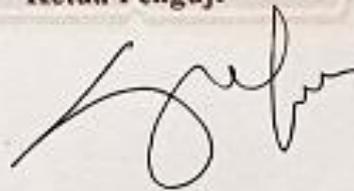
Anggota



Dr. Ir. Novi Marlana, ST., MT, IPU, ASEAN, Eng

NIDN. 0015117601

Ketua Penguji



Dr. Ir. Soekarno Budi Utomo, MT,

NIDN. 0619076401

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : SITI RUMJANAH

NIM : 31602000108

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENJADWALAN MESIN *HOT PRESS* OTT DENGAN METODE *REABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II* DAN *MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM)* (Studi kasus : PT. Artcom Internusa Bekasi)

Dengan bahwa ini saya menyatakan judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut ialah asli dan belum pernah diangkat, ditulis dan dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan dicantumkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari tugas akhir yang saya buat ternyata terbukti pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia menanggung sanksi akademis yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya penuh tanggung jawab

Semarang, 6 September 2024

Yang Menyatakan



Siti Rumjanah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : SITI RUMJANAH
NIM : 31602000108
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Program Studi : TEKNIK INDUSTRI

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan judul **“ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENJADWALAN MESIN *HOT PRESS* OTT DENGAN METODE *REABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II* DAN *MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM)* (Studi kasus : PT Artem Internusa Bekasi)”**.

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Semarang, 6 September 2024

Yang Menyatakan



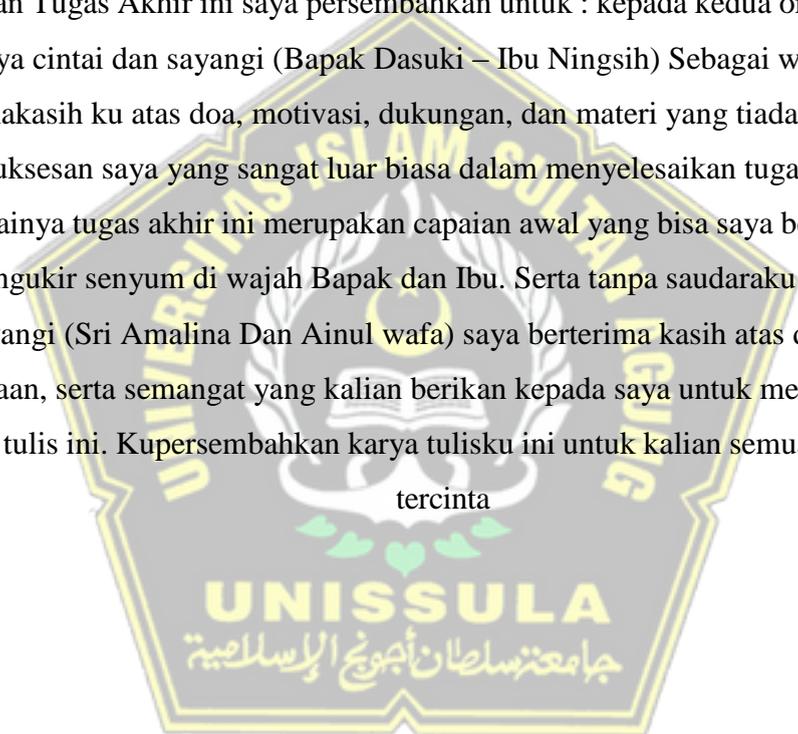
Siti Rumjanah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin...

Sembah sujud dan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan kasih sayangnya terhadap saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Sholawat serta salam saya haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW semoga kita semua mendapat syafaat beliau di hari kiamat nanti aamiin.

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk : kepada kedua orang tua yang saya cintai dan sayangi (Bapak Dasuki – Ibu Ningsih) Sebagai wujud rasa terimakasih ku atas doa, motivasi, dukungan, dan materi yang tiada henti untuk kesuksesan saya yang sangat luar biasa dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selesaiannya tugas akhir ini merupakan capaian awal yang bisa saya berikan untuk mengukir senyum di wajah Bapak dan Ibu. Serta tanpa saudaraku yang saya sayangi (Sri Amalina Dan Ainul wafa) saya berterima kasih atas dukungan, candaan, serta semangat yang kalian berikan kepada saya untuk menyelesaikan karya tulis ini. Kupersembahkan karya tulisku ini untuk kalian semua keluargaku tercinta



HALAMAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”.

اللَّهُمَّ لَا سَهْلَ إِلَّا مَا جَعَلْتَهُ سَهْلًا وَأَنْتَ تَجْعَلُ الْحَزْنَ إِذَا شِئْتَ سَهْلًا

“Ya Allah, tidak ada kemudahan kecuali kepada Engkau buat mudah. Dan Engkau kemudian menjadikan kesedihan (kesulitan), jika Engkau kemudian kehendaki pasti akan menjadi mudah”.

“Tidak ada kesulitan yang tidak ada ujungnya. Sesudah sulit pasti akan ada kebahagiaan. Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al Insyirah : 5-6)

“Usaha dan doa tergantung pada cita-cita. Manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya”.

(Jalaluddin Rumi)

“ Jika seluruh rencana kita tidak terjadi seperti yang diharapkan, tersenyum dan ingatlah bahwa manusia mendesain dengan cita-cita, sedangkan Allah mendesain dengan cinta”

(Penulis)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan sekaligus laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis Perawatan dan Penjadwalan Mesin Hot Press OTTJU Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Maintenance Value Stream Map* (MVSM) (Studi Kasus PT. Artem Internusa Bekasi)” dengan sebaik – baiknya, sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi besar junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Laporan tugas akhir merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa untuk meraih gelar sarjana (S1) di Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas mendapat bantuan dari berbagai pihak. Dengan rasa setulus hati, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya serta memberikan kelapangan hati dan pikiran dalam menimba ilmu.
2. Kedua orang tuaku, Bapak Dasuki dan Ibu Ningsih yang telah memberikan banyak kasih sayang, motivasi, semangat, dukungan materi maupun non materi dan tidak pernah berhenti mendoakan di setiap sujudnya.
3. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Dosen Pembimbing, Bapak Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng dan Ibu Dana Prianjani, ST., MT. yang telah membimbing dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
6. Dosen Penguji, Bapak Dr. Ir. Soekarno Budi Utomo, MT dan Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU. ASEAN. Eng. Yang telah memberikan

pengarahan, kritik, maupun saran dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri Unissula yang telah memberikan ilmu selama penulis menuntut ilmu dibangku kuliah.
8. Staff dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri yang sudah membantu dalam segala urusan tugas akhir mulai dari surat permohonan penelitian sampai sidang
9. Terima kasih kepada kakak-kakak saya tercinta yang telah membantu, menyemangati, memotivasi sampai saya dapat menyelesaikan masa studi S1 dan meraih gelar sarjana ini.
10. Terima kasih kepada pihak PT. Artem Internusa terutama Bapak Felix, Bapak Iwan, Mbak Lina dan masih banyak lagi yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan izin untuk saya melakukan penelitian.
11. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Teknik Industri angkatan 2020 terutama teman – teman kelas B yang sering menghibur dalam setiap candaanya.
12. Terakhir, Terimakasih kepada diri saya sendiri Siti Rumjanah, karena telah berjuang dalam segala proses hidup, tidak pantang menyerah dalam segala cobaan, mampu menjadi pribadi yang mandiri selama masa perantauan, selalu kuat pada prinsip yang dipegang, dan semoga selalu diberi kemudahan dalam setiap langkah kehidupan dimasa yang akan datang.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kekeliruan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu penulis memohon maaf dan semoga laporan ini bisa memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta dapat menambah wawasan keilmuan. Saran dan kritik akan selalu penulis terima sebagai evaluasi dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir untuk memperoleh hasil yang lebih baik di masa mendatang

Semarang, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	1
<i>FINAL PROJECT</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	18
2.2.1 Perawatan (<i>Maintenance</i>)	18
2.2.2 Jenis Perawatan	19
2.2.3 Penjadwalan	19
2.2.4 Diagram Pareto	20

2.2.5	<i>Reliability Centered Maintenance II (RCM II)</i>	20
2.2.5.1	<i>Selecting System and Collecting Information</i>	20
2.2.5.2	<i>Asset Block Diagram (ABD)</i>	20
2.2.5.3	<i>System Description and Functional Blok Diagram (FBD)</i>	21
2.2.5.4	<i>System Functional and Functional Failure Fungsi (Function)</i> .	21
2.2.5.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	22
2.2.5.6	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	24
2.2.5.7	Task Selection.....	26
2.2.5.8	<i>Mean Time to Failure (MTTF)</i>	27
2.2.5.9	Distribusi Kegagalan.....	27
2.2.5.10	<i>RCM II Decision Worksheet</i>	29
2.2.6	<i>Value Stream Mapping (MVSM)</i>	32
2.2.6.1	<i>Framework MVSM</i>	32
2.2.6.2	<i>Current State Map</i>	34
2.2.6.4	<i>Future State Map</i>	34
2.2.7	<i>Fishbone Diagram</i>	35
2.2.8	Kerangka Teoritis.....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....		37
3.1	Pengumpulan Data.....	37
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.3	Pengujian Hipotesa.....	38
3.4	Metode Analisis.....	38
3.5	Pembahasan	39
3.6	Penarikan Kesimpulan	39
3.7	Diagram Alir.....	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Pengumpulan Data.....	42
4.1.1	PT. Artem Internusa	42
4.1.2	Proses Produksi Produk Furniture	43
4.1.3	Pengepresan.....	49
4.1.4	Mesin <i>Hot Press</i> 1 Opening OTT Hidrolik.....	49
4.1.5	<i>Equipment Hot Press</i> 1 Opening OTT Hidrolik.....	50

4.1.6	Proses Kerja Mesin Hot Press 1 Opening OTT Hidrolik.....	51
4.1.7	Data Kerusakan Komponen.....	52
4.1.8	Data Interval Waktu Kerusakan.....	53
4.1.9	Data Waktu Antar Perbaikan.....	54
4.2	Pengolahan Data.....	55
4.2.1	<i>Asset Block Diagram (ABD)</i>	55
4.2.2	<i>Functional Block Diagram (FBD)</i>	56
4.2.3	<i>System Function and Functional Failure</i>	57
4.2.4	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	58
4.2.5	<i>Logic Tree Analysis (LTA)</i>	61
4.2.6	Pemilihan Tindakan.....	65
4.2.7	Penentuan Pola Distribusi.....	66
4.2.8	Penentuan Interval Perawatan.....	68
4.2.9	<i>RCM Decision Worksheet</i>	74
4.2.10	<i>Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)</i>	75
4.2.11	<i>Current State Map</i>	76
4.2.12	Analisis Akibat Waktu Yang Tidak Bernilai Tambah/Delay.....	78
4.2.13	<i>Future state map</i>	81
4.2.14	Rekomendasi Perbaikan.....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		85
5.1	Kesimpulan.....	85
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Presentase Kumulatif Pada Masing-masing Mesin	2
Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	12
Tabel 2.2 <i>Typical RCM System Analysis Form</i>	21
Tabel 2.3 <i>System Functional and Functional Failure Form</i>	21
Tabel 2.4 <i>Failure Mode Effect Analysis</i>	22
Tabel 2.5 Nilai <i>Severity</i>	23
Tabel 2.6 Nilai <i>Occurrence</i>	24
Tabel 2.7 Nilai <i>Detection</i>	24
Tabel 2.8 <i>Logic Tree Analysis</i>	25
Tabel 2.9 <i>Framework</i>	29
Tabel 4.1 Data Kerusakan Mesin <i>Hot Press</i> OTT	53
Tabel 4.2 <i>Part dan Sub-part</i> Mesin <i>Hot Prss</i> OTT	53
Tabel 4.3 Interval Waktu Kerusakan Komponen Mesin <i>Hot Press</i>	54
Tabel 4.4 Waktu Antar Perbaikan Komponen Mesin <i>Hot Press</i>	55
Tabel 4.5 <i>System Function and Functional Failure</i>	57
Tabel 4.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	58
Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil pertanyaan LTA dan pengkategorian mode	64
Tabel 4.8 Rekapitulasi pemilihan tindakan	66
Tabel 4.9 Hasil pengujian distribusi data waktu antar kerusakan	66
Tabel 4.10 Hasil pengujian distribusi data waktu antar perbaikan	67
Tabel 4.11 Hasil perhitungan MTTF dan MTTR	68
Tabel 4.12 Waktu Untuk Melakukan Perbaikan Komponen Mesin <i>Hot Press</i>	69
Tabel 4.13 Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan	70
Tabel 4.14 Rata-rata jumlah kerusakan	70
Tabel 4.15 Frekuensi pemeriksaan optimal	71
Tabel 4.16 Interval Waktu Penggantian Komponen Mesin <i>Hot Press</i>	72
Tabel 4.17 Nilai <i>downtime</i>	72

Tabel 4.18 <i>Availability</i> masing-masing komponen Mesin <i>Hot Press</i>	73
Tabel 4.19 RCM <i>Decision Worksheet</i> komponen Mesin <i>Hot Press</i>	74
Tabel 4.20 Hasil Pengamatan Aktivitas Perawatan Komponen Motor Listrik	77
Tabel 4.21 Pengurangan Waktu Perbaikan Dari <i>Current State Map</i>	80
Tabel 4.22 Hasil Rancangan Aktivitas Perawatan Komponen Motor Listrik	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kerusakan Mesin Pada Mei 2023-Agustus 2023	3
Gambar 2.1 Struktur pertanyaan dari <i>Logic Tree Analysis</i>	26
Gambar 2.2 <i>Roadmap</i>	27
Gambar 2.3 Kerangka Teoritis	36
Gambar 3.1 Alur Penelitian	41
Gambar 4.1 PT. Artem Internusa Bekasi	42
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Proses produksi Furniture PT. Artem Internusa Bekasi	43
Gambar 4.3 Bahan Baku Pembuatan <i>Furniture</i>	44
Gambar 4.4 Pemotongan	45
Gambar 4.5 Pengepresan	45
Gambar 4.6 <i>Assembly</i>	46
Gambar 4.7 Pengamplasan.....	46
Gambar 4.8 Pengecatan	47
Gambar 4.9 <i>Packing</i>	47
Gambar 4.10 Pengiriman.....	48
Gambar 4.11 Penyetelan Lapangan.....	49
Gambar 4.12 Mesin <i>Hot Press</i> 1 Opening OTT Hidrolik.....	50
Gambar 4.13 Komponen Mesin <i>Hot Press</i> 1 Opening OTT Hidrolik.....	50
Gambar 4.12 <i>Asset Block Diagram</i> Mesin <i>Hot Press</i> OTT.....	56
Gambar 4.13 <i>Functional Block Diagram</i> Mesin <i>Hot Press</i> OTT	56
Gambar 4.14 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> Kontrol Panel	61
Gambar 4.15 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> Motor Listrik	62
Gambar 4.16 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> Termal Oil	62
Gambar 4.17 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> Reservoir.....	63
Gambar 4.18 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> Plat Penekan	63
Gambar 4.19 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i> Silinder Hidrolik	64

Gambar 4.20 Data <i>downtime</i> sistem mesin di PT Artem Internusa periode Mei 2023-Agustus 2023	75
Gambar 4.21 Kerangka <i>current state map</i> komponen Motor Listrik	76
Gambar 4.22 Persentase Aktivitas NVA dan VA.....	78
Gambar 4.23 Diagram Sebab Akibat Waktu Tidak Bernilai Tambah.....	80
Gambar 4.24 Kerangka Future State Map Perawatan Motor Listrik.....	81
Gambar 4.25 Presentase NVA dabn VA Rancangan Perawatan Usulan	82
Gambar 4.26 SOP Perawatan Komponen Mesin <i>Hot Press</i>	83



ABSTRAK

PT. Artem Internusa adalah perusahaan yg bergerak dibidang kontraktor furniture dengan produksi *custom made furniture*, *woodworking*, dan desain interior yang berdiri sejak tahun 1992. Dalam proses produksinya, PT. Artem Internusa menghadapi masalah tingkat kerusakan mesin yang cukup tinggi. Dampak dari masalah ini adalah terganggunya kelancaran proses produksi, kegagalan produk, dan peningkatan waktu pengerjaan karena adanya mesin yang mengalami *downtime*. Mesin hot press ott adalah salah satu mesin dengan tingkat kerusakan tertinggi, mengalami 15 kali kerusakan dengan frekuensi 44% selama periode Mei 2023 hingga Agustus 2023. Oleh karena itu, diperlukan perawatan penjadwalan yang efisien dan tindakan pemeliharaan yang tepat. Efektivitas proses produksi perlu didukung dengan manajemen perawatan dan pemeliharaan yang tepat pada komponen mesin hot press ott menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II. Sementara itu, untuk mengatasi masalah mesin akibat aktivitas perawatan yang belum terprogram, diperlukan penggambaran sistem perawatan aktual menggunakan pendekatan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM). Jadwal interval perawatan optimal berdasarkan RCM II untuk komponen panel kontrol adalah 450,77 hari, motor listrik 336,55 hari, termal oil 289,51 hari, reservoir 302,08 hari, plat penekan 456,69 hari, dan silinder hidrolis 564,93 hari. Berdasarkan pendekatan MVSM, efisiensi usulan perawatan untuk komponen motor listrik mencapai 89,2%. Perusahaan diharapkan dapat menerapkan penjadwalan pemeriksaan dan penggantian komponen secara berkala untuk mengurangi *downtime* dan kerusakan yang tiba-tiba.

Kata Kunci : Pemeliharaan Mesin, Mesin Press, RCM II, FMEA, MVSM.

ABSTRACT

PT. Artem Internusa is a company engaged in the field of furniture contractors with the production of custom made furniture, woodworking, and interior design which was established in 1992. In its production process, the high level of machine damage is a problem for PT. Artem Internusa. The impact of this problem is that the smooth production process is disrupted or even experiences product failure, the processing time becomes long because of the machine experiencing downtime. The hot press machine is one of the machines that experienced the highest damage, namely 15 times with a frequency of damage of 44% in a 4-month period, namely May 2023-August 2023. So that it is necessary to have maintenance scheduling and efficient maintenance actions. Effectiveness in the production process needs to be supported by proper maintenance and maintenance management on hot press machine components using the Reliability Centered Maintenance II method. Meanwhile, to overcome the problem of machine reliability due to unprogrammed maintenance activities, it is necessary to depict the actual maintenance system using the Maintenance Value Stream Mapping approach. The optimal maintenance interval schedule based on RCM II for the control panel component is 450.77 days, electric motor 336.55 days, thermal oil 289.51 days, reservoir 302.08 days, pressure plate 456.69 days, and hydraulic cylinder 564.93 days. Based on the MVSM approach, the maintenance efficiency of the electric motor component is 89,2%. The company is expected to be able to implement periodic or scheduled component inspection and replacement scheduling in order to reduce the occurrence of downtime and sudden damage.

Keywords : *Maintenance, Hot Press OTT, RCM II, FMEA, MVSM.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi saat ini, penggunaan mesin di perusahaan sebagai alat produksi menjadi sangat penting, terutama dalam industri manufaktur. Untuk mencapai produktivitas yang optimal, mesin harus dapat beroperasi dengan baik. Pemeliharaan mesin menjadi sangat krusial karena jika mesin sering mengalami kerusakan selama proses produksi, produksi akan terhenti, menurunkan produktivitas, dan meningkatkan biaya pemeliharaan (Damanik et al., 2020).

Menurut Pattiapon, (2024) Pemeliharaan didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang bertujuan untuk menjaga dan memelihara peralatan atau mesin pabrik agar tetap beroperasi dengan baik. Ini mencakup perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan guna memastikan bahwa operasi produksi dapat berjalan dengan memuaskan dan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

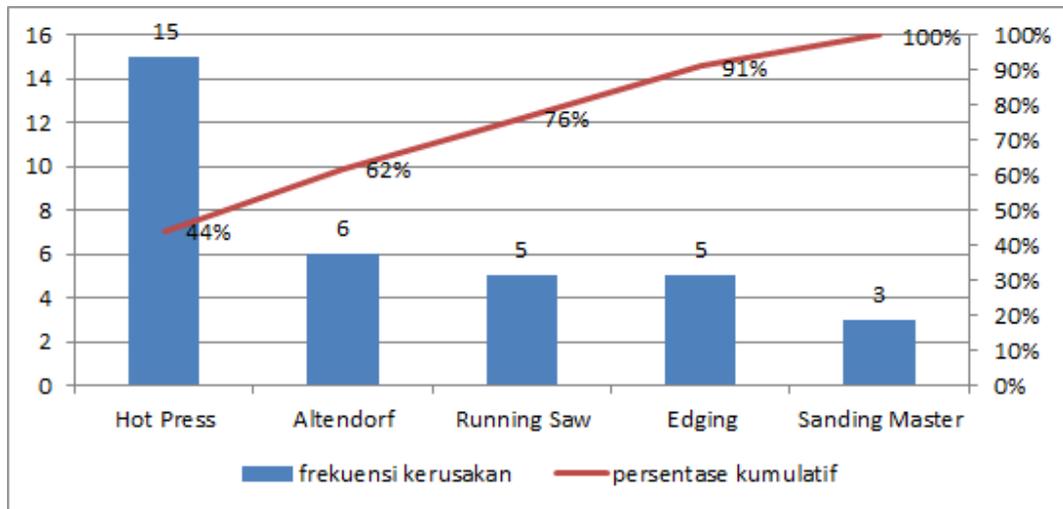
PT. Artem Internusa adalah perusahaan yg bergerak dibidang kontraktor furniture dengan produksi *custom made furniture, woodworking*, dan desain interior yang berdiri sejak tahun 1992. Perusahaan telah bekerja untuk berbagai proyek, memproduksi furniture untuk hotel, apartemen, *lounge*, restoran, *resort*, tempat tinggal dan juga dapat bekerja untuk *office*. Produk yang dihasilkan berupa meja, kursi, lemari, divan, wardrobe, dan lain sebagainya. Sebagai perusahaan yang bergerak dibidang furniture terutama desain interior yang produksinya murni *custom*, yaitu dengan memproduksi apabila ada suatu proyek atau pesanan dari *customer*, perusahaan diharuskan memproduksi sesuai waktu yang sudah ditentukan. Dalam proses produksinya, tingkat kerusakan mesin yang cukup tinggi menjadi permasalahan bagi PT. Artem Internusa. Dampak dari masalah tersebut adalah kelancaran proses produksi menjadi terganggu atau bahkan mengalami kegagalan produk, waktu pengerjaan menjadi lama karena adanya

mesin yang mengalami kerusakan. Hal tersebut akan berpengaruh pada lamanya proses produksi.

PT. Artem Internusa memiliki 34 mesin. Jumlah tersebut dibagi menjadi mesin besar, sedang, dan kecil. Untuk mesin besar berjumlah 10 dan sisanya merupakan mesin sedang dan kecil. Terdapat 5 jenis mesin yang berperan besar pada proses produksinya yaitu mesin edging berfungsi untuk merapikan tepi kayu pada tahap *finishing*, mesin *hot press* ott berfungsi untuk proses pressing atau penyatuan lapisan (HPL), mesin *running saw* berfungsi untuk memotong kayu dengan presisi dan efisiensi tinggi, mesin *altendorf* untuk memotong triplek menjadi presisi, dan sanding master berfungsi untuk menghaluskan bagian permukaan kayu. Sistem perawatan di PT. Artem Internusa merupakan perawatan korektif yaitu memperbaiki atau mengganti komponen mesin setelah terjadi kerusakan pada mesin. Penggantian komponen mesin pada perawatan korektif menyebabkan mesin berhenti beroperasi pada saat proses produksi sedang berlangsung. Hasilnya adalah hilangnya waktu produksi akibat operator harus mengganti komponen mesin yang rusak, hilangnya waktu produksi dapat berdampak pada tidak tercapainya target produksi dan menimbulkan biaya kerugian yang tinggi. Berikut merupakan data kumulatif kerusakan mesin yang terjadi pada proses produksi PT. Artem Internusa

Tabel 1.1 Presentase Kumulatif Pada Masing-masing Mesin (Mei – Agustus 2023)

Nama Mesin	frekuensi kerusakan	persentase frekuensi kerusakan (%)	persentase kumulatif frekuensi kerusakan (%)
Edging	5	14.70	14.70
Hot Press OTT	15	44.11	58.82
Running Saw	5	14.70	73.52
Altendorf	6	17.64	91.17
Sanding Master	3	8.82	100
Total	34	100	



Gambar 1.1 Grafik Kerusakan Mesin Pada Mei 2023-Agustus 2023

Menurut data diatas, *mesin hot press* ott merupakan mesin yang mengalami kerusakan paling tinggi yaitu sebanyak 15 kali dengan frekuensi kerusakan sebesar 44%. Fokus penelitian ini adalah pada komponen mesin *hot press* ott yang sering mengalami kerusakan serta usia mesin yang cukup tua yaitu sekitar 20 tahun. Maka, jadwal pemeliharaan yang rutin sangat penting agar produktifitas berjalan dengan maksimal. Pemeliharaan pada mesin *hot press* ott akan membantu mengurangi *downtime*, serta menjamin kelancaran proses produksi.

Dari hasil wawancara dengan Bapak felix selaku Manager Operasional PT. Artem, terdapat 2 mesin press yaitu mesin *hot press* ott dan mesin *cold press*. Mesin *hot press* ott sendiri yaitu mesin satu layer yang biasanya digunakan dalam proses produksi. Selama proses produksi berlangsung, mesin hot press ott sering kali mengalami gangguan yaitu dengan mesin yang rusak atau tiba-tiba berhenti saat produksi berlangsung. Selai mesin *hot press* ott, ada mesin *cold press* berfungsi untuk *moulding press*, yaitu digunakan untuk membuat benda-benda yang bentuknya lengkung-lengkung dan biasanya ada media lagi untuk pressnya. Mesin *cold press* sendiri jarang digunakan, hanya digunakan untuk membuat barang-barang yang melengkung seperti sandaran kursi. Adapun kelemahan mesin *cold press* yaitu tidak efisien dikarenakan panas yang dihasilkan mesin memerlukan waktu yang cukup lama dan menyebabkan lamanya waktu proses

pressnya. Lamanya waktu press dan panas yang dihasilkan dari mesin tersebut tidak maksimal, membuat produk yang dihasilkan tidak sesuai dan bahkan tidak bertahan lama. Dalam artian, permukaan tidak halus merata dan lapisan HPL (*High Pressure Laminate*) pada produk menjadi cepat terkelupas.

Berdasarkan penjelasan dari pihak *maintenance* yaitu pak iwan, sistem pemeliharaan mesin yang dilakukan saat ini hanya meliputi pemeliharaan dua kali seminggu seperti pelumasan (pemberian pelumas) dan pengecekan umum pada semua mesin. Namun penggantian atau perbaikan komponen hanya dilakukan ketika terjadi kerusakan (pemeliharaan korektif). Penjadwalan pemeliharaan tersebut masih bersifat kondisional berdasarkan jenis kerusakan komponen dan subjektivitas bagian produksi. Permasalahan ini muncul karena kurangnya perencanaan dan tidak adanya *Standard Operational Procedure* (SOP) di bagian pemeliharaan untuk mengatasi kerusakan mesin.

Penjadwalan pemeliharaan mesin memiliki peran penting untuk mengoptimalkan pengoperasian sistem perusahaan. Dalam kegiatan produksi, masalah pada mesin akibat tidak adanya penjadwalan pemeliharaan dapat menyebabkan berbagai dampak, seperti kerusakan tiba-tiba, terhentinya produksi, keterlambatan produksi, dan keterlambatan pengiriman kepada pelanggan (Damanik et al., 2020).

Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian mengenai solusi pemeliharaan dan penjadwalan mesin *hot press* ott guna untuk mengurangi kerusakan mesin tersebut. Penjadwalan dan pemeliharaan mempunyai sifat pencegahan yang berguna untuk meminimasi kerusakan mesin yang diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kegagalan mesin serta mampu mengoptimalkan penjadwalan dan pemeliharaan mesin *hot press* ott. Penelitian dan observasi dilakukan guna memprediksi dampak dari kerusakan mesin yang dapat mengambil tindakan untuk mencegah kerusakan mesin yang ada.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana interval penjadwalan yang harus dilakukan dalam pemeliharaan mesin *Hot Press* OTT?
2. Bagaimana efisiensi usulan perbaikan pemeliharaan mesin *Hot Press* OTT?

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal maka dilakukan pembatasan masalah, antara lain :

1. Penelitian dilakukan di PT. Artem Internusa, Bekasi yang dilakukan selama 1 bulan, dari tanggal 9 Februari 2024 hingga 9 Maret 2024 yang berfokus pada mesin *hot press* OTT.
2. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data dokumentasi, observasi, dan wawancara.
3. Penelitian ini dibatasi sampai dengan usulan penentuan kebijakan perawatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan interval penjadwalan yang harus dilakukan dalam pemeliharaan mesin *Hot Press* OTT
2. Untuk mengetahui efisiensi usulan perbaikan pemeliharaan mesin *Hot Press* OTT

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi perusahaan
Dengan dilakukannya peneli tian ini diharapkan dapat embantu perusahaan

dalam mengurangi *downtime* pada mesin dan kerusakan mesin secara tiba-tiba dapat dikurangi serta produktivitas tetap optimal dengan adanya usulan penjadwalan pemeliharaan.

2. Bagi peneliti

Menambah wawasan dan kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu-ilmu dan memperoleh pengalaman praktis untuk mempraktekkan teori-teori yang pernah didapat dari perkuliahan. Hasil penelitian ini sebagai tambahan penerapan teori maupun terapan dari keilmuan yang diharapkan dapat menambah referensi serta memberikan manfaat

3. Bagi universitas

Sebagai bahan pengetahuan di perpustakaan, yang mungkin dapat berguna bagi mahasiswa Jurusan Teknik Industri pada khususnya, terutama memberikan informasi mengenai permasalahan yang dihadapi. Sebagai referensi ilmu pengetahuan dan bahan studi dan bahan pertimbangan dalam melakukan penelitian selanjutnya, khususnya dalam hal pemeliharaan mesin.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian manfaat penelitian serta sistematika penyusun laporan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada tinjauan pustaka dan landasan teori berisikan tentang referensi dari buku maupun jurnal dan teori-teori yang menjadi pedoman penelitian ini berupa tinjauan pustaka, hipotesis serta kerangka teoritis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada metode penelitian membahas tentang pengumpulan data serta

teknik-teknik pengumpulannya, hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan dan diagram alir yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada hasil penelitian dan pembahasan membahas tentang hasil penelitian dari pengumpulan data dan pengolahan data serta analisa dan interpretasi sekaligus pembuktian hipotesa.

BAB V PENUTUP

Pada penutup berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dan saran yang berisi usulan perbaikan untuk perusahaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Berikut ini merupakan beberapa penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan, Fitri & Farid, (2023) yang berjudul “Perawatan Mesin Crusher Menggunakan Metode RCM dan MVSM di PT. Galatta Lestarindo Sijunjung”. Didapat hasil interval perawatan dalam 1 (satu) bulan perusahaan harus menyediakan waktu untuk pemeliharaan pada mesin dengan waktu pada unit 1 selama 82,24 jam, unit 2 selama 29,72 jam dan unit 3 selama 2,82 jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Syafei, (2022) dengan judul “Perencanaan Perawatan Mesin dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus: PT. Nusa Indah Jaya)”. Didapat hasil persentase peningkatan efisiensi perawatan Komponen Roda Gerinda semula 36,7% menjadi 59,14%, Sistem Pendingin semula 42,3% menjadi 56,07%. Tindakan pemeliharaan yang tepat pada komponen Roda Gerinda adalah Scheduled Restoration Task interval perawatan selama 120 hari, dan komponen Sistem Pendingin adalah Scheduled Restoration Task interval perawatan selama 180 hari. SOP telah diusulkan untuk aktivitas perawatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Metode et al., (2023) dengan judul “Strategi Perawatan Mesin Di Line Sabroe Menggunakan Metode RCM Dan MVSM Di PT XYZ”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PT. XYZ telah menerapkan strategi RCM dan MVSM secara efektif dalam perawatan mesin di Line Sabroe. Implementasi RCM membantu mengurangi kegagalan mesin dan meningkatkan keandalan mesin. Sementara itu, MVSM membantu mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan dalam aktivitas perawatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratama Putra & Endih Nurhidayat, (2022) dengan judul “Manajemen Perawatan Mesin Genset Gedung Plaza Mandiri Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Dan Maintenance Value Stream Map”. Hasil yang didapat adalah RCM dan MVSM dapat memecahkan

masalah pada manajemen perawatan mesin genset Gedung Plaza Mandiri dengan menghasilkan penjadwalan perawatan mesin genset dimana terbagi dua yaitu, jadwal pengecekan komponen dan jadwal penggantian komponen

Penelitian yang dilakukan oleh Ade et al., (2022) dengan judul “Strategi Perawatan pada Recompressor Cooler dengan Metode MVSM dan RCM II”. Hasil penelitian, terdapat 28% aktivitas NVA pada recompressor cooler. Dari analisa RCM terdapat 5 bentuk kegagalan fungsi yang mempengaruhi fungsi dari recompressor cooler akan disusun strategi perawatannya berdasarkan RCM II Worksheet Decision

Penelitian yang dilakukan oleh Pattiapon, (2024) dengan judul “Analisis Perawatan Mesin Cetak Paving Block Di UD.X Dengan Pendekatan *Reability Centered Maintanance* Dan *Maintanance Value Stream Mapping*”. Dari hasil analisis menggunakan worksheet decision maka tindakan pemeliharaan *scheduled on condition task* untuk 8 komponen dan *scheduled restoration task* untuk 2 komponen. Pada metode MVSM dilakukan analisis untuk mengurangi pemborosan dimana dilakukan perbandingan *current state map* dan *future state map* memperoleh hasil dimana Kenaikan presentase efisiensi perawatan pada setiap komponen

Penelitian yang dilakukan Nico Pranata Mulya, (2023) judul “*Machine Maintenance Scheduling Design Using Reliability Centered Maintenance (RCM) method and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) at XYZ*”. didapatkan perawatan atau penggantian Mixer setiap 30 hari, Depositor setiap 60 hari, oven setiap 90 hari, proofer setiap 120 hari, breadline siever 60 hari, alat pengiris roti setiap 60 hari dan penyegel vakum.

Penelitian yang dilakukan oleh Togap et al., (2022) dengan judul “Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Stacker Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dan Menurunkan Waste Dengan Metode RCM DAN MVSM (Studi Kasus PT. Indostar Building Material)”. diperoleh hasil interval waktu pemeliharaan komponen saklar dan sharp blade selama 6 hari produksi dan keandalan mesin stacker meningkat sebesar 28%. Dapat diketahui tindakan pemeliharaan yaitu penerapan Standard Operational Procedure dan waste aktivitas

pemeliharaan komponen saklar terjadi penurunan sebesar 43% dan komponen sharp blade terjadi penurunan sebesar 37%

Penelitian yang dilakukan oleh Syakhroni et al., (2020) judul “Penentuan Strategi Perencanaan Perawatan Pada Mesin Pulverizer Boiler Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II (Studi Kasus : PT. TJB Power Services)”. Didapat hasil Berdasarkan analisa RCM II pada tahap FMEA diperoleh nilai RPN tertinggi pada equipment coal pipe dan pyrite. Setelah dianalisa dengan fishbone diagram diperoleh akar penyebab kegagalan antara lain udara primer dan udara luar mengandung kadar air laut dan tidak dilapisi anti karat mengakibatkan korosi, benda asing yang menumpuk dan tidak terfilter di silo serta kurang perawatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Damanik et al., (2020) dengan judul “Perancangan Sistem Perawatan Komponen V-belt Pada Sistem Transmisi Dengan Metode RCM DAN MVSM (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember)”. Didapat hasil Aliran pemeliharaan mesin dengan metode MVSM memberikan dampak positif dengan meningkatnya efisiensi perawatan mesin menjadi 36,43%. Hasil penelitian ini memberikan beberapa rekomendasi yaitu penerapan 5S, perbaikan standard operational procedure (SOP), pelatihan dan pembinaan tenaga kerja, serta pembelian suku cadang sebelum terjadi kerusakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sembiring et al., (2018) judul “Design of preventive maintenance system using the reliability engineering and maintenance value stream mapping methods in PT. XYZ”. Didapat hasil menunjukkan penurunan biaya dari Rp 300.688.114 menjadi Rp 244.384.371 yang diperoleh dari pemeliharaan korektif ke pemeliharaan preventif. Sedangkan efisiensi perawatan meningkat dengan penerapan perawatan preventif yaitu untuk komponen Spier dari 54,0540541% menjadi 74,07407%, komponen Bushing dari 52,3809524% menjadi 68,75%, Komponen Bearing dari 40% menjadi 52,63158%, Coupling komponen Roll dari 60,9756098% menjadi 71,42857%, dan komponen Roll dari 64,516129% menjadi 74,7663551%.

Penelitian yang dilakukan oleh Fakhrol Muqauwim et al., (2020) dengan

judul “Analysis of optimal maintenance Interval on id fan using reliability Centered maintenance”. Didapat hasil interval pemeliharaan yang diusulkan ini memiliki interval yang lebih pendek dibandingkan interval yang ada di industri pembangkit listrik. Dengan interval perawatan yang lebih pendek, diharapkan dapat mengurangi kegagalan di hari berikutnya, sehingga kerugian yang dialami industri akibat kegagalan tersebut akan semakin kecil.

Penelitian dilakukan oleh Saifuddin et al., (2023) dengan judul “*Machine Maintenance in the Sabroe Line Using Reliability Centered Maintenance (RCM) and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Methods*”. Didapat hasil Interval pemeriksaan komponen gearbox dihitung selama 302,01 jam atau setiap 12 hari dalam sebulan. Analisis efisiensi pemeliharaan dengan pendekatan Maintenance Value Stream Mapping menunjukkan bahwa persentase efisiensi pemeliharaan mencapai 73,2%. Kegiatan yang memberikan nilai tambah memerlukan waktu yang lebih lama yaitu sekitar 172,6 menit, sedangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah memerlukan waktu sekitar 63,2 menit.



Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Judul	Sumber	Metode	Permasalahan	Hasil
1	Meldia Fitri, Mohammad Farid, Hermanto	Perawatan Mesin Crusher Menggunakan Metode RCM dan MVSM di PT. Galatta Lestarindo Sijunjung	Jurnal Teknologi – Vol.13 No.1 Hal.52-57 p-ISSN: 2301-4474, e-ISSN: 2541-1535 (2023)	RCM, MVSM	sering terjadi kerusakan mesin crusher yang mengakibatkan terhambatnya proses produksi	diperoleh hasil interval perawatan dalam 1 (satu) bulan perusahaan harus menyediakan waktu untuk pemeliharaan pada mesin dengan waktu pada unit 1 selama 82,24 jam, unit 2 selama 29,72 jam dan unit 3 selama 2,82 jam
2	Muhammad Indra Syafei ,Endang Suhendar	Perencanaan Perawatan Mesin dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus: PT. Nusa Indah Jaya)	Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri (2022), 7 (2), p-ISSN 2528-7419, e-ISSN 2654-5551	RCM, MVSM	tidak dilaksanakannya Standar Operasional Prosedur (SOP) oleh operator pada bagian maintenance untuk mengatasi kerusakan mesin Grinding	Berdasarkan hasil RPN dari tabel FMEA, komponen sistem pendingin dan roda gerinda adalah komponen yang diprioritaskan terpilih karena memiliki nilai kerusakan yang paling tinggi. Tindakan pemeliharaan yang tepat pada komponen Roda Gerinda adalah Scheduled Restoration Task interval perawatan selama 120 hari, dan komponen Sistem Pendingin adalah Scheduled Restoration Task interval perawatan selama 180 hari. SOP telah diusulkan untuk aktivitas perawatan. Hasil persentase peningkatan efisiensi perawatan Komponen Roda Gerinda semula 36,7% menjadi 59,14%, Sistem Pendingin semula 42,3% menjadi 56,07%.

Tabel 2.2 Lanjutan

3	Nanda Firlana	Strategi Perawatan Mesin Di Line Sabroe Menggunakan Metode RCM Dan MVSM Di PT XYZ	Jurnal Kendali Teknik dan Sains Vol. 1, No. 2 April (2023), e-ISSN: 2986-3228; p-ISSN: 2986-4429, Hal 75-8	RCM, MVSM	menganalisis strategi RCM (Reliability Centered Maintenance) dan MVSM (Maintenance Value Stream Mapping) yang diterapkan oleh PT. XYZ dalam perawatan mesin di Line Sabroe	Hasil penelitian menunjukkan bahwa PT. XYZ telah menerapkan strategi RCM dan MVSM secara efektif dalam perawatan mesin di Line Sabroe. Implementasi RCM membantu mengurangi kegagalan mesin dan meningkatkan keandalan mesin. Sementara itu, MVSM membantu mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan dalam aktivitas perawatan
4	Raka Pratama Putra, Asep Endih Nurhidayat	Manajemen Perawatan Mesin Genset Gedung Plaza Mandiri Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Dan Maintenance Value Stream Map	Jurnal Indonesia Sosial Teknologi, p-ISSN: 2723 - 6609 e-ISSN : 2745-5254 Vol. 3, No. 10, Oktober (2022)	RCM, MVSM	Kurangnya efisiensi dalam proses manajemen perawatan khususnya pada mesin genset membuat banyak nya kegiatan tidak memiliki nilai tambah maintenance dan terkesan tidak efisien.	RCM dan MVSM dapat memecahkan masalah pada manajemen perawatan mesin genset Gedung Plaza Mandiri dengan menghasilkan penjadwalan perawatan mesin genset dimana terbagi dua yaitu, jadwal pengecekan komponen dan jadwal penggantian komponen
5	Rizki Ade Setiawan Rofi, Fuad Achmadi	Strategi Perawatan pada Recompressor Cooler dengan Metode MVSM dan RCM II	Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan II Volume 22 No. 2 Desember 2021 (141-156), ISSN 2775-5630	RCM II, MVSM	Selama dioperasikan dari tahun 2010 – 2020, recompressor cooler telah mengalami kegagalan fungsi sebanyak 25 kali	terdapat 28% aktivitas NVA pada recompressor cooler. Dari analisa RCM terdapat 5 bentuk kegagalan fungsi yang mempengaruhi fungsi dari recompressor cooler akan disusun strategi perawatannya berdasarkan RCM II Worksheet Decision

Tabel 2.3 Lanjutan

6	M.L. Pattiapon	Analisis Perawatan Mesin Cetak Paving Block Di UD.X Dengan Pendekatan RCM Dan MVSM	Jurnal Teknik Industri ITN Malang, Maret (2024) E-ISSN: 2615-3866	RCM, MVSM	Belum ada standar operasional prosedur yang tetap pada perusahaan dalam mengatasi kerusakan pada mesin press	Dari hasil analisis menggunakan worksheet decision maka tindakan pemeliharaan scheduled on condition task untuk 8 komponen dan scheduled restoration task untuk 2 komponen. Pada metode MVSM dilakukan analisis untuk mengurangi pemborosan dimana dilakukan perbandingan current state map dan future state map memperoleh hasil dimana Kenaikan presentase efisiensi perawatan pada setiap komponen
7	Nico Pranata Mulya	Machine Maintenance Scheduling Design Using Reliability Centered Maintenance II (RCM) method and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) at XYZ	IJEC, e-ISSN: 2961-712X Vol. 2 No. 1, June (2023)	RCM II, MVSM	Permasalahan pada penelitian ini adalah terjadinya kerusakan pada mesin Oven, Mixer, Bread Slicer, Proofer, Depositor, Breadline, Vacuum sealer. XYZ belum menjadwalkan pemeliharaan terencana pada mesin produksi	Merancang penjadwalan perawatan mesin yang tepat untuk XYZ yaitu perawatan atau penggantian Mixer setiap 30 hari, Depositor setiap 60 hari, oven setiap 90 hari, proofer setiap 120 hari, breadline siever 60 hari, alat pengiris roti setiap 60 hari dan penyegel vakum

Tabel 2.4 Lanjutan

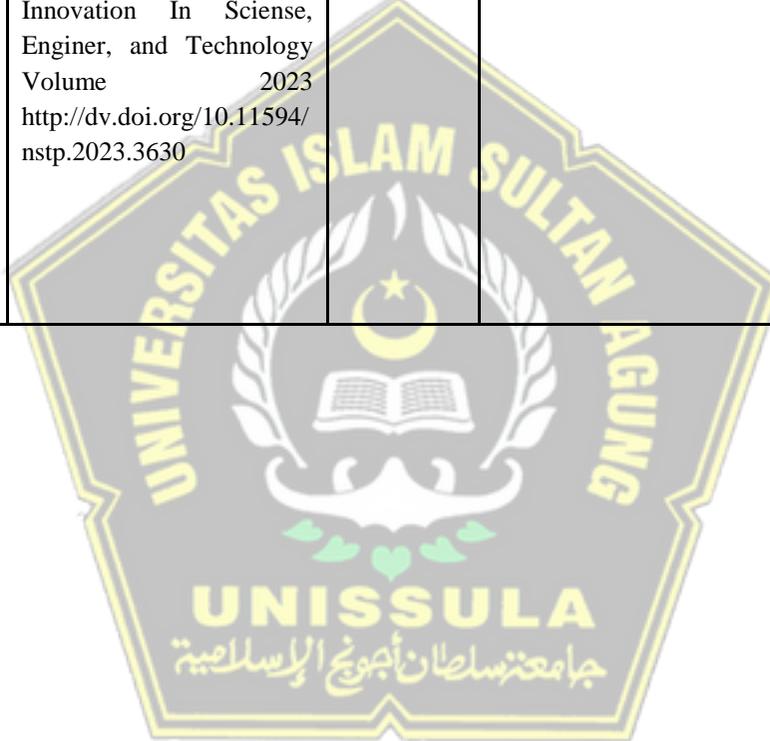
8	Edward Togap Samuel Sihombing	Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Stacker Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dan Menurunkan Waste Dengan Metode RCM II DAN MVSM (Studi Kasus PT. Indostar Building Material)	JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering), 3 (2) November 2019	RCM II, MVSM	Tingginya frekuensi kerusakan mesin stacker yang dialami perusahaan membuat perusahaan harus melakukan upaya peningkatan keandalan mesin dan mengetahui tindakan pemeliharaan yang dapat menurunkan waste	interval waktu pemeliharaan komponen saklar dan sharp blade selama 6 hari produksi dan keandalan mesin stacker meningkat sebesar 28%. Dapat diketahui tindakan pemeliharaan yaitu penerapan Standard Operational Procedure dan waste aktivitas pemeliharaan komponen saklar terjadi penurunan sebesar 43% dan komponen sharp blade terjadi penurunan sebesar 37%
9	Akhmad Syakhroni, Nuzulia Khoiriyah, Arifin Edo Kurniawan	Penentuan Strategi Perencanaan Perawatan Pada Mesin Pulverizer Boiler Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II (Studi Kasus : PT. TJB Power Services)	Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri e-ISSN: 2579-9142 p-ISSN: 2356-0843	RCM II	Produksi yang terus menerus menyebabkan mesin-mesin bekerja tanpa henti yang mengakibatkan risiko penurunan produktivitas mesin di PT. TJB Power Services	Berdasarkan analisa RCM II pada tahap FMEA diperoleh nilai RPN tertinggi pada equipment coal pipe dan pyrite. Setelah dianalisa dengan fishbone diagram diperoleh akar penyebab kegagalan antara lain udara primer dan udara luar mengandung kadar air laut dan tidak dilapisi anti karat mengakibatkan korosi, benda asing yang menumpuk dan tidak terfilter di silo serta kurang perawatan.
10	Gray Miller Damanik, Siswoyo Soekarno, Ida Bagus Suryaningrat	Perancangan Sistem Perawatan Komponen V-belt Pada Sistem Transmisi Dengan Metode RCM DAN MVSM (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember)	Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 9, No. 4 (2020): 287-296, P-ISSN 2302-559X; E-ISSN 2549-0818	RCM, MVSM	Proses produksi sering mengalami gangguan akibat kerusakan mesin dan rendahnya efisiensi perawatan.	Aliran pemeliharaan mesin dengan metode MVSM memberikan dampak positif dengan meningkatnya efisiensi perawatan mesin menjadi 36,43%. Hasil penelitian ini memberikan beberapa rekomendasi yaitu penerapan 5S, perbaikan standard operational procedure (SOP), pelatihan dan pembinaan tenaga kerja, serta pembelian suku cadang sebelum terjadi kerusakan.

Tabel 2.5 Lanjutan

11	N Sembiring, N Panjaitan and S Angelita	Design of preventive maintenance system using the reliability engineering and maintenance value stream mapping methods in PT. XYZ	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2018) 012128, doi:10.1088/1757-899X/309/1/012128	RCM, MVSM	Sistem pemeliharaan di PT. XYZ merupakan perawatan korektif yaitu memperbaiki atau mengganti komponen mesin setelah terjadi kerusakan pada mesin. Penggantian komponen mesin pada perawatan korektif menyebabkan mesin berhenti beroperasi pada saat proses produksi sedang berlangsung	Hasil penelitian menunjukkan penurunan biaya dari Rp 300.688.114 menjadi Rp 244.384.371 yang diperoleh dari pemeliharaan korektif ke pemeliharaan preventif. Sedangkan efisiensi perawatan meningkat dengan penerapan perawatan preventif yaitu untuk komponen Spier dari 54,0540541% menjadi 74,07407%, komponen Bushing dari 52,3809524% menjadi 68,75%, Komponen Bearing dari 40% menjadi 52,63158%, Coupling komponen Roll dari 60,9756098% menjadi 71,42857%, dan komponen Roll dari 64,516129% menjadi 74,7663551%.
12	Muhammad Fakhrol Muqauwim, Hendrik	Analysis of optimal maintenance Interval on id fan using reliability Centered maintenance	Simposium Elektronik Internasional (IES) 2020, 978-1-7281-9530-8/20/\$ 31.00 ©2020 IEEE	RCM	ada beberapa kegagalan terkait pengoperasian kipas ID. Dalam hal ini diketahui bahwa industri mempunyai interval perawatan yang panjang untuk mengatasi kegagalan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mencari interval perawatan yang optimal untuk setiap mode kegagalan dengan menggunakan metode RCM	Dengan demikian, interval pemeliharaan yang diusulkan ini memiliki interval yang lebih pendek dibandingkan interval yang ada di industri pembangkit listrik. Dengan interval perawatan yang lebih pendek, diharapkan dapat mengurangi kegagalan di hari berikutnya, sehingga kerugian yang dialami industri akibat kegagalan tersebut akan semakin kecil

Tabel 2.6 Lanjutan

13	Joumil Aidil Saifuddin et. al	<i>Machine Maintenance in the Sabroe Line Using Reliability Centered Maintenance II (RCM) and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Methods</i>	4 th Internasional Conference Eco-Innovation In Sciense, Enginer, and Technology Volume 2023 http://dv.doi.org/10.11594/nstp.2023.3630	RCM II, MVSM	seringnya downtime atau downtime mesin yang lama	Interval pemeriksaan komponen gearbox dihitung selama 302,01 jam atau setiap 12 hari dalam sebulan. Analisis efisiensi pemeliharaan dengan pendekatan Maintenance Value Stream Mapping menunjukkan bahwa persentase efisiensi pemeliharaan mencapai 73,2%. Kegiatan yang memberikan nilai tambah memerlukan waktu yang lebih lama yaitu sekitar 172,6 menit, sedangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah memerlukan waktu sekitar 63,2 menit.
----	-------------------------------	---	--	--------------	--	---



Setelah mempelajari berbagai metode dalam tinjauan pustaka dan mempertimbangkan permasalahan aktual di perusahaan, tiga metode yang dapat digunakan untuk perhitungan penjadwalan perawatan adalah metode *Reability Centered Maintenance* (RCM), RCM II dan metode MVSM. Metode RCM dan RCM II adalah dua metode yang sering digunakan untuk menganalisis dan merancang strategi pemeliharaan mesin. Kedua metode ini memiliki tujuan yang sama, yaitu memaksimalkan keandalan dan ketersediaan peralatan dengan cara yang paling efisien. Perbedaannya terletak pada analisis resiko, RCM Lebih fokus pada analisis teknik dan sering kali lebih spesifik pada lingkungan tertentu, sedangkan RCM II Memperkenalkan pendekatan yang lebih terstruktur dan fleksibel, memungkinkan penerapan di berbagai sektor industri dengan beragam risiko operasional. RCM II juga lebih menekankan pada dokumentasi dan pelaporan yang sistematis. Namun, pemilihan metode yang cocok tergantung pada kebutuhan dan kondisi spesifik dari perusahaan itu sendiri. Dari hasil wawancara dari pihak PT. Artem Internusa, kemudahan implementasi dan sumberdaya yang tersedia menjadi hal utama untuk terlaksananya perawatan yang efektif. Maka, metode yang cocok adalah RCM II dan MVSM. Metode RCM II digunakan untuk mengetahui interfal waktu perawatan dari setiap komponen mesin yang mengalami kerusakan, sedangkan metode MVSM digunakan untuk mengatasi permasalahan keandalan mesin dikarenakan aktivitas perawatan belum terprogram, aktifitas tersebut berupa NVA dan VA. NVA (*Non Value Added*) yaitu aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah, sedangkan VA (*Value Added*) yaitu aktifitas yang memberikan nilai tambah.

2.2 Landasan Teori

Berikut ini merupakan landasan teori dalam penelitian sebagai berikut :

2.2.1 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan adalah serangkaian tindakan yang dilakukan untuk mempertahankan atau memperbaiki barang agar mencapai kondisi yang dapat diterima (Pintelon & Gelders, 1992). Sementara itu, menurut Assauri, (2018) pemeliharaan adalah kegiatan memelihara fasilitas dalam perusahaan dan

melakukan perbaikan sesuai rencana.

Berdasarkan definisi tersebut, pemeliharaan dapat diartikan sebagai kegiatan menjaga fasilitas, mesin, dan peralatan di perusahaan, serta melakukan perbaikan dan penggantian sesuai kebutuhan agar sistem produksi berjalan optimal. Menurut E. Ebeling, n.d. pemeliharaan adalah probabilitas bahwa komponen atau sistem yang rusak dapat diperbaiki dalam jangka waktu tertentu, dengan perawatan dilakukan sesuai prosedur yang benar.

2.2.2 Jenis Pemeliharaan

Menurut Pintelon & Gelders, (1992) terdapat dua jenis tindakan utama dalam perawatan:

1. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*). Pemeliharaan ini dilakukan untuk memperpanjang umur sistem atau meningkatkan keandalan sistem tersebut.
2. Pemeliharaan Perbaikan (*Corrective Maintenance*). Pemeliharaan ini melibatkan tindakan untuk mengembalikan kondisi sistem atau produk yang rusak atau gagal beroperasi kembali ke kondisi beroperasi

2.2.3 Penjadwalan

Penjadwalan adalah proses menentukan waktu untuk kegiatan operasi. Penjadwalan berguna untuk meningkatkan efektivitas proses produksi dengan memperpendek waktu produksi, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan tingkat persediaan serta penggunaan fasilitas dan sumber daya manusia. Penjadwalan mencakup alokasi fasilitas, peralatan, dan tenaga kerja, serta penentuan kegiatan operasi. Dengan sistem penjadwalan yang tepat, kemudahan dan efektivitas proses produksi dapat tercapai (Masruroh & Prasetyorini, 2015).

Selain itu, penjadwalan produksi juga dapat mengontrol laju produksi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan (Masruroh & Prasetyorini, 2015). Dengan demikian, perusahaan dapat mengetahui hasil yang akan diperoleh berdasarkan kapabilitas mesin, waktu produksi, dan biaya yang dikeluarkan. Penjadwalan juga membantu mengatasi keterlambatan produksi dan idle time. Oleh karena itu, penjadwalan memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Menambah sumber daya untuk meminimalisir waktu proses.

2. Mengurangi persediaan barang atau pekerja yang menunggu dalam antrian
3. Meminimalisir batas waktu tunggu agar tidak ada keterlambatan

2.2.4 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah salah satu alat dari QC 7 Tools yang sering digunakan dalam pengendalian mutu. Diagram Pareto pada dasarnya adalah grafik batang yang menampilkan masalah berdasarkan jumlah kejadian (Kowalik, 2018). Urutannya dimulai dari jumlah masalah yang paling sering terjadi hingga yang paling jarang terjadi. Dalam grafik, hal ini ditunjukkan dengan batang tertinggi (paling kiri) hingga batang terendah (paling kanan).

Dalam aplikasinya, Diagram Pareto sangat berguna untuk menentukan dan mengidentifikasi prioritas masalah yang perlu diselesaikan. Masalah yang paling sering dan paling banyak terjadi menjadi prioritas utama untuk tindakan perbaikan.

2.2.5 Reliability Centered Maintenance II (RCM II)

Reliability Centered Maintenance II (RCM II) merupakan strategi pemeliharaan untuk memastikan mesin berfungsi dengan baik dan memiliki usia yang lebih panjang (Rani Rumita, 2014). RCM II menggunakan informasi dari setiap masalah yang terjadi sebagai dasar untuk menentukan strategi pemeliharaan yang tepat. Selain merawat, RCM juga bertujuan untuk memperbaiki dan mencegah kerusakan mesin.

2.2.5.1 Selecting Systems and Collecting Information

Sebelum melakukan analisis, langkah awal adalah memilih sistem yang akan dianalisis. Menentukan sistem atau program yang cocok untuk situasi tertentu bersifat subjektif, namun ada hal yang lebih penting. Sistem tersebut harus dapat dijalankan dengan cara yang sederhana, menggunakan waktu dan sumber daya minimal. Indikator dari pilihan yang layak adalah bahwa sistem yang dipilih untuk program RCM dapat dengan mudah didemonstrasikan tanpa kesalahan besar.

2.2.5.2 Asset Block Diagram (ABD)

adalah representasi visual dari suatu sistem yang menunjukkan aset fisik atau komponen individual dalam suatu struktur hirarki. ABD biasanya digunakan

untuk Menunjukkan bagaimana komponen-komponen fisik atau aset diorganisasikan dalam suatu sistem, dan Membantu dalam memahami lokasi fisik dari setiap komponen dalam sistem, yang berguna untuk pemeliharaan dan penggantian

2.2.5.3 System Description and Functional Block Diagram (FBD)

Dengan membuat blok diagram fungsi sistem, kita dapat dengan jelas melihat input, output, dan hubungan antar sub-sistem yang ada. Diagram ini memudahkan pemahaman bagaimana berbagai elemen sistem saling berhubungan dan berfungsi secara keseluruhan. FBD adalah representasi fungsional dari suatu sistem, yang menunjukkan bagaimana fungsi-fungsi dari berbagai komponen bekerja sama untuk mencapai tujuan keseluruhan sistem.

Tabel 2.2 Typical RCM System Analysis Form

RCM System Analysis (system description)		
Date:	Plant:	Location:
System Name:	RCM Analysis (s) :	
System ID:	1	
Functional Description		
Key Parameters Key		
Equipment Redundancy		
Features Safety Features		

Sumber : (Smith & Hinchcliffe, 2003)

2.2.5.4 System Functional and Functional Failure Fungsi (Function)

Merupakan kinerja yang diharapkan dari sebuah mesin. Sementara itu, *Functional Failure* (FF) didefinisikan sebagai kegagalan suatu komponen atau sistem dalam memenuhi harapan atau target yang telah ditetapkan. Kemudian, FF yang telah diidentifikasi akan didaftarkan dan dicatat dalam tabel fungsi berikut ini :

Tabel 2.3 System Functional and Functional Failure Form

RCM				
Step		System Functional and Functional failure		
Info		System Functional and Functional failure		
Plant			Analyst	

Sistem				Date		
Komp						
No	Kode	Nama item	Function (F)		Failure Function (F)	
			Kode	Fungsi	Kode	Fungsi
RCM						
Sstep		System Functional and Functional failure				
Info		System Functional and Functional failure				
Plant				Analyst		
Sistem				Date		
1	A1		1.1			
1						
1						
1						
2	A2		2.1			
2						
2						

Sumber : (Smith & Hinchcliffe, 2003)

2.2.5.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai jenis kegagalan yang mungkin terjadi pada setiap komponen, serta memancarkan dampak dari setiap kegagalan tersebut. Analisis proses dilakukan berdasarkan prioritas kegagalan yang paling kritis. Dengan cara ini, metode pemeliharaan yang tepat dapat ditentukan untuk mencegah terulangnya kegagalan yang sama. Berikut ini adalah contoh mode kegagalan dan analisis tabel :

Tabel 2.4 Failure Mode Effect Analysis

Komponen									
	<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure</i>				

Sumber : (Smith & Hinchcliffe, 2003)

Tabel di atas menunjukkan peralatan yang merupakan komponen utama

dalam sistem, dengan kolom fungsi yang mencakup fungsi komponen selama operasi serta fungsi yang gagal saat terjadinya kegagalan.

Risk Priority Number (RPN) digunakan untuk menentukan prioritas bagian-bagian berdasarkan nilai RPN tertinggi.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Diperoleh nilai RPN tertinggi untuk menentukan prioritas peralatan yang dianggap berisiko tinggi, dengan mempertimbangkan nilai-nilai sebagai berikut.

a) *Severity* (S)

Severity adalah tingkat keparahan atau dampak yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin, sebagai berikut:

Tabel 2.5 Nilai *Saverity*

<i>Rating</i>	<i>Criteria of Severity Effect</i>	<i>Effect</i>
10	Dapat membahayakan operator	Berbahaya tanpa adanya peringatan
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan	Berbahaya dengan peringatan
8	Kehilangan fungsi utama	Sangat tinggi
7	Pengurangan fungsi utama	Tinggi
6	Kehilangan kenyamanan fungsi pengguna	Sedang
5	Mengurangi kenyamanan fungsi pengguna	Rendah
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerjaan menyadari adanya masalah	Sangat renda
3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah	Minor
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah	Sangat minor
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Sumber : (Andriyani & Rumita, 2017)

b) *Occurrence* (O)

Occurrence merupakan tingkat frekuensi kerusakan atau kegagalan yang terjadi, dengan nilai-nilai sebagai berikut :

Tabel 2.6 Nilai Occurrence

Rating	Probability of Occurrence	Kriteria
10	Lebih besar dari 50 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Terjadi Mesin Sangat Tinggi
9	35 – 50 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Terjadi Mesin Agak Tinggi
8	31 – 35 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Terjadi Tinggi
7	26 – 30 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Terjadi agak Tinggi
6	21 – 25 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Mesin Terjadi pada Tingkat Medium
5	15 – 20 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Mesin Terjadi dengan Tingkat Rendah
4	11 – 15 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Mesin Terjadi Sedikit
3	5 – 10 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Mesin Terjadi Sangat Sedikit
2	Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan	Kerusakan Mesin Jarang Terjad
1	Tidak pernah sama sekali	Kerusakan Tidak Pernah

Sumber :(Andriyani & Rumita, 2017)

c) *Detection (D)*

Deteksi merujuk pada proses atau sistem pengendalian yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab atau mode kegagalan dalam suatu sistem atau peralatan.

Tabel 2.7 Nilai Detection

Rating	Probability of Detection Akibat	Akibat
10	Tidak mampu terdeteksi	T Error
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi	Remote Sangat Rendah
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi	Remote Rendah
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi	Sangat Rendah
6	Kesempatan yang sedang rendah untuk terdeteksi	Rendah
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi	Moderate
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi	Moderate Highly
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi	Tinggi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi	Sangat Tinggi
1	Pasti terdeteksi	Hampir Pasti

Sumber :(Andriyani & Rumita, 2017)

2.2.5.6 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* bertujuan untuk memberikan prioritas pada setiap mode kerusakan. Berikut adalah tabel dari *Logic Tree Analysis* :

Tabel 2.8 *Logic Tree Analysis*

	<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Critical Analysis</i>			
				<i>Evidents</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>

Proses LTA menggunakan pertanyaan logika sederhana atau struktur keputusan yang dibagi ke dalam empat kategori, di mana setiap pertanyaan dijawab dengan “Ya” atau “Tidak”. Dalam analisis kekritisian, hal-hal penting yang diperhatikan adalah sebagai berikut:

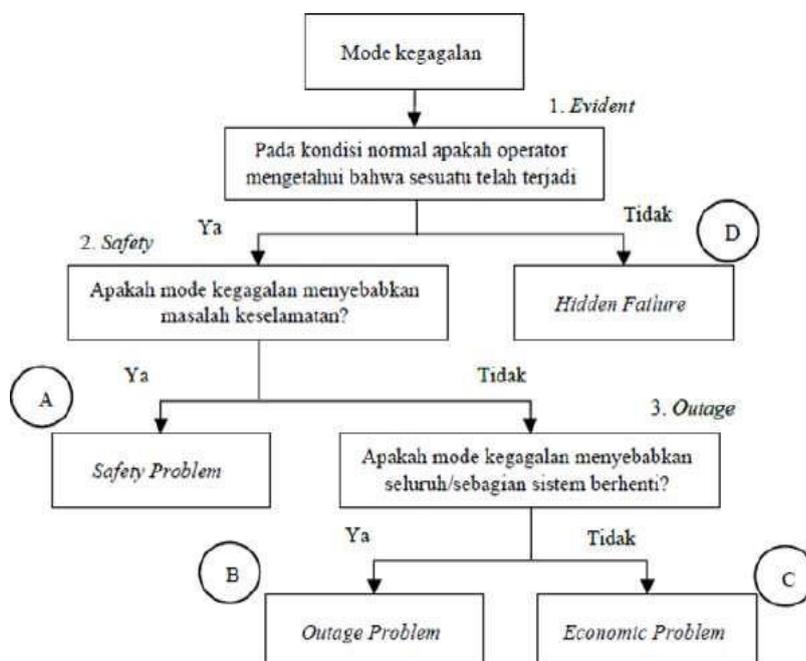
1. *Evident*, Apakah mekanik sudah mendeteksi adanya kerusakan pada mesin?
2. *Safety*, Apakah kerusakan tersebut dapat menimbulkan risiko keselamatan kerja ?
3. *Outage*, Apakah kerusakan dapat menyebabkan gangguan menyeluruh atau hanya pada mesin tertentu ?

pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab ada 4 klasifikasi sebagai

berikut :

- a) Kategori A (*Safety problem*): Menimbulkan risiko keselamatan bagi individu atau lingkungan sekitar.
- b) Kategori B (*Outage problem*): Jika kegagalan menyebabkan gangguan operasi dan kerugian besar.
- c) Kategori C (*Economic problem*): Jika modus kegagalan tidak berdampak pada keselamatan atau operasional pabrik, dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi kecil untuk perbaikan
- d) Kategori D (*Hidden failure*): Jika mode kerusakan memiliki efek langsung, tetapi jika tidak ditangani, risiko ini bisa berkembang menjadi kegagalan yang lebih parah.

Pada Gambar 2.2 dapat dilihat struktur pertanyaan dari *Logic Tree Analysis*

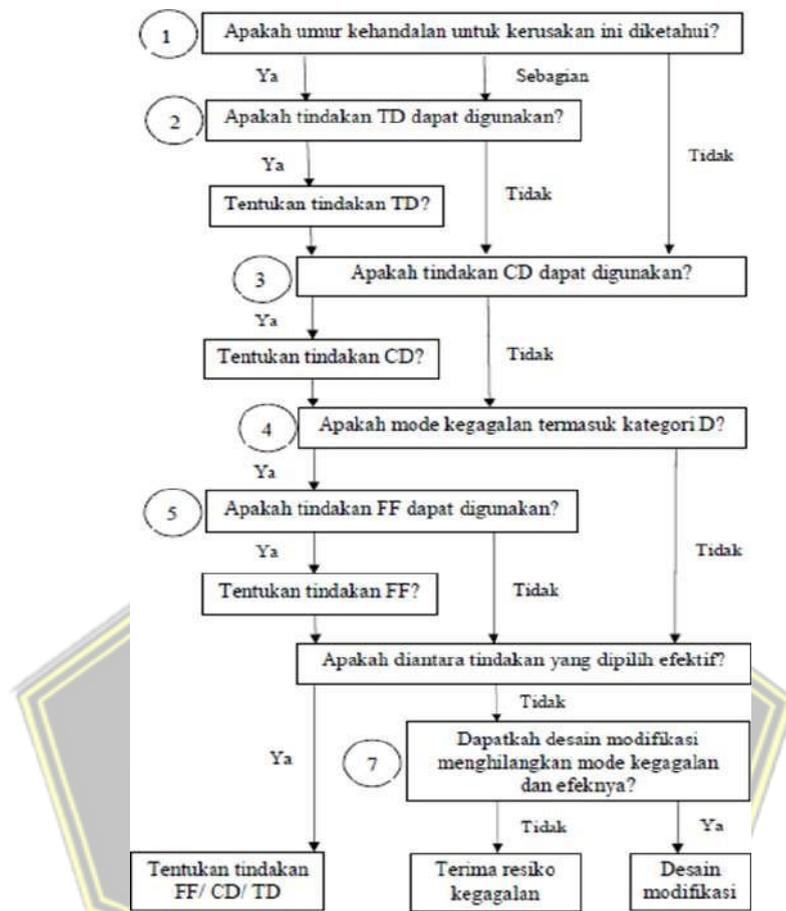


Gambar 2.1 Struktur pertanyaan dari *Logic Tree Analysis* (Prasetyo Lukodono et al., 2013)

2.2.5.7 Task Selection

Perencanaan solusi pemeliharaan menggunakan metode RCM bertujuan untuk menentukan tindakan yang tepat terhadap kerusakan mesin dengan langkah-langkah standar yang memenuhi syarat berikut :

- 1) *Time Directed (TD)/Preventive maintenance (PM)*, Pemeliharaan dilakukan secara rutin berdasarkan umur sistem, fokus pada pencegahan kegagalan dengan mengatasi penyebab utama.
- 2) *Condition Directed (CD)/Predictive Maintenance (PDM)*, Pemeliharaan dilakukan dengan menjaga kondisi mesin secara langsung. Jika ditemukan tanda-tanda kegagalan, tindakan perbaikan atau penggantian sistem segera dilakukan.
- 3) *Finding Failure (FF)/Corrective Maintenance (CM)*, Pemeliharaan dilakukan dengan mencari komponen yang rusak untuk mengidentifikasi masalah pada komponen yang tidak terlihat selama pemeriksaan rutin



Gambar 2.2 Roadmap Sumber: (Smith & Hinchcliffe, 2003)

2.2.5.8 Mean Time to Failure (MTTF)

Yaitu waktu rata-rata yang dibutuhkan suatu komponen untuk mengalami kerusakan (H. Ebeling et al., 1998). MTTF dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) \dots \dots \dots (2.1)$$

Atau

$$MTTF = \int_0^{\infty} t f(t) dt \dots \dots \dots (2.2)$$

2.2.5.9 Distribusi Kegagalan

Distribusi ini digunakan berdasarkan karakteristik dan pola kegagalan komponen yang diamati. Berikut adalah penjelasan tentang beberapa jenis distribusi kegagalan yang umum diterapkan dalam teori keandalan: (H. Ebeling et al., 1998)

- Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial menggambarkan laju kegagalan yang tetap atau konstan, yang berarti komponen memiliki kemungkinan kegagalan yang sama setiap saat. Ini sering digunakan untuk menggambarkan kegagalan peralatan yang tidak menunjukkan keausan atau keletihan seiring waktu. Rumus yang digunakan adalah

$$\text{Eksponensial} = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (2.3)$$

- Distribusi Weibull

dikenal dengan dua parameter, yaitu parameter skala (θ) dan parameter bentuk (β). Distribusi ini sangat fleksibel dan dapat menggambarkan berbagai pola kegagalan, mulai dari komponen yang baru dipakai hingga komponen yang mengalami keausan. Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Weibull} = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

Γ = Fungsi Gamma

β = Parameter Bentuk (*Shape Parameter*)

θ = Parameter Skala (*Scale Parameter*)

- Distribusi Normal

Distribusi ini simetris terhadap nilai tengah (μ) dan standar deviasi (σ), sering disebut juga sebagai distribusi Gaussian. Kurva fungsi kepadatan distribusi normal berbentuk lonceng, yang menunjukkan bahwa data memiliki kecenderungan berada di sekitar nilai tengah. Rumus yang digunakan adalah

$$\text{Normal} = \mu \dots \dots \dots (2.5)$$

- Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal memiliki dua parameter, yaitu parameter bentuk (s) dan parameter lokasi (t_{med}). Distribusi ini digunakan untuk data yang hanya bernilai positif dan sering digunakan untuk menggambarkan distribusi data yang miring ke kanan.

$$\text{Lognormal} = t \text{ med} \exp \left(\frac{s^2}{s} \right) \dots \dots \dots (2.6)$$

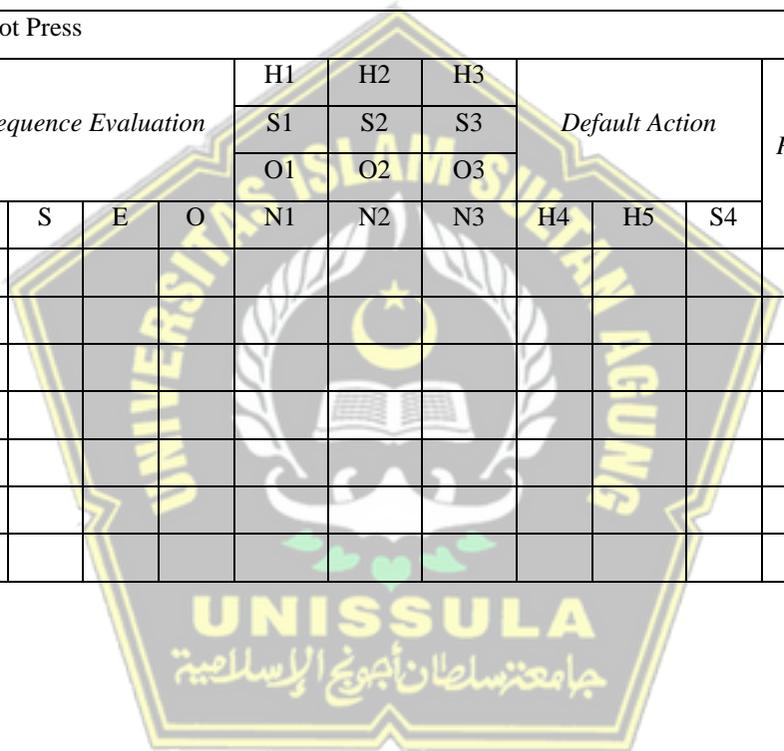
2.2.5.10 RCM II Decision Worksheet

RCM II *decision worksheet* digunakan untuk mencatat jawaban dari hasil yang didapat dari analisis LTA

Tabel 2.9 RCM II *Decision Worksheet*

RCM II <i>Decision Worksheet</i>				Sistem : Pengepresan												
				Subsistem : Mesin Hot Press												
Information Reference				Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can be done by
								S1	S2	S3						
No	Equipment	F	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
								N1	N2	N3						

Sumber: (Moubray, 1997)



Berikut adalah penjabaran mengenai kolom yang ada pada RCM II *decision worksheet*:

1. *Information Worksheet*

Kolom ini mencatat informasi dari hasil analisis FMEA (Failure Modes and Effects Analysis). Data yang dimasukkan termasuk: F (Failure): Jenis kegagalan yang mungkin terjadi. FM (Failure Mode): Cara atau mode di mana kegagalan dapat terjadi

2. Kolom ini berisi informasi tentang dampak dari kegagalan yang terjadi. Dampak ini diklasifikasikan menjadi empat kategori:

- H (*Hidden Failure Consequences*): Dampak kegagalan yang tidak langsung terlihat atau terdeteksi.
- S (*Safety Consequences*): Dampak kegagalan terhadap keselamatan.
- E (*Environmental Consequences*): Dampak kegagalan terhadap lingkungan.
- O (*Operational Consequences*): Dampak kegagalan terhadap operasi atau fungsi.

Setiap konsekuensi memiliki kriteria khusus yang dapat dilihat pada tabel yang terkait dengan klasifikasi ini.

Tabel 2.10 Kriteria Konsekuensi Kegagalan

<i>Failure Consequences</i>	Kriteria	
	YES	NO
H	Operator dapat mendeteksi kerusakan secara langsung dalam kondisi normal	Operator tidak dapat mendeteksi kerusakan secara langsung dalam kondisi normal
S	kerusakan dapat membahayakan keselamatan pekerja	kerusakan tidak dapat membahayakan keselamatan pekerja
E	Kerusakan akan berdampak pada kelestarian lingkungan	Kerusakan tidak akan berdampak pada kelestarian lingkungan
O	Kerusakan akan berdampak pada jumlah output produksi	Kerusakan tidak akan berdampak pada jumlah output produksi

Sumber: (Moubray, 1997)

3. *Proactive Task* dan *Default Action*

Kolom ini digunakan untuk mencatat tindakan proaktif yang telah dipilih untuk mencegah kegagalan. Kolom ini terdiri dari beberapa subkategori:

- a. H1/S1/O1/N1: Mencatat apakah tugas *scheduled on condition* cocok untuk dilakukan guna mengurangi kegagalan.
- b. H2/S2/O2/N2: Mencatat apakah tugas *scheduled restoration* cocok untuk dilakukan guna mengurangi kegagalan.
- c. H3/S3/O3/N3: Mencatat apakah tugas *scheduled discard* cocok untuk dilakukan guna mengurangi kegagalan.
- d. H4: Mencatat apakah *scheduled failure finding* mungkin untuk digunakan.
- e. H5: Mencatat apakah kegagalan hanya bisa dicegah melalui kegiatan *redesign*.
- f. S4: Mencatat apakah *combination task* mungkin untuk dilakukan.

Tabel tambahan dapat digunakan untuk menjelaskan kriteria dan kondisi yang terkait dengan setiap kegiatan.

Tabel 2.11 Kriteria *Proactive Task* dan *Default Action*

<i>Proactive Task</i>	Kriteria Kondisi
H1/S1/O1/N1	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah potential failure dapat di ketahui dengan jelas pada kondisi tertentu? • Apakah tindakan pencegahan dalam interval waktu tersebut memungkinkan untuk dilakukan?
H2/S2/O2/N2	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah umur komponen/peralatan yang mengalami percepatan terjadinya kondisi kegagalan dapat diidentifikasi? • Apakah keseluruhan koponen dapat bertahan hingga umur tersebut? (jika terdapat konsekuensi keselamatan maupun lingkungan terhadap kegagalan) • Apakah mengembalikan daya tahan komponen/item seperti kondisi semula memungkinkan?
H3/S3/O3/N3	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah umur komponen/peralatan yang mengalami percepatan terjadinya kondisi kegagalan dapat diidentifikasi? • Apakah Apakah keseluruhan koponen dapat bertahan hingga umur

	tersebut? (jika terdapat konsekuensi keselamatan maupun lingkungan terhadap kegagalan)
H4	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah failure finding task feasible untuk dilakukan?
H5	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah failure dapat mempengaruhi keselamatan dan lingkungan? Jika iya maka harus dilakukan redesign
S4	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah mengurangi resiko terjadinya kegagalan dapat dikurangi dengan kombinasi kegiatan?

Sumber: (Moubray, 1997)

2.2.6 Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)

MVSM menunjukkan seluruh proses perawatan secara menyeluruh. MVSM memvisualisasikan sistem yang menunjukkan aliran materi dan informasi, sehingga menghasilkan gambaran umum suatu proses yang mudah dipahami.

Menurut Kannan et al., (2007) konsep *Mean Maintenance Lead Time* (MMLT) disarankan untuk pengukuran perawatan, yang merupakan analogi dari lead time dalam manufaktur. MMLT (Mean Maintenance Lead Time) didefinisikan sebagai waktu rata-rata yang dibutuhkan dari saat peralatan memerlukan perawatan hingga kinerja aktual perawatan tersebut diketahui dan peralatan diperbaiki (kanaan, 2007) :

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan,

MTTO (*Mean Time to Operate*) = Rata-rata waktu yang diperlukan untuk mempersiapkan perawatan, termasuk waktu yang dibutuhkan untuk mengkoordinasikan pekerjaan sebelum memulai perbaikan atau perawatan

MTTR (*Mean Time to Repair*) = Rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan perawatan atau perbaikan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki dan merawat peralatan hingga kembali berfungsi normal

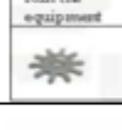
MTTY (*Mean Time to Yield*)= Rata-rata waktu yang diperlukan untuk pengecekan, yakni waktu yang diperlukan untuk memastikan bahwa komponen yang telah dirawat atau diperbaiki berfungsi dengan baik

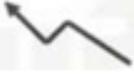
2.2.6.1 Framework MVSM

Kerangka kerja dari MVSM digunakan untuk menggambarkan fungsi-fungsi dalam alur kegiatan perawatan beserta simbol-simbol yang mewakilinya.

Terdapat 7 kategori utama yang digunakan dalam MVSM untuk menunjukkan aktivitas perawatan aktual, yang dapat dikelompokkan berdasarkan komponen waktu seperti MTTO (Mean Time to Organize), MTTR (Mean Time to Repair), dan MTTY (Mean Time to Verify). Berikut adalah definisi dari ketujuh kategori tersebut (Kannan et al., 2007):

Tabel 2.9 Framework

Kategori Framework	Bagian Kategori	Simbol	Nama Simbol	Keterangan	Kategori MMLT
Kerusakan peralatan			Kerusakan peralatan	untuk menunjukan peralatan yang mengalami Shutdown	MTTO, MTTR, MTTY
Proses	komunikasi		Komunikasi masalah	Proses ini melibatkan komunikasi masalah oleh operator peralatan ke bagian maintenance secepat mungkin	MTTO
	identifikasi		Identifikasi masalah	Proses ini melibatkan identifikasi dampak masalah terhadap matinya peralatan	MTTO
			Identifikasi sumber	Proses ini melibatkan identifikasi yang sesuai dengan sumber seperti alat alat, spare part, manusia dll, yang dibutuhkan	MTTO
	located		Menemukan sumber masalah	Proses ini melibatkan lokasi sumber yang sesuai yang dibutuhkan untuk perbaikan	MTTO
	work order		Mengeluarkan perintah kerja	Proses ini melibatkan Pengeluaran perintah kerja melalui CMMS sistem	MTTO
	work order		Penyelesaian perintah kerja	Proses ini melibatkan penyelesaian perintah perbaikan melalui CMMS sistem	MTTO
	perbaikan		Peralatan perbaikan	Proses ini melibatkan proses perbaikan peralatan	MTTR
	yield		Menjalankan peralatan Y	Proses ini melibatkan pengoperasian peralatan setelah perbaikan	MTTY
Aliran fisik	Push Arrow		Push Arrow	Menunjukkan aliran fisik urutan dari proses.	MTTO, MTTR, MTTY
	Down arrow		Down arrow	arrow menunjukan aliran fisik antara peralatan yang dimatikan dengan aktivitas pertama value stream	MTTO

Aliran informasi	manual		Aliran lurus	menunjukkan alur informasi manual dari catatan, report, atau wawancara dan catatan lainnya yang disediakan sepanjang	MTTO, MTTR, MTTY
	elektronik		Wiggle arrow	menunjukkan aliran informasi elektronik dari internet, intranet, LAN, WAN. Frekuensi dan catatan lainnya disediakan sepanjang aliran	
Delay	Data box		Data box	digunakan untuk merekam informasi setiap proses perawatan. Tipe data pada yang diletakkan pada kotak ini akan diproses tiap proses perawatan digunakan untuk menunjukkan delay yang disebabkan oleh ketidaktersediaan peralatan operator untuk melakukan perbaikan.	MTTO, MTTR, MTTY
	Ketidaktersediaan peralatan operator		Delay 1		MTTO
	Ketidaktersediaan alat-alat dan part		Delay 2	digunakan untuk delay yang disebabkan ketidaktersediaan alat-alat dan komponen yang sesuai	MTTO
	Ketidaktersediaan personel perawatan yang sesuai		Delay 3	digunakan untuk menunjukkan delay dalam proses perbaikan yang disebabkan oleh Ketidaktersediaan personel perawatan yang sesuai	MTTO
Timeline			Timeline	digunakan untuk merekam informasi waktu VA dan NVA	

2.2.6.2 Current state map

dalam konteks Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) adalah representasi visual yang menggambarkan proses aktual yang sedang berjalan dalam perusahaan saat melakukan perawatan. Peta ini menunjukkan langkah-langkah spesifik yang diambil, waktu yang dibutuhkan, dan interaksi antara berbagai fungsi atau departemen selama proses perawatan. Aktivitas tersebut dapat memberikan nilai tambah (*Value Added (VA)*) atau tidak memberikan nilai tambah (*Non Value Added (NVA)*). Nilai-nilai yang menjadi MTTO, MTTR, dan MTTY digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta keadaan saat ini (Kannan et al., 2007).

2.2.6.3 Future State Map

Future state map merupakan perbaikan dari *current state map* dengan mengeliminasi kegiatan yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. Pendekatan MVSM berupa future state map merupakan tahap akhir. Peningkatan

persentase efisiensi perawatan pada komponen prioritas yang rusak dapat dihitung dengan metode tersebut (Kannan et al., 2007). Hasil perbandingan antara kondisi perawatan aktual (peta keadaan saat ini) dan perawatan usulan (peta keadaan masa depan) dapat mengetahui efisiensi perawatan optimal.

2.2.7 *Fishbone Diagram*

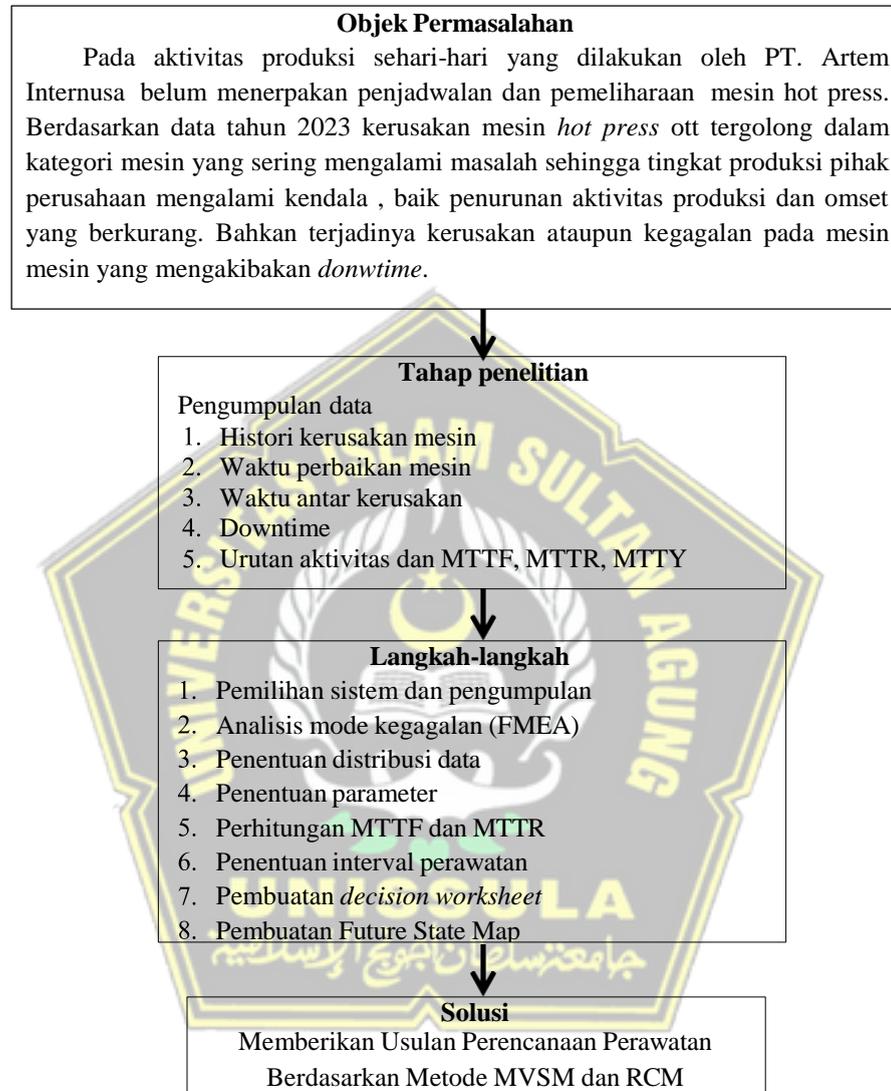
Dalam menganalisis atau mencari akar penyebab kegagalan, diperlukan alat khusus untuk analisis tersebut. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah diagram tulang ikan. *Fishbone diagram* adalah alat visual yang digunakan untuk menginvestigasi, mengeksplorasi, dan menggambarkan secara rinci faktor-faktor penyebab kegagalan utama. Menurut Ilie & Ciocoiu, (2010), diagram tulang ikan berguna untuk menunjukkan faktor-faktor utama yang mempengaruhi kualitas dan akibat dari masalah yang diteliti, serta mengidentifikasi faktor-faktor secara rinci yang digambarkan dalam bentuk panah-panah seperti tulang ikan. Prinsip yang digunakan dalam pembuatan diagram ini adalah brainstorming atau sumbang saran.

Faktor-faktor penyebab utama dalam analisa atau identifikasi diagram fishbone antara lain sebagai berikut (Ilie & Ciocoiu, 2010):

1. Manusia (*Man*); faktor yang dipengaruhi oleh tindakan operator.
2. Lingkungan (*Environment*); faktor yang dipengaruhi oleh kondisi sekitar *equipment*.
3. Metode (*Method*); faktor yang dipengaruhi oleh suatu sistem.
4. Mesin (*Machine*); faktor yang dipengaruhi oleh *equipment* tersebut maupun *equipment* lain.
5. Material (*Material*); faktor yang dipengaruhi oleh bahan baku maupun material *equipment*.

2.2.6 Kerangka Teoritis

Adapun kerangka teoritis dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Kerangka Teoritis

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, dilakukan pengumpulan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Data yang dibutuhkan meliputi :

1. Data primer, Informasi yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan lapangan. Data ini diperoleh melalui wawancara dengan beberapa karyawan terkait.
2. Data sekunder, merupakan Pelengkap data primer yang biasanya diperoleh dari sumber kepustakaan seperti literatur, situs web, internet, karya tulis, buku, dan sumber-sumber lain yang relevan dengan penelitian ini.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian di PT Artem Internusa adalah sebagai berikut :

1. Observasi
Dilakukan melalui pengamatan langsung di perusahaan. Informasi dikumpulkan menggunakan data perusahaan dan wawancara. Informasi yang dibutuhkan meliputi jumlah stasiun produksi, data *downtime* mesin, jumlah mesin, serta fungsi mesin dan komponennya. Pemilihan sistem dilakukan berdasarkan informasi yang diperoleh dengan identifikasi mesin dengan waktu *downtime* tertinggi. Pemilihan mesin ini dilakukan dengan mengolah informasi yang diperoleh menggunakan diagram pareto
2. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan dengan membaca buku, jurnal, artikel ilmiah, dan catatan dari perusahaan yang berkaitan dengan data yang diperlukan, seperti riwayat kerusakan mesin. Informasi ini akan digunakan untuk mendukung penyelesaian penelitian yang sedang dibahas.
3. Wawancara
Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan mengajukan pertanyaan

atau melakukan dialog langsung dengan pihak-pihak terkait di perusahaan, yang dapat memberikan penjelasan mengenai masalah yang sedang diteliti.

3.3 Pengujian Hipotesa

Pengujian hipotesis adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan apakah penelitian yang sedang dilakukan dapat diterima atau tidak, berdasarkan hasil akhir yang diharapkan oleh peneliti. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proses penjadwalan dan pemeliharaan kerusakan mesin *hot press* ott dapat berjalan lancar tanpa hambatan yang disebabkan oleh kerusakan mesin. Peneliti berharap agar metode ini dapat meminimalkan kerusakan akibat penggunaan mesin yang terus-menerus. Saat ini, perusahaan memiliki dua mesin *hot press* ott, tetapi hanya satu yang beroperasi tanpa henti. Masalah ini diharapkan dapat diatasi dengan metode RCM dan MVSM, yang diharapkan dapat menganalisis kerusakan pada mesin *hot press* ott dan memberikan rekomendasi perawatan serta penjadwalan yang lebih baik berdasarkan analisis RCM dan MVSM. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan produksi mesin *hot press* ott.

3.4 Metode Analisis

Pada metode analisis ini, masalah *downtime* dan *breakdown* diatasi dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II dan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM). Metode RCM menganalisis penyebab dan akibat kegagalan mesin *hot press*, kemudian memberikan usulan kebijakan perawatan untuk mencegah kegagalan. Analisis yang dilakukan meliputi:

1. Menganalisis mode kegagalan dan dampaknya dilakukan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Data diperoleh melalui wawancara dengan bagian teknik dan diolah untuk mengetahui seberapa besar risiko jika komponen mengalami kerusakan.
2. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *software Easy Fit 3.0*. Tahapan ini melibatkan pengolahan data yang mencakup distribusi waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan mesin. Distribusi data difokuskan pada

jenis mesin dengan risiko kegagalan tertinggi. Dalam penentuan pola distribusi komponen mesin, beberapa distribusi yang umum digunakan dianalisis, seperti distribusi weibull, lognormal, normal, dan eksponensial. Setelah pola distribusi ditentukan, langkah selanjutnya adalah melakukan uji merata (*goodness of fit test*). Uji ini digunakan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan dan dianalisis sesuai dengan distribusi yang dipilih, sehingga hasil analisis dapat diandalkan untuk keperluan perencanaan dan optimasi perawatan

3. Menentukan distribusi yang dipilih untuk perhitungan MTTR (*Mean Time to Repair*) dan MTTF (*Mean Time to Failure*) pada masing-masing komponen.
4. Perhitungan interval perawatan Dilakukan untuk menentukan jadwal pemeliharaan mesin di perusahaan
5. Pembuatan RCM *Decision Worksheet* untuk memberikan alternatif kegiatan perawatan..
6. Metode MVSM (*Maintenance Value Stream Mapping*) untuk mengidentifikasi dan mengurangi atau menghilangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added activities*) dalam proses perawatan.

3.5 Pembahasan

Pada bagian pembahasan akan dibahas dari hasil pengolahan data dengan metode RCM yaitu *Asset Block Diagram* dan *Functional Block Diagram*, *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), penentuan nilai RPN, *logic tree analysis* (LTA), penentuan interval perawatan atau RCM *Decision Worksheet*, dan pembuatan *Future State Map*.

3.6 Penarikan Kesimpulan

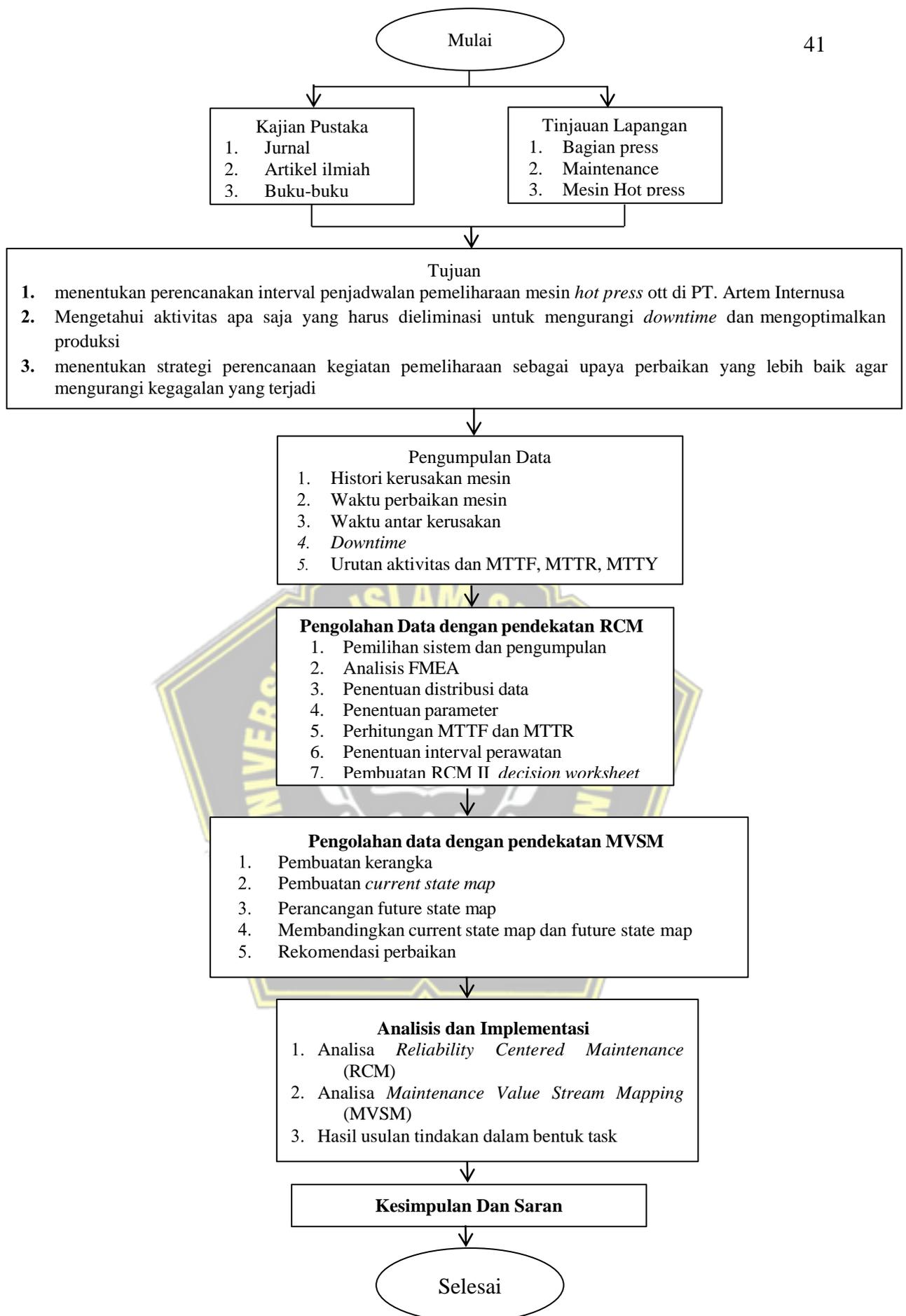
Penarikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian di lapangan pada bagian pemeliharaan, khususnya pada mesin *hot press ott*, serta hasil pengolahan data dan analisis, dapat memberikan rekomendasi solusi perawatan mesin. Tahap

ini merupakan tahap akhir dari penelitian, di mana peneliti menghasilkan kesimpulan dan memberikan saran kepada perusahaan untuk meningkatkan pemeliharaan dan perawatan mesin agar lebih baik lagi.

3.7 Diagram Alir

Diagram Alir merupakan langkah – langkah sistematis dalam pemecahan masalah pada suatu penelitian. Berikut adalah diagram alir penelitian ini :





Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan mulai dari data gambaran umum perusahaan dan proses produksi pada PT. Artem Internusa.

4.1.1 PT. Artem Internusa

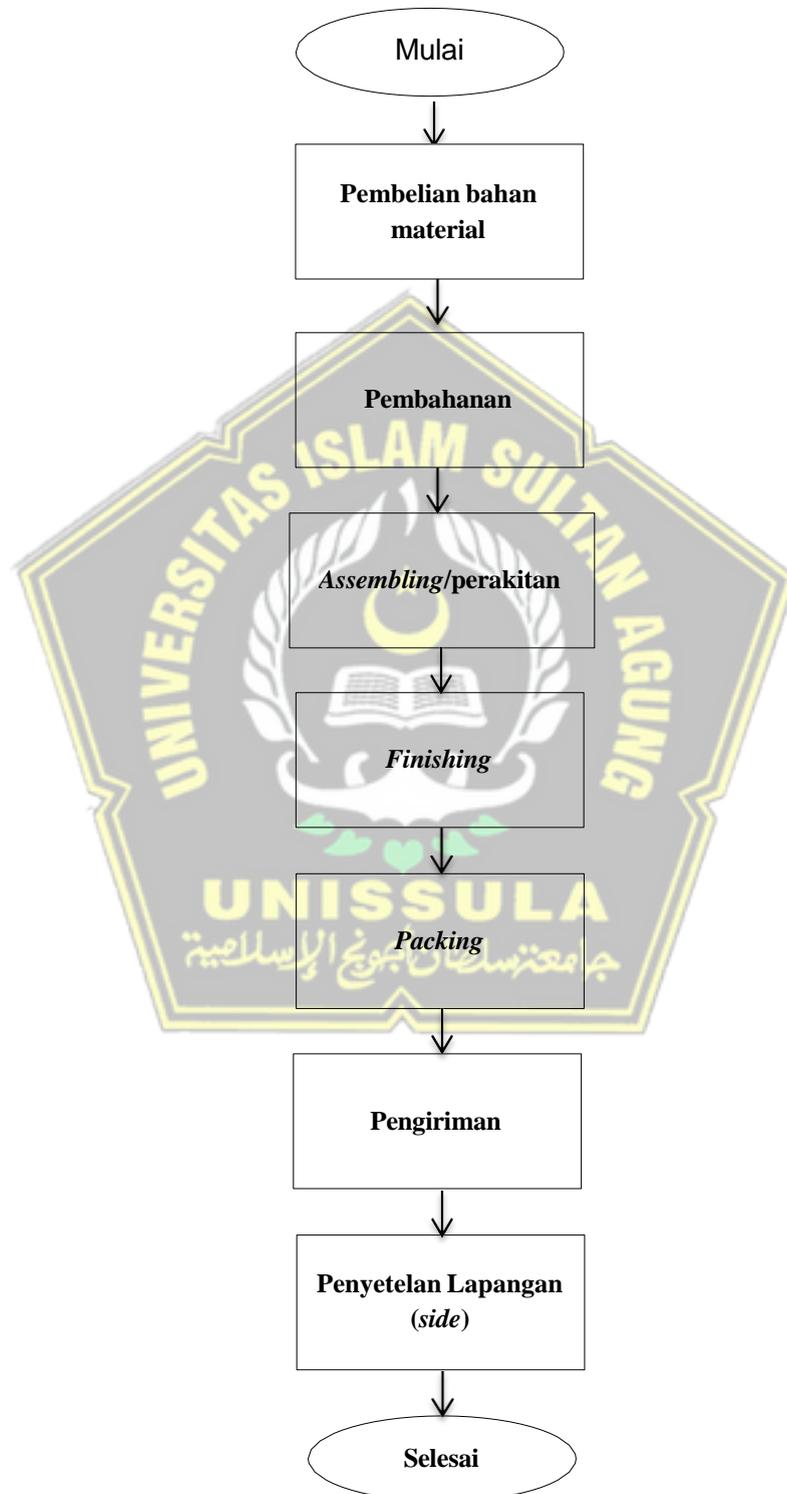
PT. Artem Internusa adalah perusahaan yg bergerak dibidang kontraktor furniture dengan produksi *custom made furniture*, *woodworking*, dan desain interior yang didirikan oleh ibu Yeanne Mranata sejak tahun 1992 yang terletak di JL. Raya Narogong, Km 12, 5, Bekasi, 17152, RT.002/RW.001, Cikiwul, Kec. Bantar Gebang, Kota Bks, Jawa Barat 17111, Indonesia. Latar belakang berdirinya PT. Artem Internusa awalnya karena ibu Yeanne melihat permintaan pasar yang signifikan dari konsumen untuk produk furniture yang dibuat sesuai dengan keinginan dan spesifikasi mereka sendiri. Ini mencerminkan tren dalam desain interior yang semakin berkembang, dimana banyak orang ingin memiliki ruang yang unik dan berbeda dari yang lain. *Custom made furniture* memberikan kesempatan untuk menciptakan ruang yang sesuai dengan karakter dan selera pemiliknya. Disamping itu, peluang bisnis untuk layanan kontraktor *furniture custom made* yang belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh pesaing dapat menjadi motivasi kuat untuk mendirikan perusahaan.



Gambar 4.1 PT. Artem Internusa Bekasi

4.1.2 Proses Produksi Produk Furniture

Proses produksi produk furniture mulai dari bahan baku hingga menjadi yang dapat digunakan, proses tersebut terdapat pada *flowchart* dibawah ini :



Gambar 4.2 *Flowchart* Proses produksi Furniture PT. Artem Internusa Bekasi

Berikut ini merupakan penjelasan dari *flowchart* proses produksi furniture pada PT. Artem Internusa :

1. Pembelian bahan material

Pembelian bahan material berupa kayu, *plywood*, *LAMINATED* / HPL dan bahan lainnya, material yang dibeli dilakukan QC terlebih dahulu sebelum sampai di pabrik. waktu yang dibutuhkan 6 minggu dari SPK diterima.



Gambar 4.3 Bahan Baku Pembuatan *Furniture*

2. Pembahana

Proses pemotongan dan pemilihan bahan yang akan dikerjakan. Untuk proses pembahana dilakukan sebagian besar dengan mesin. Setelah dari pembahana, diadakan pengujian konstruksi. Setelah selesai pemotongan dan konstruksi part-part tersebut, dilakukan QC untuk di *assembling*. Sama seperti yang kita pesan dari luar (sub), dilakukan pengecekan sebelum masuk ke pabrik.



Gambar 4.4 Pemotongan



Gambar 4.5 Pengepresan

3. Assembling/Perakitan

Setelah semua tersedia dan sudah di QC, dilakukan perakitan untuk masing masing type. Untuk barang yang sudah selesai di *assembling*, dilakukan QC kembali untuk masuk bagian *finishing* (Perapihan detail). Setelah barang selesai assembling, diasumsikan dengan 60% barang telah diproduksi ,waktu pengerjaan 90 hari kerja.



Gambar 4.6 Assembly

4. *Finishing*

Pengamplasan /perapihan sudut - sudut, Pewarnaan – untuk sambungan, perapihan pada bidang – bidang permukaan , setelah itu dilakukan QC kembali, dan barang dibungkus dan siap kirim, waktu yang dibutuhkan 75 hari kerja.



Gambar 4.7 Pengamplasan



Gambar 4.8 Pengecatan

5. *Packing*

Semua barang yang telah di QC dan dikelompokkan , kemudian akan di dibungkus dengan kardus /karton, dan diberi nama barang atau kode sesuai dengan kode pemesanan . Untuk barang yang memakai material fabric , akan kami bungkus dahulu dengan plastik kemudian baru di dibungkus dengan kardus/ karton.



Gambar 4.9 *Packing*

6. Pengiriman

Barang yang telah dipacking dan dipersiapkan untuk penyetelan di lokasi akan didahulukan pengirimannya (*Fix Furniture*). Untuk pengiriman barang *Loose Furniture* akan dikirimkan bila Kondisi lapangan telah selesai pemasangan karpet maupun parquet. waktu pengiriman untuk *Furniture Fix & Loose* selama 2 Minggu (tergantung lokasi proyek)



Gambar 4.10 Pengiriman

7. Penyetelan lapangan (*side*)

Setelah PO diterima, akan diadakan peninjauan ke lokasi dan mengadakan persiapan-persiapan seperti akomodasi, koordinasi dengan main contractor perihal tempat material / gudang, keamanan, kebersihan, air, listrik dan lain lain Pengiriman barang untuk *fixed furniture* seperti panel dinding, skirting, parquet akan disetel/dipasang dahulu. Untuk penyetelan/pemasangan membutuhkan waktu kurang lebih 8 minggu *overlapping* dengan pemasangan, dinding panel , skirting dan penyetelan parquet. Pemasangan *Fixed furniture* dan panel dinding selama 8 minggu.



Gambar 4.11 Penyetelan Lapangan

4.1.3 Pengepresan

Secara umum, pengepresan adalah proses manufaktur yang melibatkan penggunaan tekanan untuk membentuk atau mengubah bahan. Proses ini biasanya mencakup pemanasan, kemudian ditekan menggunakan suhu dan tekanan tinggi. Tujuannya adalah untuk menyatukan lapisan-lapisan veneer menjadi satu lembar triplek yang kuat dan stabil.

4.1.4 Mesin *Hot Press* OTT 1 Opening OTT Hidrolik

Mesin *hot press* ott adalah alat yang menggunakan panas dan tekanan untuk menyambung atau mencetak bahan menjadi bentuk yang diinginkan. Mesin pres hidrolik terdiri dari silinder dan piston yang menghasilkan gaya yang dapat digunakan untuk menekan, mencetak, atau memotong material, dan lain sebagainya.



Gambar 4.12 Mesin *Hot Press* OTT 1 Opening Hidrolik

4.1.5 *Equipment Hot Press OTT 1 Opening Hidrolik*



Gambar 4.13 Komponen Mesin *Hot Press* OTT 1 Opening Hidrolik

Equipment Hot Press OTT 1 Opening Hidrolik :

1. Kepala mesin : merupakan bagian atas mesin hot press yang digunakan untuk tempat kabinet listrik
2. Kabinet listrik : yaitu tempat/rumah untuk kabel-kabel yang terhubung pada panel pengontrol dan kabel penyalur panas

3. Pengukur tekanan : tekanan cairan hidrolik diukur dengan pengukur tekanan untuk memastikan mesin press beroperasi dalam rentang operasi yang aman.
4. Panel kontrol : digunakan untuk mengontrol tekanan, panas, dan lamanya proses pengepresan
5. Selang penyalur panas : digunakan untuk menyalurkan panas dari pemanas menuju ke mesin press
6. Motor : adalah mesin listrik yang mengubah fluida menjadi energi putar
7. Bushing : adalah lapisan logam silinder tetap atau dapat dilepas yang digunakan untuk memandu ram dan mengurangi gesekan
8. Mur batang : adalah batang panjang dengan ulir dan mur pada kedua ujungnya yang menahan rangka agar tetap menyatu
9. Reservoir : Reservoir dirancang untuk bertindak sebagai wadah penyimpanan untuk cairan hidrolik sekaligus membantu mengatur aliran cairan
10. silinder hidrolik : yaitu berfungsi untuk mengubah tekanan menjadi gerakan linear, sehingga menghasilkan gaya
11. Plat penekan : plat inilah yang bertugas menjaga benda kerja tetap pada tempatnya dan menyediakan platform yang stabil agar mesin pres dapat beroperasi saat benda kerja dipasang padanya.

4.1.6 Proses Kerja Mesin *Hot Press* OTT 1 Opening Hidrolik

Mesin *hot press* OTT 1 Opening biasanya digunakan dalam industri untuk proses pengepresan dengan panas. Berikut adalah gambaran umum mengenai proses kerja mesin hot press dengan satu pembukaan (opening):

1. Bahan yang akan diproses, seperti lembaran material atau produk setengah jadi, dipersiapkan dan ditempatkan di area kerja mesin.
2. Operator mengatur parameter mesin seperti suhu, tekanan, dan waktu. Parameter ini disesuaikan dengan spesifikasi bahan dan proses yang diinginkan.

3. Bahan Ditempatkan di dalam ruang pengepresan mesin. Dalam mesin dengan satu pembukaan, bahan akan diletakkan di bawah plat atas dan plat bawah yang dapat dipanaskan.
4. Plat atas dan plat bawah mesin hot press akan ditutup dan tidak terkunci. Proses ini dilakukan dengan menggunakan sistem hidrolik atau mekanik yang memastikan pelat diberi tekanan yang tepat pada bahan.
5. Mesin akan memanaskan dan memberi tekanan pada bahan sesuai dengan pengaturan yang telah ditetapkan. Panas dan tekanan ini akan membuat bahan mengalami perubahan fisik atau kimia, seperti menyatu, menyatu, atau membentuk sesuai dengan desain yang diinginkan.
6. Setelah waktu pengepresan selesai, mesin akan membuka platnya, dan bahan yang telah diproses dikeluarkan dari ruang pengepresan.
7. Operator memeriksa hasil produk untuk memastikan kualitasnya sesuai dengan standar. Mesin kemudian dibersihkan dan dipersiapkan untuk siklus produksi berikutnya.
8. Mesin *hot press* memerlukan pemeliharaan untuk memastikan kinerjanya tetap optimal. Pemeliharaan meliputi pemeriksaan komponen, pelumasan, dan penggantian bagian yang aus.

Proses ini memberikan hasil produk yang presisi dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, berkat kontrol suhu dan tekanan yang cermat selama proses pengepresan

4.1.7 Data Kerusakan Komponen

Pengumpulan data yang diambil untuk dilakukan pengolahan data menggunakan data kerusakan mesin *hot press* ott. Data yang diambil dimulai pada bulan Mei 2023 sampai dengan bulan Agustus 2023 didapat melalui wawancara dan melihat catatan/transkrip perusahaan mengenai kerusakan mesin hot press ott. Data tersebut meliputi sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Kerusakan Mesin Hot Press OTT

No	Tanggal	Deskripsi	Part	Efek kegagalan	Downtime (jam)
1	5-Mei-23	Rotor terbakar	Rotor	Motor listrik tidak berfungsi	4
2	15-Mei-23	Cilinder barrel macet	Cilinder barrel	Silinder hidrolik tidak dapat bergerak	10
3	22-Mei-23	Piston pada cilinder hidrolik patah	piston	Silinder hidrolik mati	12
4	31-Mei-23	Sensor panas mati	Sensor panas	Termal oil tidak berfungsi	7
5	8-Juni-23	Saklar putus	saklar	Panel kontrol tidak dapat digunakan	5
6	15-Juni-23	Pendingin pada motor listrik mati	pendingin	Motor listrik tidak dapat berfungsi	8
7	23-Juni-23	Selang penyalur panas bocor	Selang	Panas dari termal oil tidak dapat disalurkan	4
8	27-Juni-23	Isolator panas mati	isolator	Plat penekan tidak optimal	5
9	4-Juli-23	Filter oli mampet	Filter oli	Mengganggu pelumasan yang optimal pada mesin	11
10	11-Juli-23	Relay mati	Relay	Terganggunya operasi sistem	5
11	18-Juli-23	Seal rusak	Seal	Kebocoran oli dari mesin	7
12	31-Juli-23	Baffle bocor	Baffel	Pendistribusian udara atau cairan hidrolik tidak merata	7
13	7-Agust-23	Motor housing pecah	Motor housing	Kebocoran pada motor listrik	14
14	18-Agust-23	Bearing macet	Bearing	Meyebabkan keausan	7
15	24-Agust23	Permukaan plat penekan aus/tidak rata	Plat penekan	Panas yang digunakan dalam pengepresan tidak merata	13
Total					119

Data diatas dapat dikelompokkan menjadi *part* dan sub sub *part* sebagai berikut :

Tabel 4.2 Part dan Sub-part Mesin Hot Press OTT

No	Part	Sub part	Tanggal	Donwtime (jam)
1	Panel Kontrol	Saklar putus	8-Juni-23	5
		Relay tidak berfungsi	11-Juli-23	5
2	Motor Listrik	Rotor kebakar	5-Mei-23	4
		Pendingin mati	15-Juni-23	8
		Motor housing pecah	7-Agustus-23	14

		Bearing macet	18-Agustus-23	7
3	Termal oil	Sensor panas mati	31-Mei-23	7
		Selang penyalur panas bocor	23-Juni-23	4
4	Reservoir	Filter oli mampet	4-Juli-23	11
		Baffle bocor	31-Juli-23	7
5	Plat penekan	Isolator panas mati	27-Juni-23	5
		Permukaan plat penekan aus/tidak rata	24-Agustus-23	13
6	Silinder hidrolik	Cilinder barrel macet	15-Mei-23	10
		Piston patah	22-Mei-23	12
		Seal rusak	18-Juli-23	7

4.1.8 Data Interval Waktu Kerusakan

Data interval waktu antar kerusakan diperoleh dari perhitungan tabel 4.2. Contohnya pada part motor listrik terdiri dari sub *part* yaitu sklar dan relay yang mengalami kerusakan yaitu pada tanggal 8 Juni 2023 dan 11 Juli 23. Dapat diketahui bahwa interval waktu kerusakannya yaitu 33 hari (jarak waktu dari 8 Juni sampai 11 Juli 2023). Untuk perhitungan semua *part* sama seperti perhitungan pada part motor listrik. Berikut merupakan rekap data interval waktu kerusakan komponen pada mesin *hot press* ott:

Tabel 4.3 Interval Waktu Kerusakan Komponen Mesin *Hot Press* ott

Interval waktu kerusakan komponen mesin hot press (Hari)					
Panel Kontrol	Motor listrik	Termal oil	reservoir	Plat penekan	Silinder hidrolik
33	41	23	27	58	8
-	53	-	-	-	56
-	11	-	-	-	-

4.1.9 Data Waktu Antar Perbaikan

Data waktu antar perbaikan diperoleh dari tabel 4.2. Contohnya pada *part* motor listrik terdiri dari sub *part* yaitu sklar dan relay dengan waktu *downtime* selama 5 jam. Jadi, waktu antar perbaikan untuk part motor listrik dengan sub part saklar selama 5 jam dan sub part relay selama 5 jam. Untuk penentuan waktu antar perbaikan part lainnya sama dengan part motor listrik. Berikut merupakan rekap data interval antar perbaikan komponen pada mesin *hot*

press ott:

Tabel 4.4 Waktu Antar Perbaikan Komponen Mesin *Hot Press ott*

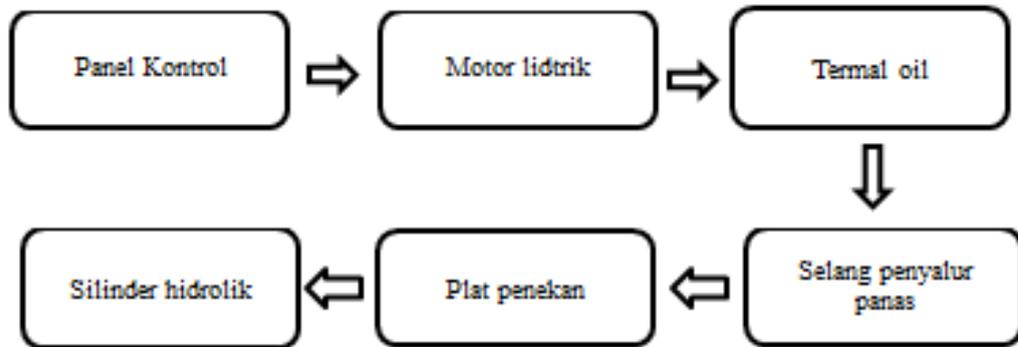
No	Waktu perbaikan komponen (jam)					
	Panel Kontrol	Motor listrik	Termal oil	reservoir	Plat penekan	Silinder hidrolik
1	5	4	4	11	5	10
2	5	8	7	7	13	12
3	-	14	-	-	-	7
4	-	7	-	-	-	-
Rata-rata	5	8,25	5,5	9	9	9,6

4.2 Pengolahan Data

Dalam tahapan pengolahan data terdiri dari pengumpulan data yang telah dikumpulkan selama penelitian yang kemudian data ini diperlukan pada tahapan *Asset Block Diagram* (ABD) dan *Functional Block Diagram* (FBD). Kemudian data penyebab kerusakan mesin *Hot Press OTT* diperlukan untuk tahapan *system function and function failure*. Lalu data efek kerusakan mesin diperlukan pada tahapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Selanjutnya data sebab akibat kerusakan diperlukan pada tahapan *Logic Tree Analysis* (LTA), data waktu antar kerusakan dan antar perbaikan diperlukan untuk menghitung interval waktu pemeliharaan mesin *hot press ott*, tahapan yang terakhir yaitu memberikan usulan kebijakan perawatan menggunakan analisis *maintenance value stream map* (mvsm) berupa *future state map*.

4.2.1 *Asset Block Diagram* (ABD)

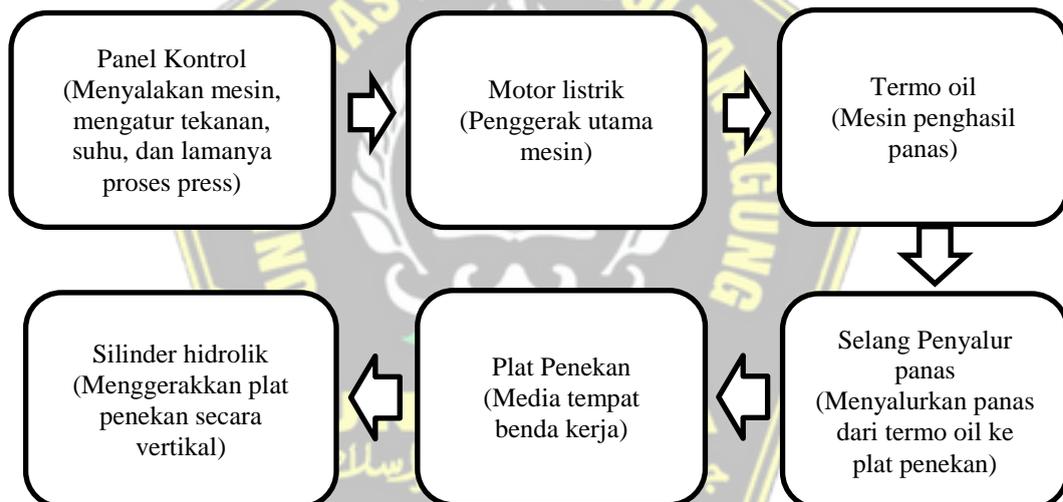
Mendiskripsikan sistem dan menjelaskan batasan dari sistem mesin *hot press ott*. berikut ialah *asset block diagram* dari mesin *hot press ott* :



Gambar 4.12 Asset Block Diagram Mesin Hot Press OTT

4.2.2 Functional Block Diagram (FBD)

Functional Block Diagram yaitu menjelaskan tentang fungsi dari setiap komponen yang ada beserta hubungan dari komponen mesin *hot press ott* :



Gambar 4.13 Functional Block Diagram Mesin Hot Press OTT

4.2.3 System Function and Functional Failure

Pada tahap ini dilakukan analisa fungsi dan penyebab kegagalan fungsi dari komponen-komponen mesin *hot press* ott pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5 System Function and Functional Failure

RCM						
Step 4		: System Function and Functional Failure				
Info		: Function and Functional Failure				
Plant		: Unit Mintenance		Analyst	: Kegagalan Fungsi	
System		: Pengepresan material <i>plywood</i>		Date	: 2023	
Komp.		: Mesin <i>Hot Press</i> OTT				
No	Kode	Nama komponen	Functions (F)		Failure Function (FF)	
			Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1	A1	Panel kontrol	1.1	Menyalakan mesin, mengatur tekanan, suhu, dan lamanya proses pengepresan	1.1.1	Relay tidak berfungsi
					1.1.2	Saklar mati
2	A2	Motor listrik	1.2	Penggerak utama mesin	1.2.1	Rotor kebakar
					1.2.2	Bearing macet
					1.2.3	Pendingin mati
					1.2.4	Motor housing pecah
3	A3	Termal oil	1.3	Penghasil panas	1.3.1	Selang penyalur panas bocor
					1.3.2	Sensor panas mati
4	A4	Reservoir	1.4	wadah penyimpanan untuk cairan hidrolik sekaligus membantu mengatur aliran cairan	1.4.1	Filter oli mampet
					1.4.2	Baffle bocor
5	A5	Plat penekan	1.5	Media tempat benda kerja pada proses pengepresan	1.5.1	Isolator panas mati
					1.5.2	Permukaan plat penekan aus/tidak rata
6	A6	Silinder hidrolik	1.6	Menggerakkan plat penekan, mengubah tekanan menjadi gerakan linear, sehingga menghasilkan gaya	1.6.1	Piston patah
					1.6.2	Seal rusak
					1.6.3	Cilinder barrel macet

4.2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Langkah selanjutnya yaitu menganalisa fungsi dan kegalalan fungsi tersebut Ssetelah diketahui fungsi dan kegalalan fungsi pada mesin *Hot Press* OTT dengan melakukan wawancara kepada pihak *maintenace* yaitu Bapak Iwan, Kemudian dilakukan penghitungan RPN sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= S \times O \times D \\ &= 8 \times 3 \times 3 = 72 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Sistem : Pengepresan material plywood																					
No	Kode	Equipment/ Komponen	Function	kode	Functional Faillure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN (SOD)										
1	A1	Panel kontrol	Menghidupkan mesin, mengatur tekanan, suhu, dan lamanya proses pengepresan	1.1.1	Relay tidak berfungsi	Waktu pemakaian yang lama dan berulang kali membuat relay aus atau teroksidasi, debu dan kotoran yang menempel sehingga sektrin tersendat	Mesin tidak dapat beroperasi	8	3	3	72										
				1.1.2	Saklar rusak							2	A2	Motor listrik	Penggerak utama mesin	1.2.1	Rotor kebakar	sistem pendingin tidak berfungsi dengan baik dan menyebabkan overheating, lingkungan yang korosif dan kontaminasi debu menyebabkan korosi pada bearing, penyumbatan pada saluran pendingin, paparan terhadap lingkuan korosif dan suhu yang terlalu tinggi	Mesin tidak bisa beroperasi	8	8
2	A2	Motor listrik	Penggerak utama mesin	1.2.1	Rotor kebakar	sistem pendingin tidak berfungsi dengan baik dan menyebabkan overheating, lingkungan yang korosif dan kontaminasi debu menyebabkan korosi pada bearing, penyumbatan pada saluran pendingin, paparan terhadap lingkuan korosif dan suhu yang terlalu tinggi	Mesin tidak bisa beroperasi	8	8	3	196										
				1.2.2	Bearing macet																
				1.2.3	Pendingin mati																
				1.2.4	Motor housing pecah																

Sistem : Pengepresan material plywood											
No	Kode	Equipment/ Komponen	Function	kode	Functional Faillure	Failure Mode	Effect of Failure	S	O	D	RPN (SOD)
3	A3	Termal oil	Penghasil panas	1.3.1	Selang penyalur panas bocor	oleh arus berlebih atau overloading atau panas berlebih pada kabel	Panas yang dihasilkan tidak tersalurkan	7	3	3	63
				1.3.2	Sensor panas mati						
4	A4	Reservoir	Tempat cairan hidrolik sekaligus membantu mengatur aliran cairan	1.4.1	Filter oli mampet	menumpuknya sisa-sisa pembakaran dari mesin, lamanya masa pakai sehingga terjadi beban siklus berulang	Pelumasan pada mesin menjadi terganggu	7	5	3	105
				1.4.2	Baffle bocor						
5	A5	Plat penekan	Media tempat benda kerja pada proses pengepresan	1.5.1	Isolator panas mati	lamanya waktu pakai komponen sehingga perlu diganti	Proses pengepresan tidak maksimal	4	5	5	100
				1.5.2	Permukaan plat penekan aus/tidak rata						
6	A6	Silinder hidrolik	Menggerakkan plat penekan, mengubah tekanan menjadi gerakan linear, sehingga menghasilkan gaya	1.6.1	Piston patah	lamanya masa pakai dan overheating sehingga terjadi beban siklus berulang, gesekan yang terus menerus sehingga aus dan rusak,	tidak dapat menggerakkan plat penekan dan prosesnya menjadi terhenti	7	7	3	147
				1.6.2	Seal rusak						
				1.6.3	Cilinder barrel macet						

Berdasarkan analisa FMEA didapatkan masing-masing nilai RPN pada mesin hot press ott yang menunjukkan tingkat kepentingan dari komponen yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi oleh karena itu membutuhkan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan perawatan. Nilai RPN tersebut didapatkan dari ketetapan berdasarkan kondisis lapangan dari pihak engineer di PT. Artem Internusa Bekasi

Pada mesin hot press ott didapatkan 3 nilai RPN tertinggi, yaitu sebagai berikut:

1. Motor listrik (rotor terbakar, bearing macet, pendingin mati, motor housing pecah) RPN : 196

Sebab :

overheating, lingkungan yang korosif dan kontaminasi debu menyebabkan korosi pada bearing, penyumbatan pada saluran pendingin, paparan terhadap lingkungan korosif dan suhu yang terlalu tinggi

Akibat : Mesin tidak bisa menyala

2. Silinder hidrolik (Piston patah, seal rusak, silinder barel rusak) RPN : 147

Sebab :

lamanya masa pakai dan overheating sehingga terjadi beban siklus berulang sehingga piston aus dan patah, seal rusak disebabkan gesekan yang terus menerus sehingga aus dan rusak, silinder barrel rusak disebabkan oleh keausan

Akibat :

tidak dapat menggerakkan plat penekan dan prosesnya menjadi terhenti

3. Reservoir (Filter oli mampet, baffle bocor) RPN : 105

Sebab :

Filter oli mampet disebabkan oleh menumpuknya sisa-sisa pembakaran dari mesin, baffle bocor disebabkan oleh lamanya masa pakai sehingga terjadi beban siklus berulang

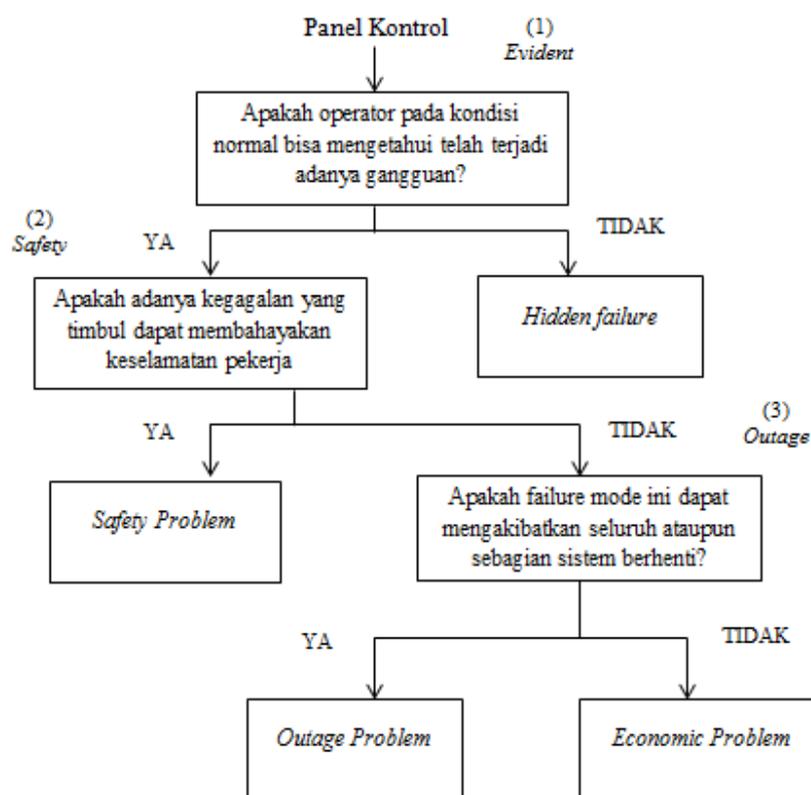
Akibat :

Pelumasan pada mesin menjadi terganggu, penurunan tekanan dalam sistem hidrolik dan mengurangi efisiensi operasional.

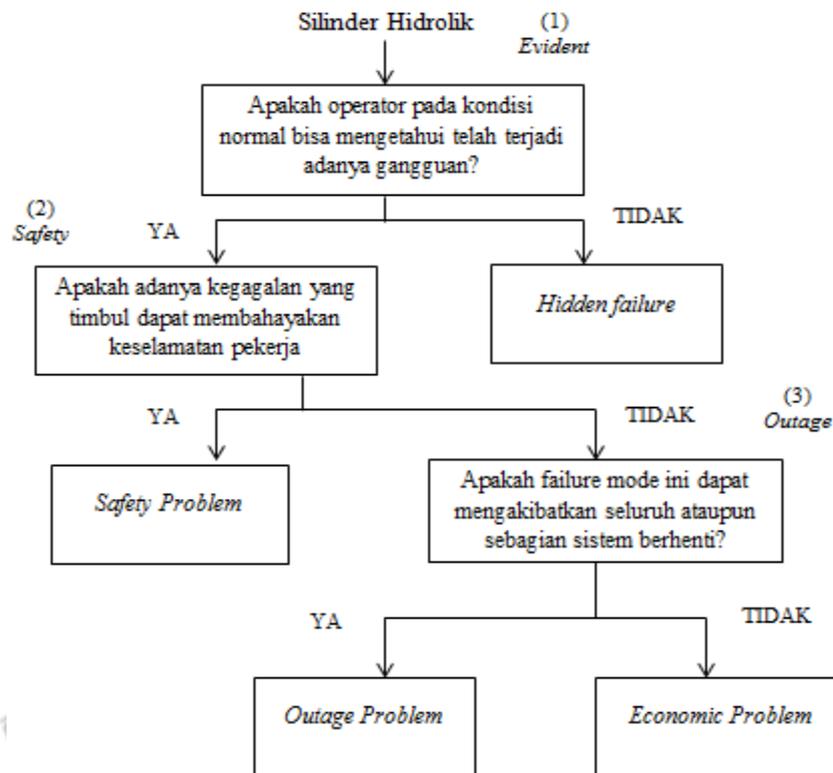
4.2.5 Logic Tree Analysis (LTA)

Metode ini digunakan untuk menentukan jenis perawatan yang layak, optimal dan cocok dalam menangani masing-masing failure mode. Terdapat 4 hal penting dalam kekritisitas yaitu sebagai berikut:

1. *Evident*, yaitu untuk menunjukkan seberapa besar operator dapat mendeteksi kerusakan atau gangguan
2. *Safety*, untuk menunjukkan apakah mode kerusakan tertentu berpotensi menimbulkan bahaya atau masalah keselamatan bagi pekerja
3. *Outage*, menunjukkan apakah kerusakan yang terjadi akan menyebabkan penghentian sebagian atau seluruh mesin
4. *Category*, yaitu pengkategorian setiap mode kerusakan pada 4 kategori yaitu kategori A (*safety problem*), kategori B (*outage problem*), kategori C (*economic problem*), dan kategori D (*hidden failure*).



Gambar 4.14 Struktur Logic Tree Analysis Kontrol Panel



Gambar 4.19 Struktur *Logic Tree Analysis* Silinder Hidrolik

Berdasarkan struktur logic tree tersebut dilakukan rekapitulasi Logic Tree Analysis pada sistem transmisi seperti pada tabel 4.4 dibawah ini

Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil pertanyaan LTA dan pengkategorian mode

No	Komponen	Failure Mode	Critically Analysis			
			Evident	Safety	Outage	Category
1	Panel Kontrol	Relay tidak berfungsi, saklar mati	N	N	Y	B
2	Motor listrik	Rotor terbakar, bearing macet, pendingin mati, motor housing pecah	N	N	Y	B
3	Termal oil	Kabel penyalur panas terbakar	N	N	Y	B
4	Reservoir	Filter oli mampet, baffle bocor	N	N	Y	B
5	Plat penekan	Permukaan plat penekan aus/tidak rata	N	N	Y	B
6	Silinder hidrolik	Piston patah, seal rusak, silinder barrel bocor	N	N	Y	B

Berdasarkan rekapitulasi di atas, dapat disimpulkan bahwa meskipun kegagalan pada mesin tidak menyebabkan efek keselamatan pada pekerja, namun kegagalan tersebut dapat mengakibatkan sebagian atau seluruh mesin tidak dapat beroperasi. Mode kegagalan 6 komponen mesin *hot press* termasuk dalam

kategori B artinya kerusakan mengakibatkan sebagian atau seluruh atau sebagian mesin tidak dapat beroperasi.

4.2.6 Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan dilakukan berdasarkan analisis FMEA dan LTA yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa tindakan yang dapat diambil oleh perusahaan adalah sebagai berikut:

1. *Conditon Directed* (CD), Tindakan yang bertujuan mendeteksi kerusakan melalui inspeksi visual, pemeriksaan, dan pemantauan data. Perbaikan atau penggantian komponen dilakukan jika terdeteksi gejala-gejala kerusakan pada mesin.
2. *Time Directed* (TD), Tindakan yang melibatkan penggantian komponen secara berkala.
3. *Finding Failure* (FF), Tindakan yang dilakukan untuk menemukan komponen yang tersembunyi melalui pemeriksaan secara berkala.

Dasar pemilihan tindakan dilakukan dengan mengajukan pertanyaan penuntun kepada bagian mekanik PT Artem Internusa. Beberapa pertanyaan tersebut antara lain:

1. Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?
2. Apakah tindakan CD dapat dilakukan pada komponen mesin hott press?
3. Apakah tindakan TD dapat dilakukan pada komponen mesin hot press?
4. Apakah mode kegagalan termasuk kategori hidden failure?
5. Apakah tindakan FF dapat dilakukan pada komponen mesin hot press?
6. Apakah tindakan yang dipilih efektif?
7. Tindakan yang paling baik digunakan CD/TD/FF?

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian mekanik, dilakukan rekapitulasi pengambilan tindakan. Rekapitulasi pengambilan tindakan tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Rekapitulasi pemilihan tindakan

No	Komponen	Vailure mode	Selection							Selection task
			1	2	3	4	5	6	7	
1	Panel kontrol	Relay mati, saklar putus	Y	T	Y	T	-	Y	-	TD
2	Motor listrik	Rotor terbakar, bearing macet, pendingin mati, motor housing pecah	Y	T	Y	T	-	Y	-	TD
3	Termal oil	Selang penyalur panas bocor, sensor panas mati	Y	T	Y	T	-	Y	-	TD
4	Reservoir	Filter oli mampet, baffle bocor	Y	T	Y	T	-	Y	-	TD
5	Plat penekan	Plat penekan aus, isolator panas mati	Y	T	Y	T	-	Y	-	TD
6	Silinder hidrolik	Piston patah, seal rusak, silinder barrel macet	Y	T	Y	T	-	Y	-	TD

4.2.7 Penentuan pola distribusi

Penentuan pendistribusian data dilakukan dengan menggunakan data interval waktu kerusakan mesin dan waktu antar perbaikan. Distribusi data tersebut dianalisis menggunakan *Software Easyfit 3.0 Profesional*. Hasil pengujian pola distribusi waktu antar kerusakan dan waktu antar perbaikan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Hasil pengujian distribusi data waktu antar kerusakan

Nama komponen	Pola Distribusi	Parameter
Panel kontrol	Eksponensial	$\lambda = 0,151$
Motor listrik	Eksponensial	$\lambda = 0,047$
Termal oil	Eksponensial	$\lambda = 0,217$
Reservoir	Eksponensial	$\lambda = 0,185$
Plat penekan	Eksponensial	$\lambda = 0,086$
Silinder hidrolik	Eksponensial	$\lambda = 0,078$

Tabel 4.10 Hasil pengujian distribusi data waktu antar perbaikan

Nama komponen	Pola Distribusi	Parameter
Panel kontrol	Ekspensial	$\lambda = 0,5$
Motor listrik	Ekspensial	$\lambda = 0,172$
Termal oil	Ekspensial	$\lambda = 0,454$
Reservoir	Ekspensial	$\lambda = 0,277$
Plat penekan	Ekspensial	$\lambda = 0,277$
Silinder hidrolis	Ekspensial	$\lambda = 0,151$

Tahapan selanjutnya pada *Reliability Centered Maintenance* setelah penentuan pola distribusi data yaitu menentukan waktu rata-rata kegagalan (MTTF) dan waktu rata-rata perawatan (MTTR). Perhitungan MTTF dan MTTR disesuaikan dengan distribusi data komponen yang dipilih (Kurniawan, 2013). Hasil uji pola distribusi menggunakan *software easyfit 3.0* profesional yaitu distribusi ekspensial, dengan demikian perhitungan MTTF dan MTTR dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Ekspensial} = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (4.1)$$

Panel Kontrol

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= \frac{1}{0,151} \\ &= 6,599 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= \frac{1}{0,5} \\ &= 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolis sama seperti contoh perhitungan diatas. Berikut hasil rekapitulasi MTTF dan MTTR ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 4.11 Hasil perhitungan MTTF dan MTTR

Nama komponen	MTTF (Hari)	MTTR (Jam)
Panel kontrol	6,599	2
Motor listrik	20,999	5,81
Termal oil	4,600	2,20
Reservoir	5,399	3,61
Plat penekan	11,599	3,61
Silinder hidrolis	12,799	6,62

Hasil perhitungan MTTF menunjukkan bahwa waktu rata-rata yang paling tinggi terjadi pada komponen motor listrik, sedangkan waktu rata-rata perbaikan yang paling tinggi yaitu pada komponen silinder hidrolis, dengan demikian komponen tersebut perlu mendapatkan perhatian lebih untuk dilakukan pengecekan.

4.2.8 Penentuan Interval Perawatan

Penentuan interval perawatan adalah langkah penting untuk memastikan bahwa mesin atau peralatan tetap berfungsi dengan baik dan produksi dapat berjalan dengan optimal. Dalam menentukan interval perawatan terdapat beberapa langkah yang dapat dilakukan. Menurut Ramadhan (2018) terdapat 9 langkah penentuan interval perawatan yaitu:

1. Mengumpulkan informasi rata-rata jam kerja perbulan.

Jumlah rata-rata produksi di PT Artem Internusa yaitu sebanyak 26 hari/bulan atau dengan kata lain melakukan produksi setiap harinya. Jumlah jam kerja pada perusahaan ini yaitu sebanyak 7 jam per hari biasa dan untuk hari sabtu yaitu 5 jam atau 174 jam/bulan.

2. Jumlah kerusakan Total

jumlah kasus kerusakan komponen mesin hot press di PT Aetem Internusa yaitu sebanyak 15 kali dalam jangka 4 bulan. Rincian kerusakannya yaitu 2 kerusakan pada panel kontrol, 4 kerusakan pada motor listrik, 2 kerusakan pada termal oil, 2 kerusakan pada reservoir, 2 kerusakan pada plat penekan, dan 3 kerusakan pada silinder hidrolis.

3. Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan ($1/\mu$)

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} \dots \dots \dots (4.3)$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

a. Panel kontrol

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{2}{174}$$

$$\mu = 87 \text{ hari}$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas

Tabel 4.12 Waktu Untuk Melakukan Perbaikan Komponen Mesin *Hot Press*

No	Nama Komponen	μ
1	Panel kontrol	87
2	Motor listrik	29,9
3	Termal oil	79
4	Reservoir	48,2
5	Plat penekan	48,2
6	Silinder hidrolik	26,3

4. Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan (1/i)

$$\frac{1}{i} = \frac{MTTF}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}} \dots \dots \dots (4.4)$$

$$i = \frac{1}{i} \dots \dots \dots (4.5)$$

Hasil perhitungan waktu rata-rata melakukan pemeriksaan dapat dilihat dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Panel kontrol

$$\frac{1}{i} = \frac{MTTF}{\text{rata-rata jam kerja perbulan}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{6,6}{174}$$

$$i = 26 \text{ hari}$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas.

Tabel 4.13 Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan

No	Nama Komponen	i
1	Panel kontrol	26
2	Motor listrik	8
3	Termal oil	38
4	Reservoir	32
5	Plat penekan	14
6	Silinder hidrolik	13

5. Rata-rata Kerusakan

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan}}{4 \text{ bulan}} \dots\dots\dots(4.6)$$

Hasil perhitungan rata-rata kerusakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Panel kontrol

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan}}{4 \text{ bulan}}$$

$$k = \frac{2}{4 \text{ bulan}}$$

$$k = 0,5$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas

Tabel 4.14 Rata-rata jumlah kerusakan

No	Nama Komponen	Rata-rata jumlah kerusakan (kerusakan/bulan)
1	Panel kontrol	0,5
2	Motor listrik	1
3	Termal oil	0,75
4	Reservoir	0,5
5	Plat penekan	0,5
6	Silinder hidrolik	0,75

6. Frekuensi keusakan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k.i}{\mu}} \dots\dots\dots(4.7)$$

Hasil rekapitulasi perhitungan frekuensi pemeriksaan optimal dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Panel kontrol

$$n = \sqrt{\frac{k.i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,5 (26)}{87}}$$

$$n = \sqrt{0,1494}$$

$$n = 0,386 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas

Tabel 4.15 Frekuensi pemeriksaan optimal

No	Nama Komponen	Frekuensi Pemeriksaan Optimal
1	Panel kontrol	0,386
2	Motor listrik	0,517
3	Termal oil	0,601
4	Reservoir	0,576
5	Plat penekan	0,381
6	Silinder hidrolik	0,308

7. Interval waktu pergantian komponen

$$t_i = \frac{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}}{n} \dots\dots\dots(4.8)$$

Hasil rekapitulasi perhitungan interval waktu pemeriksaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Panel kontrol

$$t_i = \frac{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}}{n}$$

$$t_i = \frac{174 \text{ jam}}{0,386}$$

$$t_i = 450,77 \text{ Hari}$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas

Tabel 4.16 Interval Waktu Penggantian Komponen *Mesin Hot Press*

No	Nama Komponen	Interval Waktu Penggantian (Hari)
1	Panel kontrol	450,77
2	Motor listrik	336,55
3	Termal oil	289,51
4	Reservoir	302,08
5	Plat penekan	456,69
6	Silinder hidrolik	564,93

8. Perhitungan nilai downtime

$$D(n) = \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i} \dots \dots \dots (4.9)$$

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai downtime dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Panel kontrol

$$D(n) = \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i}$$

$$D(n) = \frac{0,5}{87(0,386)} + \frac{1}{26}$$

$$D(n) = \frac{0,5}{33,582} + \frac{1}{26}$$

$$D(n) = 0,0148 + 0,0384$$

$$D(n) = 0,0532$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas

Tabel 4.17 Nilai *downtime*

No	Nama Komponen	Nilai <i>Downtime</i>
1	Panel kontrol	0,0532
2	Motor listrik	0,1896
3	Termal oil	0,0421
4	Reservoir	0,0492
5	Plat penekan	0,0986
6	Silinder hidrolik	0,1694

9. Perhitungan *availability*

$$A(tp) = (1 - D(tp)) \times 100\% \dots \dots \dots (4.10)$$

Hasil rekapitulasi perhitungan *availability* dapat dilihat pada tabel berikut

ini.

$$A(tp) = (1 - D(tp)) \times 100\%$$

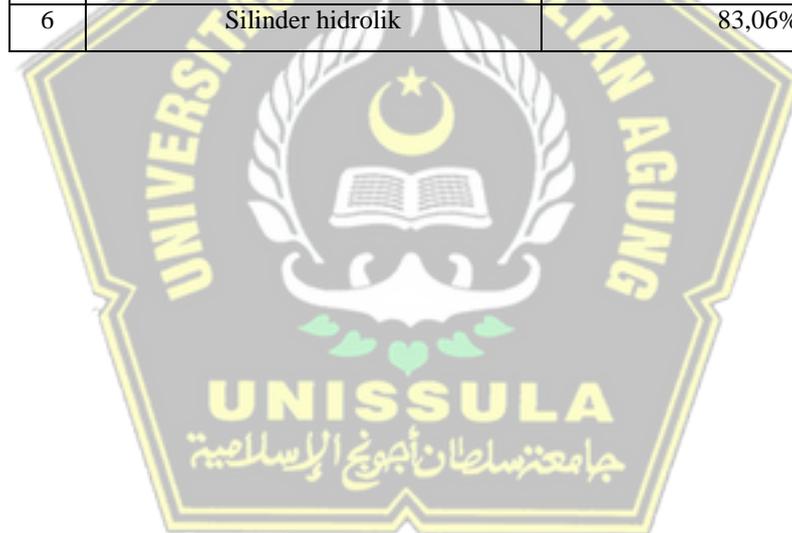
$$A(tp) = (1 - 0,0532) \times 100\%$$

$$A(tp) = 94,68\%$$

Untuk perhitungan komponen motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik sama seperti contoh perhitungan diatas

Tabel 4.18 *Availability* masing-masing komponen Mesin *Hot Press*

No	Nama Komponen	<i>Availability</i> (%)
1	Panel kontrol	94,68%
2	Motor listrik	81,04%
3	Termal oil	95,79%
4	Reservoir	95,08%
5	Plat penekan	90,14%
6	Silinder hidrolik	83,06%



4.2.9 RCM Decision Worksheet

Berdasarkan hasil identifikasi dan perhitungan diperoleh RCM *Decision Worksheet* yang dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut ini.

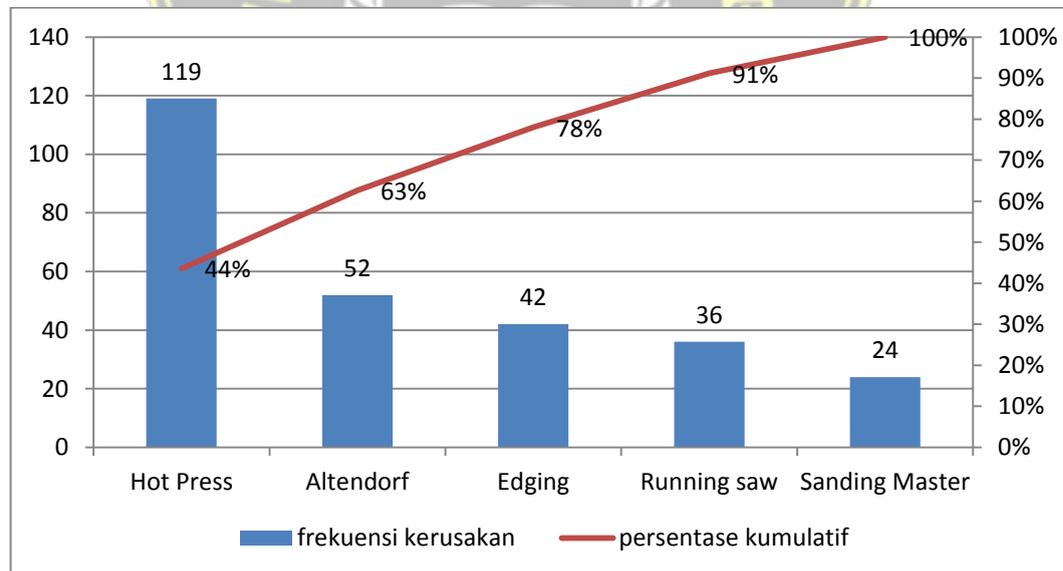
Tabel 4.19 RCM *Decision Worksheet* komponen Mesin *Hot Press*

RCM II <i>Decision Worksheet</i>		Sistem : Pengepresan													Proposed Task	Initial Interval	Can be done by
		Subsistem : Mesin <i>Hot Press</i>															
Information Reference				Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can be done by	
								S1	S2	S3							
No	Equipment	F	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4	Proposed Task	Initial Interval	Can be done by	
1	Panel Kontrol	A.1	A.1.1	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Scheduled on condition task	450,77	Mekanik	
2	Motor listrik	A.2	A.2.1	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Scheduled on condition task	336,55	Mekanik	
3	Termal oil	A.3	A.3.1	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Scheduled on condition task	289,51	Mekanik	
4	Reservoir	A.4	A.4.1	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Scheduled on condition task	302,08	Mekanik	
5	Plat Penekan	A.5	A.5.1	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Scheduled on condition task	456,69	Mekanik	
6	Silinder Hidrolik	A.6	A.6.1	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	N	Scheduled on condition task	564,93	Mekanik	

Pada penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh interval perawatan optimal yang dapat dijadikan acuan untuk melakukan perawatan. Komponen mesin *hot press* menjadi komponen kritis yang paling sering mengalami kerusakan. Kebijakan yang dapat diambil sebagai tindak lanjut perawatan mesin khususnya komponen mesin *hot press* yaitu *scheduled on condition task* yaitu melakukan deteksi kerusakan/kegagalan dengan cara inspeksi komponen tersebut.

4.2.10 Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)

merupakan metode yang menggambarkan keseluruhan proses secara lengkap dan sistematis dalam hal ini perawatan mesin (Matondang, 2013). Sistem yang akan dipilih pada penelitian ini yaitu mesin yang memiliki *downtime* paling tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data *downtime* yaitu mesin hot press sebanyak 119 jam, mesin veneer sebanyak 52 jam, mesin edging sebanyak 42 jam, mesin running saw sebanyak 32 jam, dan mesin sanding master sebanyak 24 jam selama periode Mei 2023-Agustus 2023



Gambar 4.20 Data *downtime* sistem mesin di PT Artem Internusa periode Mei 2023-Agustus 2023

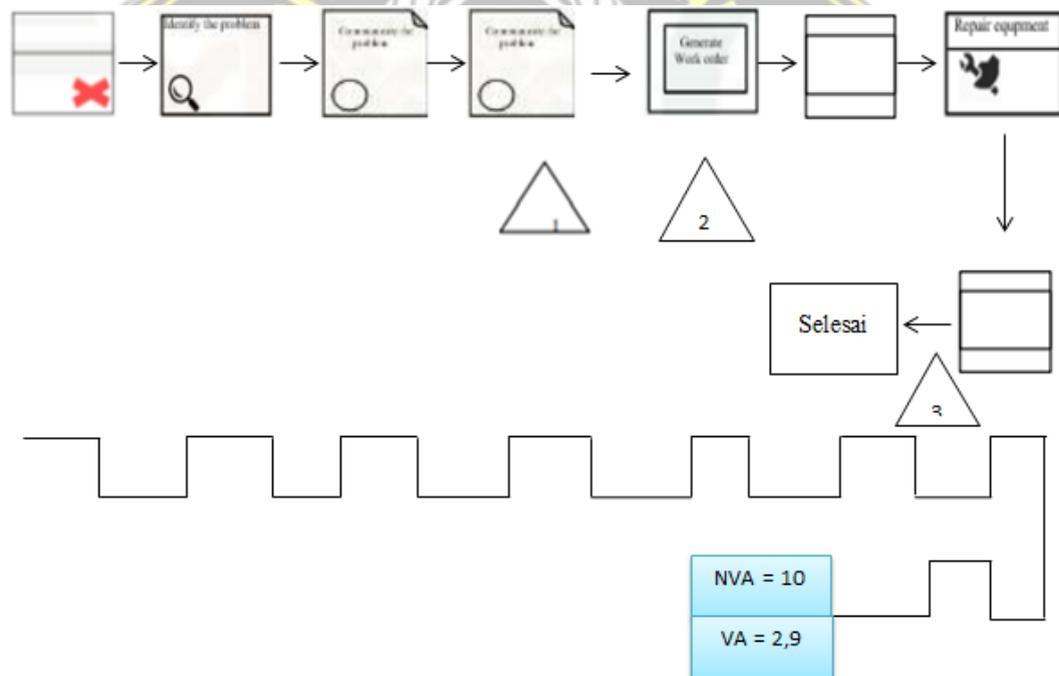
Data tersebut menunjukkan bahwa mesin *hot press* memiliki *downtime* yang paling tinggi diantara keempat mesin lainnya, dengan demikian mesin *hot press* dijadikan sebagai objek dalam penelitian ini.

Mesin *hot press* mempunyai 6 komponen utama penyusun mesin yaitu

panel kontrol, motor listrik, termal oil, reservoir, plat penekan, dan silinder hidrolik. Di antara komponen tersebut komponen motor listrik yang paling banyak mengalami kerusakan, dimana selama 4 bulan terakhir komponen motor listrik ini mengalami kerusakan sebanyak 4 kali, sedangkan silinder hidrolik sebanyak 3 kali, sedangkan kontrol panel, termal oil, reservoir, dan plat penekan hanya 2 kali saja. Dengan demikian perancangan perawatan mesin menggunakan metode MVSM berfokus pada komponen motor listrik.

4.2.11 *Current state map*

Current state map dalam metode MVSM menggambarkan perawatan aktual yang dilakukan oleh perusahaan. Perawatan aktual digambarkan menggunakan kerangka (*framework*) serta perhitungan terhadap komponen waktu perbaikan yaitu MTTO, MTTR, dan MTTY. *Current state map* aktivitas perawatan komponen motor listrik dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.21 Kerangka *current state map* komponen Motor Listrik

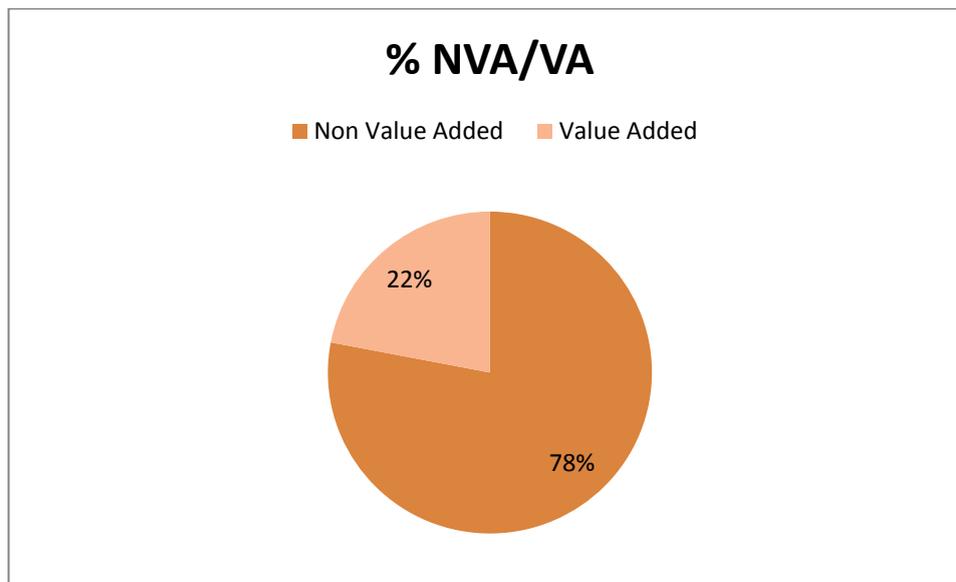
Kerangka tersebut menunjukkan bahwa aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah jauh lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas yang memberikan nilai tambah, dengan demikian perlu dilakukan pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada sistem perawatan komponen motor listrik pada

mesin *hot press*. Kerangka tersebut kemudian akan diakumulasikan dalam sebuah tabel sebagai berikut.

Tabel 4.20 Hasil Pengamatan Aktivitas Perawatan Komponen Motor Listrik

No	Aktivitas Perawatan	Durasi (Jam)	Kategori MMLT	NVA/VA
1	Kerusakan mesin	-	-	-
2	Pemeriksaan kerusakan oleh mekanik	0,4	MTTO	VA
3	Laporan ke kepala bagian produksi	0,5	MTTO	VA
4	Pengajuan penggantian komponen motor listrik/perbaikan ke bagian pengadaan	1	MTTO	NVA
5	menunggu ACC pimpinan	7	MTTO	NVA
6	Pembelian spare part	1	MTTO	NVA
7	Persiapan untuk perbaikan	0,5	MTTO	VA
8	Perbaikan komponen	1,5	MTTR	VA
9	Menjalankan mesin sekaligus melakukan pengecekan apakah mesin sudah berjalan normal atau tidak	1	MTTY	NVA
10	Perawatan mesin selesai	-	-	-
Jumlah MMLT			12,9	
MTTO			10,4	
MTTR			1,5	
MTTY			1	

Berdasarkan *current state map* tersebut dapat dilakukan analisis terhadap waktu yang memberikan nilai tambah dan tidak. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada perawatan komponen motor listrik yaitu selama 10 jam sedangkan aktivitas yang memberikan nilai tambah selama 2,9 jam. Presentase aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada perawatan komponen motor listrik yaitu sebesar 78%. Kondisi ini jauh lebih tinggi dibanding dengan aktivitas yang memberikan nilai tambah yaitu sebesar 22%, dengan demikian perlu diminimalisir dengan mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.



Gambar 4.22 Persentase Aktivitas NVA dan VA

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan MMLT, MTTR, MTTO, dan MTTY dapat dihitung efisiensi perawatan aktual pada komponen motor listrik. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa efisiensi perawatan aktual komponen motor listrik yaitu sebesar $VA/NVA \times 100\% = 2,9/10 \times 100\% = 29\%$. Kondisi ini akan meningkat dengan merancang *future state map* yaitu dengan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

4.2.12 Analisis Akibat Waktu Yang Tidak Bernilai Tambah/Delay

Analisis penyebab waktu tidak bernilai tambah/delay bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan adanya waktu yang tidak bernilai tambah/delay sehingga dapat dirumuskan tindakan perbaikan untuk masa mendatang. Analisis ini dilakukan menggunakan diagram sebab-akibat atau *fishbone* diagram. Faktor-faktor penyebab adanya waktu yang tidak bernilai tambah/delay diperoleh melalui observasi langsung, pengamatan lapangan, dan wawancara dengan beberapa pihak yang terkait dengan mesin. Beberapa faktor yang menyebabkan adanya waktu yang tidak bernilai tambah/delay di antaranya adalah:

1. Manusia

Faktor manusia dipengaruhi oleh beberapa penyebab, yaitu kurangnya pelatihan dan SDM, pemimpin jarang ke kantor, dan manager produksi sibuk. Hal

ini mengakibatkan adanya waktu yang tidak memberikan nilai tambah/delay.

2. Mesin

Faktor mesin dipengaruhi oleh beberapa penyebab, yaitu kondisi mesin yang cukup tua, dan urangnya alat pendukung sehingga operator harus menggunakan cara manual yang memakan waktu.

3. Lingkungan

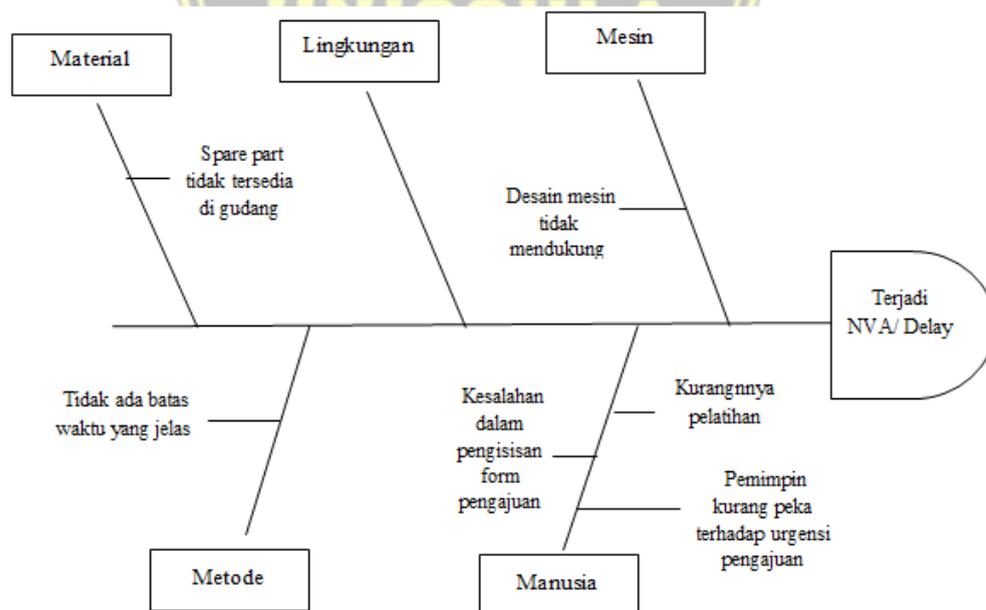
Dipengaruhi oleh beberapa penyebab, yaitu penempatan alat dan bahan tidak strategis dalam artian penempatannya masih bercampur/sama di tempat yang sama sehingga menyulitkan dalam mencarinya. Hal ini dapat menimbulkan adanya waktu yang tidak memberikan nilai tambah/delay.

4. Metode

Faktor metode dipengaruhi oleh pengumpulan data yang lambat (seperti komponen dan spesifikasi biaya), dan prioritas yang rendah (memprioritaskan kebutuhan yang dianggap lebih mendesak)..

5. Material

Faktor material dipengaruhi oleh tidak tersedianya suku cadang pada saat kerusakan terjadi. Ketidakterediaan suku cadang disebabkan oleh kesulitan mencari suku cadang yang sesuai dan belum adanya perencanaan suku cadang sebelum kerusakan terjadi.



Gambar 4.23 Diagram Sebab Akibat Dari Adanya Delay

Dari diagram diatas, dapat diuraikan menjadi beberapa yang mengalami pengurangan waktu :

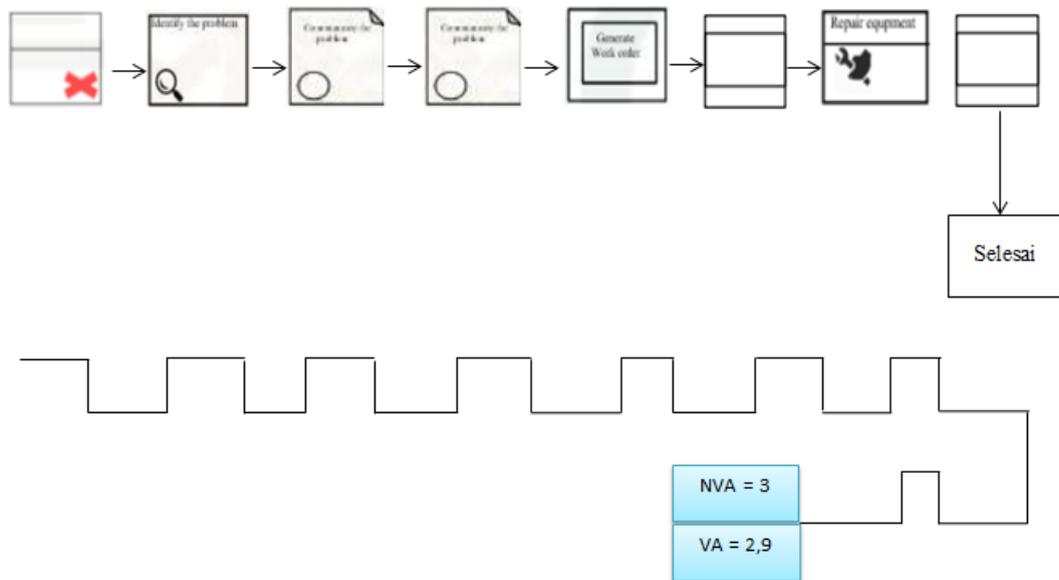
Tabel 4.20 Pengurangan Waktu Perbaikan Dari *Current State Map*

Faktor penyebab	NVA	Penyebab	Aktivitas perbaikan	Pengurangan waktu	
				Sebelum	Setelah
Manusia	1. Pengajuan pergantian komponen ke bagian pengadaan	Kesalahan dalam pengisian form pengajuan	-	1 jam	1 jam
	2. Menunggu acc pemimpin	pemimpin jarang ke kantor	Menyerahkan tugas ke manager produksi	7	2 jam
	3. Pembelian spare part	-	-	-	-
	4. Menjalankan sekaligus melakukan pengecekan mesin	Kurangnya pelatihan untuk multitasking yang efektif	-	0,4 jam	0,4 jam
Mesin	1. Pengajuan pergantian komponen ke bagian pengadaan	-	-	-	-
Lingkungan	2. Menunggu acc pemimpin	-	-	-	-
	3. Pembelian spare part	-	-	-	-
	4. Menjalankan sekaligus melakukan pengecekan mesin	Desain mesin yang tidak mendukung pengecekan sambil tetap beroperasi	-	1 jam	1 jam
	1. Pengajuan pergantian komponen ke bagian pengadaan	-	-	-	-
Lingkungan	2. Menunggu acc pemimpin	-	-	-	-
	3. Pembelian spare part	-	-	-	-
	4. Menjalankan sekaligus melakukan pengecekan mesin	-	-	-	-

Material	1. Pengajuan pergantian komponen ke bagian pengadaan	-	-	-	-
	2. Menunggu acc pemimpin	-	-	-	-
	3. Pembelian spare part	Spare part tidak tersedia di gudang	Menyetok atau melakukan pembelian di awal	1 jam	0
	4. Menjalankan sekaligus melakukan pengecekan mesin	-	-	-	-
Metode	1. Pengajuan pergantian komponen ke bagian pengadaan	-	-	-	-
	2. Menunggu acc pemimpin	Tidak ada batas waktu yang jelas untuk memberi acc	Menyertai batas waktu yang jelas ketika meminta pengajuan	2 jam	1 jam
	3. Pembelian spare part	-	-	-	-
	4. Menjalankan sekaligus melakukan pengecekan mesin	-	-	-	-

4.2.13 *Future state map*

Future state map merupakan perbaikan dari *current state map* dengan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah untuk meningkatkan efisiensi perawatan di masa depan. Berdasarkan *current state map* yang telah dibuat, dan analisa diagram sebab akibat penyebab lamanya waktu tunggu/delay, ada beberapa aktifitas yang perlu di lakukan perbaikan. Diantaranya yaitu menunggu acc dari pemimpin, persiapan untuk perbaikan, dan pembelian *spare part* pada saat mesin mengalami kerusakan. Oleh karena itu, usulan perubahan aktifitas pada *curret state map* perlu dilakukan agar mengurangi waktu tunggu/delay. Maka dibuat *future state map* dari analisis diatas sebagai berikut :



Gambar 4.24 Kerangka *Future State Map* Perawatan Motor Listrik

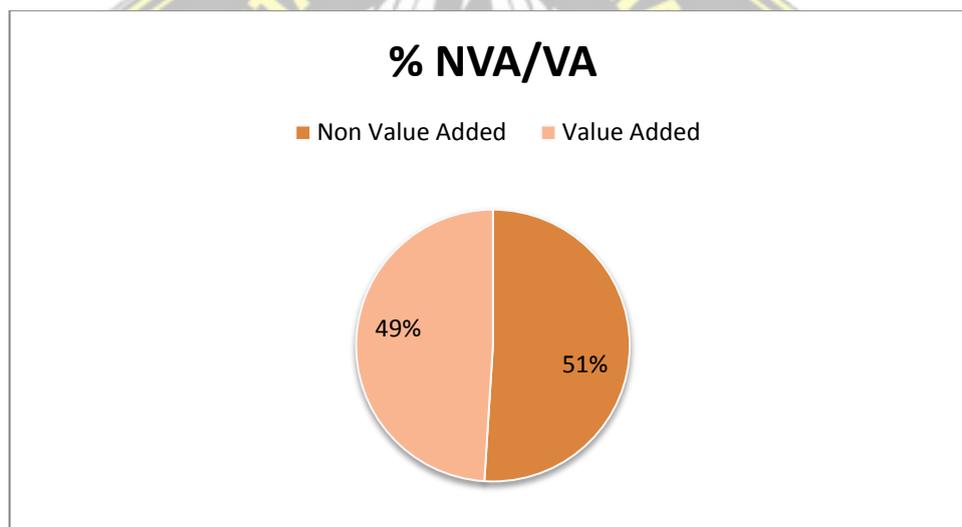
Berdasarkan *future state map* tersebut dapat dilakukan analisis terhadap waktu yang memberikan nilai tambah dan tidak. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada perawatan komponen motor listrik yaitu selama 2,9 jam sedangkan aktivitas yang memberikan nilai tambah selama 3 jam. Selanjutnya kerangka tersebut dimasukkan kedalam sebuah tabel sebagai berikut.

Tabel 4.21 Hasil Rancangan Aktivitas Perawatan Komponen Motor Listrik

No	Aktivitas Perawatan	Durasi (Jam)	Kategori MMLT	NVA/VA
1	Kerusakan mesin	-	-	-
2	Pemeriksaan kerusakan oleh mekanik	0,4	MTTO	VA
3	Laporan ke kepala bagian produksi	0,5	MTTO	VA
4	Pengajuan penggantian komponen motor listrik/perbaikan ke bagian pengadaan	1	MTTO	NVA
5	Menunggu acc manager produksi	1	MTTO	NVA
6	Pembelian spare part	-	-	-
7	Persiapan untuk perbaikan	0,5	MTTO	VA
8	Perbaikan komponen	1,5	MTTR	VA
9	Menjalankan mesin sekaligus melakukan pengecekan apakah mesin sudah berjalan normal atau tidak	1	MTTY	NVA
10	Perawatan mesin selesai	-	-	-
Jumlah MMLT		5,9		

MTTO	3,4
MTTR	1,5
MTTY	1

Rancangan tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengurangan jumlah waktu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebesar 7 jam dari kondisi perawatan aktual. Beberapa pengurangan aktivitas perawatan ini dilakukan dengan memperpendek alur regulasi penggantian komponen mesin serta mengurangi penundaan akibat menunggu acc pemimpin. Berdasarkan perhitungan MMLT, MTTR, MTTO, dan MTTY, dapat dihitung persentase NVA dan VA. Hasil perhitungan menunjukkan persentase NVA sebesar 49% dan VA sebesar 51%. Jika dibandingkan dengan perawatan aktual, terjadi peningkatan aktivitas yang memberikan nilai tambah sebesar 27% dan penurunan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebesar 27%.



Gambar 4.25 Persentase NVA dan VA rancangan perawatan Usulan

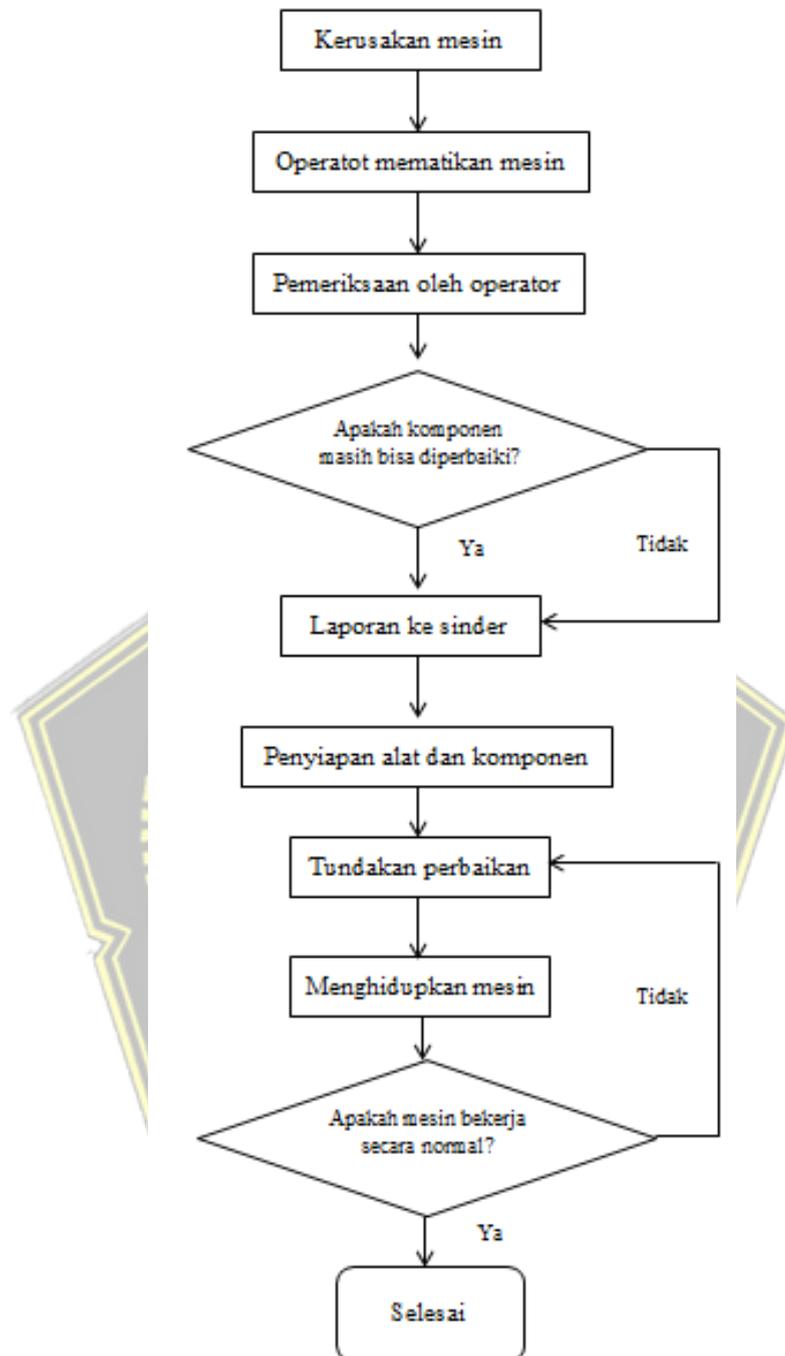
Berdasarkan perhitungan diatas juga dapat dihitung efisiensi perawatan yaitu sebesar $VA/NVA \times 100\% = 2,9/3 \times 100\% = 96,66\%$. Hasil tersebut meningkat sebesar 67% dari perawatan aktual.

4.2.14 Rekomendasi Perbaikan

Dari diagram sebab akibat dapat diketahui bahwa terdapat beberapa sebab yang berakibat terjadinya delay, sehingga diberikan rekomendasi dengan tujuan untuk meminimalkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan membuat

aktivitas perawatan menjadi seefisien mungkin. Sebagai rekomendasi yang diberikan yaitu sebagai berikut:

1. Pembelian *spare part* dilakukan di awal sebelum kerusakan
Pembelian suku cadang dilakukan di awal guna mengurangi *downtime* yang disebabkan oleh kerusakan mesin yang tiba-tiba. Dengan membeli suku cadang sebelumnya, proses perbaikan atau penggantian komponen yang rusak dapat dilakukan dengan lebih cepat.
2. Reposisi alat dan bahan (*spare part*)
Reposisi alat dan bahan agar lebih dekat dengan area kerja untuk mengurangi waktu pencarian dan pergerakan yang tidak perlu.
3. Training dan pelatihan operator/mekanik
Pembinaan dan pelatihan guna menyiapkan tenaga kerja terampil untuk melakukan pemeliharaan mesin sehingga apabila terjadi kerusakan tidak perlu memanggil bengkel dari luar dan perbaikan dapat dilakukan seefisien mungkin. pelatihan dan pengembangan teknisi dapat mengurangi waktu dan biaya perbaikan, karena teknisi yang terlatih dapat menangani kerusakan sendiri. Dengan keterampilan yang mumpuni, mekanik dapat melakukan perbaikan internal, menghindari biaya tambahan dari bengkel luar, dan mengalihkan anggaran tersebut untuk kebutuhan lain.
4. Pembuatan SOP (*Standard Operational Procedure*)
Diberikan rekomendasi pembuatan SOP yang baku guna meminimalkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah serta delay akibat aktivitas perawatan komponen mesin. Pembuatan SOP didasarkan pada pembuatan *current state map* dan *future state map* serta perhitungan MTTO, MTTR, dan MTTY. Prosedur perbaikan komponen mesin *hot press* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.26 SOP Perawatan Komponen Mesin *Hot Press*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Interval perawatan optimal pada mesin *hot press* ott komponen panel kontrol yaitu 450,77 hari, motor listrik 336,55 hari, termal oil 289,51 hari, reservoir 302,08 hari, plat penekan 456,69 hari, dan silinder hidrolik 564,93 hari.
2. Presentase NVA pada perawatan aktual komponen motor listrik pada mesin *hot press* ott yaitu sebesar 78% dan VA sebesar 22%, sedangkan perawatan usulan memiliki persentase aktivitas NVA yaitu 51% dan aktivitas VA 49%. Apabila dibandingkan perawatan aktual terjadi peningkatan aktivitas yang memberikan nilai tambah sebesar 27% dan penurunan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebesar 27%. Perawatan aktual komponen mesin *hot press* ott menghasilkan efisiensi perawatan sebesar 29% sedangkan untuk perawatan usulan menghaiikan efisiensi sebesar 96,6%, terdapat peningkat sebesar 67%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan unsur biaya didalamnya dengan tujuan mengetahui keefektifan rancangan perawatan.
2. Perusahaan perlu melakukan pengecekan dan pemeliharaan mesin secara rutin serta pembelian *spare part* sebelum terjadi kerusakan.
3. Perlu adanya pembinaan dan pelatihan bagi operator atau mekanik guna mengurangi waktu dan biaya perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, R., Rofi, S., Achmadi, F., Industri, M. T., & Industri, F. T. (2022). Strategi Perawatan pada *Recompressor Cooler* dengan Metode MVSM dan RCM II. *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan II*, 145–151.
- Andriyani, A., & Rumita, R. (2017). Analisis Upaya Pengendalian Kualitas Kain Dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (Fmea) Pada Mesin *Shuttel* Proses *Weaving* PT Tiga Manunggal Synthetic Industries. *Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*, 6(1), 1–8.
- Assauri, S. (2018). *Manajemen produksi dan operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 21(1)
- Damanik, G. M., Soekarno, S., & Suryaningrat, I. B. (2020). Perancangan Sistem Perawatan Komponen V-Belt Pada Sistem Transmisi Dengan Metode Rcm Dan Mvsm (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(4), 287.
- Ebeling, H., Edge, A. C., Böhringer, H., Allen, S. W., Crawford, C. S., Fabian, A. C., Voges, W., & Huchra, J. P. (1998). The ROSAT Brightest Cluster Sample - I. The compilation of the sample and the cluster log N-log S distribution. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 301(4), 881–914. <https://doi.org/10.1046/j.1365-8711.1998.01949.x>
- Fakhrul Muqauwim, M., Elvian Gayuh Prasetya, H., & Anggun Nurisma, R. (2020). Analysis of Optimal Maintenance Interval on ID Fan Using Reliability Centered Maintenance. *IES 2020 - International Electronics Symposium: The Role of Autonomous and Intelligent Systems for Human Life and Comfort*, 48–53. <https://doi.org/10.1109/IES50839.2020.9231806>
- Fitri, M., & Farid, M. (2023). Perawatan Mesin Crusher Menggunakan Metode RCM dan MVSM di PT. Galatta Lestarindo Sijunjung. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 52–57. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v13i1.92>
- Ilie, G., & Ciocoiu, C. N. (2010). Application Of Fishbone Diagram To Determine The Risk Of An Event With Multiple Causes Management Research

- Application Of Fishbone Diagram To Determine The Risk Of An Event With Multiple Causes. *Management Riserch and Practice*, 2(1), 1–20.
- Kannan, S., Li, Y., Ahmed, N., & El-Akkad, Z. (2007). Developing a Maintenance Value Stream map. *Institute of Industrial Engineers, Technical Societies and Divisions Lean Conference Proceedings*, 1–8.
- Kowalik, K. (2018). Diagram Pareto-Lorenza w teorii i praktyce zarządzania jakością Pareto-Lorenz Diagram in theory and practice of quality management. *Archives of Engineering Knowledge*, 3(1), 22–24. www.qpij.pl
- Masruroh, N. A., & Prasetyorini, A. V. (2015). Model Penjadwalan Pengiriman Pasokan pada Strategi Multi-Supplier dengan Variasi Harga dan Lead Time untuk Permintaan Stokastik. *Jurnal Teknik Industri*, 17(1), 35–46. <https://doi.org/10.9744/jti.17.1.35-46>
- M. Nanda Firlana (2023). *Strategi Perawatan Mesin Di Line Sabroe*. *Jurnal Kendali Teknik dan Sains I*(2).
- Moubray, J. (1997). *Reability-Centered Maintenance* (Edisi kedua). Industrial Press Inc.
- Nico Pranata Mulya. (2023). Machine Maintenance Scheduling Design Using Reability Centered Maintenance (RCM) method and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) at XYZ. *International Journal of Economics (IJEK)*, 2(1), 87–101. <https://doi.org/10.55299/ijec.v2i1.430>
- Pattiapon, M. L. (2024), *Analisis Perawatan Mesin Cetak Paving Block / Pattiapon Aalisis Perawatan Mesin Cetak Paving Block Di UD. X Dengan Pendekatan Reability Centered Maintenance Dan Maintenance Value Stream Mapping*. *Industri Inovatif-Jurnal Teknik Industri ITN Malang* 22–30.
- Pintelon, L. M., & Gelders, L. F. (1992). Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, 58(3), 301–317. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90062-E](https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90062-E)
- Prasetyo Lukodono, R., Soenoko, R., Haryono, J. M., (2013). Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(1), 43–52.
- Pratama Putra, R., & Endih Nurhidayat, A. (2022). Manajemen Perawatan Mesin

- Genset Gedung Plaza Mandiri Menggunakan Metode Realibility Centered Maintenance dan Maintenance Value Stream Map. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(10), 1101–1116. <https://doi.org/10.36418/jist.v3i10.514>
- Rani Rumita, K. (2014). Perencanaan Sistem Perawatan Mesin Urbannyte Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) (Studi Kasus di departmen produksi PT. Masscom Graphy, Semarang). *Industrial Engineering Online Journal*, 3(4), 1–8.
- Saifuddin, J. A., Nugraha, I., & Winursito, Y. C. (2023). *Machine Maintenance in the Sabroe Line Using Reliability Centered Maintenance (RCM) and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Methods*. International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology, 212–217. <https://doi.org/10.11594/nstp.2023.3630>
- Sembiring, N., Panjaitan, N., & Angelita, S. (2018). Design of preventive maintenance system using the reliability engineering and maintenance value stream mapping methods in PT. XYZ. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012128>
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2003). *RCM--Gateway to world class maintenance*. Elsevier.
- Syafei, M. I. (2022). Perencanaan Perawatan Mesin dengan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus: PT. Nusa Indah Jaya). *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2). <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/integrasi>
- Syakhroni, A., Kurniawan, A. E., Khoiriyah, N., & Sagaf, M. (2020). Penentuan Strategi Perencanaan Pemeliharaan Mesin Pulverizer Boiler Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II (Studi Kasus : PT. TJB Power Services). *Semarang: Jurnal Rekayasa Sistem Dan Industri* , 8.
- Togap, E., Sihombing, S., Nursanti, E., & Hariyanto, S. (2022). *Usulan Tindakan Pemeliharaan Mesin Stacker untuk Menurunkan Waste Dengan Metode MVSM*. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang