



**PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN METODE
*RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN MAINTENANCE
VALUE STREAM MAPPING (MVSM)***

(Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember)

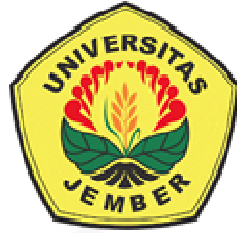
SKRIPSI

Oleh:

Gray Miller Damanik
NIM 161710301010

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN METODE
*RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN MAINTENANCE
VALUE STREAM MAPPING (MVSM)***

(Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember)

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1)

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Gray Miller Damanik

NIM 161710301010

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Puji serta syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan hikmat, kesehatan, dan berkat yang luar biasa melimpah hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan diselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan partisipasi dari beberapa pihak, oleh karena itu saya persembahkan skripsi ini untuk:

1. Kedua orang tua saya yang telah melahirkan, membimbing, menasehati, membesarkan hingga menyekolahkan saya, ini menjadi bukti bakti, hormat, dan rasa trimakasih kepada ayah dan ibu.
2. Keluarga dan saudara-saudara yang mendukung penuh dalam masa perkuliahan.
3. Guru-guru saya mulai dari SD hingga SMA yang telah mendidik dan memotivasi.
4. Almamater tercinta Universitas Jember.
5. Rekan-rekan pengurus HIMATIRTA yang sudah memberikan pengalaman yang berharga.
6. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember angkatan 2016 yang saya sayangi dan banggakan.
7. Untuk sahabat saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

MOTTO

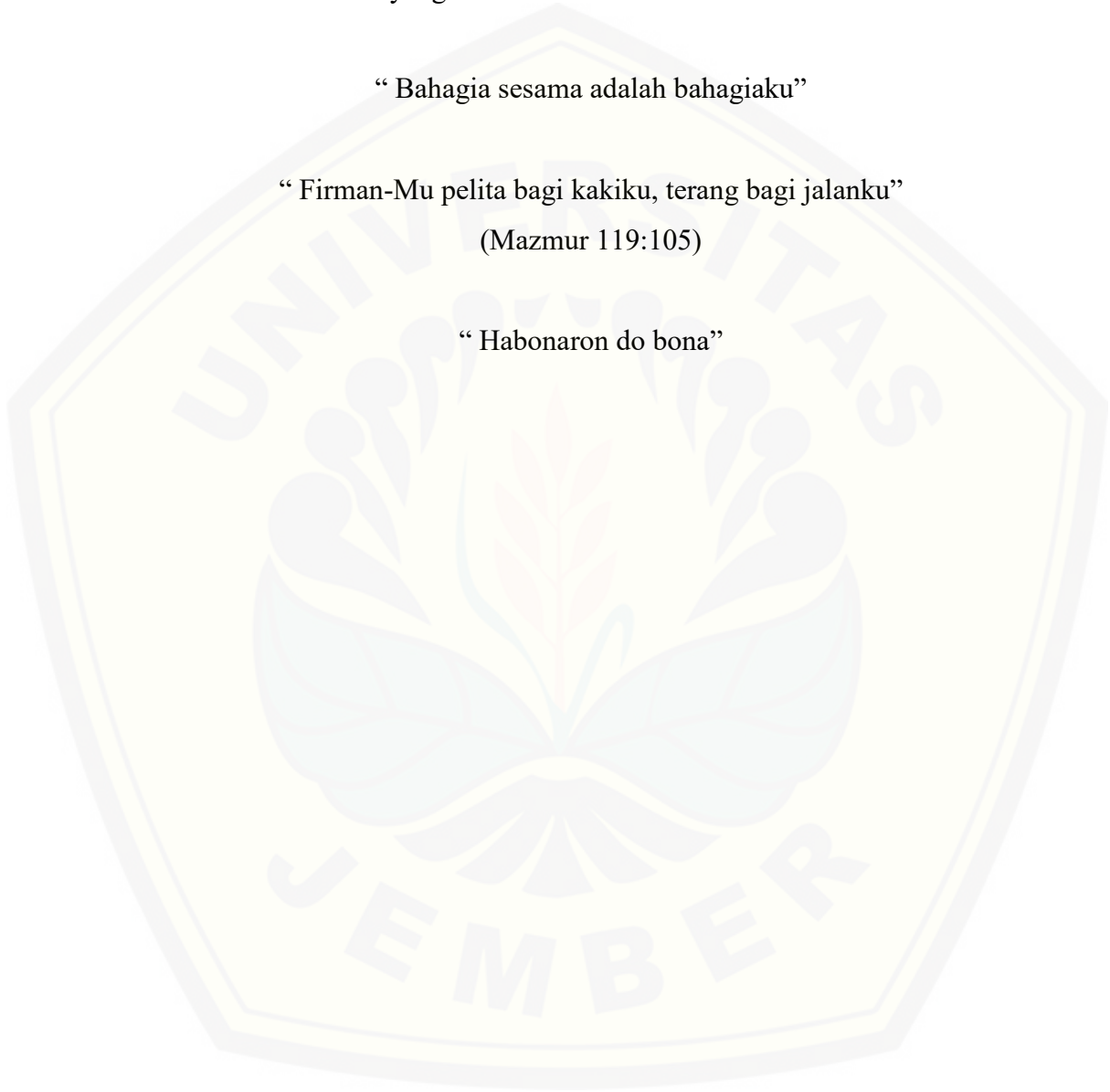
“ Semua adalah titipan, janganlah menjadi manusia yang angkuh, jadilah manusia yang diberkati untuk memberkati”

“ Bahagia sesama adalah bahagiaku”

“ Firman-Mu pelita bagi kakiku, terang bagi jalanku”

(Mazmur 119:105)

“ Habonaron do bona”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gray Miller Damanik

NIM : 161710301010

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM) (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember)*”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Juni 2020

Yang menyatakan,

Gray Miller Damanik
NIM 161710301010

SKRIPSI

“PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN METODE
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN MAINTENANCE
VALUE STREAM MAPPING (MVSM) (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool
Zidam V/Brawijaya Jember)”

Oleh

Gray Miller Damanik

NIM 161710301010

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggo : Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM) (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember)” karya Gray Miller Damanik telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 17 Juni 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP 196809231994031003

Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M.
NIP 197008031994031004

Tim Penguji:

Dosen Penguji Utama,

Dosen Penguji Anggota,

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng. M.Phil.
NIP 196412311989021040

Bertung Suryadharma S.ST., M.Kom.
NIP 760018063

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP 196809231994031003

RINGKASAN

Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) (Studi Kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember); Gray Miller Damanik, 161710301010; 2020: 116 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jember.

Industri manufaktur merupakan cabang industri yang mengaplikasikan mesin, peralatan, dan tenaga kerja untuk memudahkan pabrik mengolah bahan mentah menjadi produk bernilai jual. Kinerja mesin menjadi salah satu hal yang mutlak diperhatikan untuk menjamin kelancaran produksi, oleh karena itu tindakan pemeliharaan menjadi salah satu hal yang wajib dilakukan oleh perusahaan atau industri manufaktur. Pemeliharaan atau *maintenance* adalah investasi yang secara tidak langsung memberikan profit bagi sebuah perusahaan. Salah satu industri manufaktur yang berada di kabupaten Jember yaitu PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya yang mengolah lateks menjadi produk setengah jadi yaitu *crepe rubber*. *Crepe rubber* adalah produk olahan lateks berupa lembaran tipis dari hasil lateks yang digumpalkan, digiling, dan dijemur dengan cara diangin-anginkan. Mesin-mesin produksi yang digunakan pada PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya merupakan mesin-mesin tua peninggalan inggris yang merupakan pendiri dan pengelola awal perusahaan ini. Total kerusakan mesin pada 4 tahun terakhir pada perusahaan ini yaitu sebanyak 58 kasus. Sistem breakdown adalah sistem pemeliharaan yang diterapkan oleh perusahaan, dengan demikian perlu evaluasi dan pengembangan *maintenance* untuk memastikan keandalan mesin.

Tujuan penelitian ini yaitu melakukan perencanaan perawatan mesin pada PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya, mengevaluasi efisiensi perawatan mesin, mengurangi resiko penurunan kualitas akibat mesin breakdown, dan membuat jadwal terencana penggantian komponen mesin. Terdapat dua metode

yang digunakan yaitu *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM). Metode ini sangat efektif digunakan dalam pengembangan maintenance yaitu dengan menjamin setiap aset bekerja sesuai dengan fungsinya serta memvisualisasikan aliran material dan informasi untuk meningkatkan efisiensi perawatan mesin.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa sistem perawatan mesin yang dilakukan efektif meningkatkan keandalan mesin. Hal tersebut dapat dilihat dari rendahnya nilai downtime dan meningkatnya efisiensi perawatan mesin. Komponen yang diteliti berfokus pada sistem transmisi yaitu komponen *V-Belt* yang terdiri dari *V-Belt* penghantar daya dari penggerak, *V-Belt* penghantar daya ke mesin finishing, *V-Belt* penghantar daya ke mesin penghancur, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*, dan *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT. Pemilihan tersebut didasarkan pada tingkat frekuensi kerusakan dan kemungkinan untuk dilakukan jadwal terencana. Dengan melakukan perhitungan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* diperoleh jadwal pergantian komponen *V-Belt* penghantar daya dari sistem penggerak yaitu 437,4 hari, *V-Belt* penghantar daya ke mesin finishing 527,39 hari, *V-Belt* penghantar daya ke sistem penghancur 557,73 hari, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one* 557,73 hari, dan *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT 500,05 hari. Penjadwalan penggantian komponen tersebut memiliki downtime yang relatif kecil yaitu *V-Belt* penghantar daya ke sistem penggerak 0,0066, *V-Belt* penghantar daya ke mesin finishing 0,0057, *V-Belt* penghantar daya ke sistem penghancur 0,0066, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one* 0,0066, dan *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT 0,0069. Evaluasi aktivitas perawatan menggunakan metode *Maintenance Value Stream Mapping* diperoleh bahwa terjadi peningkatan efisiensi perawatan sebesar 36,42% serta berkurangnya waktu yang tidak memberikan nilai tambah sebanyak 19,37%. Berdasarkan evaluasi menggunakan diagram sebab akibat diberikan usulan perbaikan yaitu penerapan 5S, penyederhaan SOP, pemesanan *spare part* di awal, dan pembinaan mekanik.

SUMMARY

Engine Maintenance System Design with Reliability Centered Maintenance (RCM) and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) (Case Study of PT Perkebunan Sentool Zidam V / Brawijaya Jember); Gray Miller Damanik, 161710301010; 2020: 116 pages; Departement of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture Technology University of Jember.

The manufacturing industry is that applies machinery, equipment, and labor to facilitate factories to process raw materials into value-selling products. The performance of machines is one of the things that absolutely must be considered to ensure smooth production, therefore maintenance is one of the things that must be done by companies or manufacturing industries. Maintenance is an investment that indirectly provides profit for a company. One of the manufacturing industries in Jember Regency is PT Perkebunan Sentool Zidam V / Brawijaya, which processes latex into semi-finished products, namely crepe rubber. Crepe rubber is a processed latex product in the form of thin sheets of latex that are agglomerated, ground, and dried by aerating. The production machines used at PT Perkebunan Sentool Zidam V / Brawijaya are old English heritage machines which were the founders and initial managers of this company. The total damage to the machine in the last 4 years in this company is 58 cases. A Breakdown system is a maintenance that is implemented by the company, so it needs evaluation and development of maintenance to ensure the reliability of the machine.

The purpose of this study is to plan engine maintenance at PT Perkebunan Sentool Zidam V / Brawijaya, evaluate the efficiency of engine maintenance, reduce the risk of quality degradation due to engine breakdown, and make a planned schedule for replacement of engine components. There are two methods used, namely Reliability Centered Maintenance (RCM) and Maintenance Value Stream Mapping (MVSM). This method is very effective in the development of maintenance, namely by ensuring that each asset works in accordance with its

functions and visualizing the flow of material and information to improve engine maintenance efficiency.

Based on research that has been done, it is obtained that the engine maintenance system that is carried out is effective in increasing the reliability of the engine. This can be seen from the low value of downtime and increasing engine maintenance efficiency. The components studied focus on the transmission system, namely the V-Belt component consisting of the V-Belt delivering power from the drive, V-Belt delivering power to the finishing machine, V-Belt delivering power to the crusher, V-Belt delivering the power to the six in one, and the V-Belt delivers power to the GT engine. The selection is based on the level of frequency of damage and the possibility of a planned schedule. By calculating using the Reliability Centered Maintenance method, it is obtained the schedule of changing the V-Belt component of power delivery from the drive system, which is 437.4 days, the V-Belt delivering power to the finishing machine 527.39 days, the V-Belt delivering power to the crushing system 557.73 days, the V-Belt conducts power to the six in one engine 557.73 days, and the V-Belt delivers power to the GT engine 500.05 days. The scheduling of component replacement has a relatively small downtime, namely power-delivering V-belts to the drive system 0.0066, power-delivering V-belts to the finishing machine 0.0057, power-carrying V-belts to the shredder system 0.0066, conductor-belt V-belts power to the 0.0066 six in one engine, and V-Belt conductor power to the 0.0069 GT engine. Evaluation of maintenance activities using the Maintenance Value Stream Mapping method showed that there was an increase in maintenance efficiency of 36.42% and a reduction in time that did not provide the added value of 19.37%. Based on the evaluation using a causal diagram given the proposed improvements that are the application of 5S, simplification of SOP, ordering spare parts at the beginning, and mechanical guidance.

PRAKATA

Puji serta syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan hikmat serta karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“PERANCANGAN SISTEM PERAWATAN MESIN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN MAINTENANCE VALUE STREAM MAPPING (MVSM) (Studi kasus PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya)”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada;

1. Orangtua, Bapak Darisman Damanik dan Ibu Hotland Juliana Lumban Tobing yang setiap hari mendoakan, mendidik, dan memberikan dukungan selama ini.
2. Saudara, Risland Fernando Damanik, Arkemo Damanik, dan Rani Paima Damanik yang telah memberikan dukungan selama ini.
3. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember sekaligus menjadi dosen pembimbing utama yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan civitas akademik Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ilmu perkuliahan selama ini.
5. Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian.
6. Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Anggota skripsi yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama ini.
7. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng. M.Phil., selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan masukan, evaluasi, dan perbaikan penulisan skripsi.
8. Bertung Suryadharma S.ST., M.Kom., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan masukan, evaluasi, dan perbaikan penulisan skripsi.

9. PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya yang telah memberikan izin melaksanakan penelitian serta memberikan informasi dan data yang dibutuhkan dalam penelitian.
10. Rekan-rekan, sahabat, dan alumni Himpunan Mahasiswa Teknologi Industri Pertanian (HIMATIRTA) Universitas Jember yang telah berbagi pengalaman dan ilmu berorganisasi.
11. NHKBP Jember yang telah menerima dengan hangat selama perkuliahan di Jember serta yang telah mengajarkan arti kekeluargaan di perantauan.
12. Rekan-rekan satu angkatan mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jember angkatan 2016 yang telah banyak berbagi suka dan duka selama berkuliah di Universitas Jember.
13. Sahabat yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penyusunan skripsi ini dilaksanakan sebaik-baiknya, namun apabila terdapat kekurangan penulis terbuka akan saran dan kritik yang membangun. Semoga karya ilmiah ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca untuk menambah wawasan.

Jember, 17 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Manajemen Perawatan	5
2.2. Jenis-Jenis Pemeliharaan	6
2.2.1. Pemeliharaan Pencegahan (<i>Preventive Maintenance</i>).....	6
2.2.2. Pemeliharaan Korektif (<i>Corrective Maintenance</i>)	6
2.2.3. Pemeliharaan Berjalan (<i>Running Maintenance</i>).....	7
2.2.4. Pemeliharaan Prediktif (<i>Predictive Maintenance</i>).....	7

2.2.5. Pemeliharaan Setelah Terjadi Kerusakan (<i>Breakdown Maintenance</i>) ..	7
2.2.6. Pemeliharaan Darurat (<i>Emergency Maintenance</i>).....	7
2.2.7. Pemeliharaan Rutin (<i>Routine Maintenance</i>).....	7
2.2.8. Pemeliharaan Berhenti (<i>Shutdown Maintenance</i>).....	7
2.2.9. <i>Design Out Maintenance</i>	8
2.3. Fungsi Maintenance	8
2.4. Tujuan Maintenance	8
2.5. Reliability Centered Maintenance (RCM)	9
2.6. Teknik FMEA	12
2.7. Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)	15
2.7.1. <i>Framework</i> (Kerangka).....	16
2.7.2. <i>Current state map</i>	16
2.7.3. <i>Future state map</i>	16
2.8. Penelitian Terdahulu	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.3. Pengambilan Data	19
3.4. Metode Pengolahan Data	21
3.4.1. Penentuan Interval Perawatan dan Jenis Aktivitas Perawatan.....	21
3.4.2 Mengurangi Kegiatan <i>Yang tidak memberikan nilai tambah</i>	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Gambaran Umum Perusahaan	29
4.1.1 Sejarah dan Profil.....	29
4.1.2 Identifikasi Permasalahan	30
4.2 Pengumpulan Data	31
4.2.1 Data Historis Kerusakan	31
4.2.2 Interval waktu kerusakan	32

4.2.3 Waktu antar perbaikan	32
4.3 Reliability Centered Maintenance (RCM)	33
4.3.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi	33
4.3.2 Definisi Batasan Sistem	34
4.3.3 Deskripsi Sistem dan Blok Fungsi	34
4.3.4 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi	36
4.3.5 <i>Failure mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	37
4.3.6 <i>Logic Tree Analysis</i>	39
4.3.7 Pemilihan Tindakan	46
4.3 Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)	55
4.3.1 Current state map	56
4.3.3 Analisa Penyebab Perawatan Kurang Efisien	61
4.3.4 Rekomendasi perbaikan	63
BAB 5. PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Severity	28
Tabel 2.2 Occurrence.....	29
Tabel 3.1 Metode pengumpulan data yang dibutuhkan.....	34
Tabel 3.2 Penentuan persyaratan kondisi proactive task dalam RCM.....	39
Tabel 4.1 Persentase kumulatif mesin pada masing-masing stasiun.....	47
Tabel 4.2 Interval waktu kerusakan komponen V-Belt pada sistem transmisi.....	48
Tabel 4.3 Waktu antar perbaikan.....	49
Tabel 4.4 SWBS sistem transmisi PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya..	53
Tabel 4.5 Fungsi sistem dan kegagalan fungsi.....	54
Tabel 4.6 Penyusunan Failure mode and effect analysis sistem transmisi.....	55
Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil pertanyaan LTA dan pengkategorian mode kerusakan.....	62
Tabel 4.8 Rekapitulasi pemilihan tindakan.....	64
Tabel 4.9 Hasil pengujian distribusi data waktu antar kerusakan.....	65
Tabel 4.10 Hasil pengujian distribusi data waktu antar perbaikan.....	65
Tabel 4.11 Hasil perhitungan MTTF dan MTTR.....	66
Tabel 4.12 Perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan komponen V-Belt.....	67
Tabel 4.13 Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan.....	67
Tabel 4.14 Rata-rata jumlah kerusakan.....	68
Tabel 4.15 Frekuensi pemeriksaan optimal.....	68
Tabel 4.16 Interval waktu penggantian komponen mesin.....	69
Tabel 4.17 Nilai downtime.....	69
Tabel 4.18 Availability masing-masing komponen V-Belt.....	70
Tabel 4.19 RCM Decision Worksheet.....	71
Tabel 4.20 Hasil pengamatan aktivitas perawatan komponen V-Belt.....	74
Tabel 4.21 Hasil rancangan aktivitas perawatan komponen V-Belt usulan.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Peta lokasi PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya.....44

Gambar 4.2 Grafik kerusakan mesin pada masing masing sistem.....47

Gambar 4.3 Blok diagram sistem transmisi PT Perkebunan Sentool Zidam/Brawijaya.....52

Gambar 4.4 SWBS sistem Transmisi PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya.....53

Gambar 4.5 *Logic tree analysis V-Belt* penghantar daya ke sistem penggerak....57

Gambar 4.6 *Logic tree analysis V-Belt* penghantar daya ke sistem mesin *finishing*.....58

Gambar 4.7 *Logic tree analysis V-Belt* penghantar daya ke sistem mesin penghancur.....59

Gambar 4.8 *Logic tree analysis V-Belt* penghantar daya ke sistem mesin *six in one*.....60

Gambar 4.9 *Logic tree analysis V-Belt* penghantar daya ke sistem mesin GT....61

Gambar 4.11 Data *downtime* sistem mesin di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya periode Februari 2016-Februari 2020.....72

Gambar 4.12 Kerangka *current state map* komponen *V-Belt*73

Gambar 4.13 Persentase aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan aktivitas yang memberikan nilai tambah.....75

Gambar 4.14 Kerangka *future state map* perawatan *V-Belt*.....76

Gambar 4.15 Persentase NVA dan VA rancangan perawatan dimasa yang akan dating.....78

Gambar 4.16 Diagram sebab akibat penyebab perawatan mesin kurang efisien...80

Gambar 4.17 SOP Perawatan Komponen *V-Belt*.....8

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Agroindustri adalah kegiatan yang memanfaatkan hasil pertanian sebagai bahan baku, merancang dan menyediakan peralatan serta jasa untuk kegiatan tersebut. Dalam sebuah industri yang bergerak dibidang pertanian, kelancaran dalam proses produksi adalah salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menjaga kinerja perusahaan. Dalam dunia agroindustri, sebagian besar bahannya adalah bersifat *perishable* atau mudah rusak, hal tersebut yang menjadi salah satu faktor penyebab sebuah industri harus menjaga kelancaran produksinya (Murdijati dan Yuliana, 2018).

Mesin dan peralatan merupakan salah satu aspek produksi yang perlu mendapat perhatian oleh perusahaan, oleh karena itu perlu dilakukan tindakan perawatan (*maintenance*) untuk menjaga kualitas, menghindari kegiatan yang membahayakan pekerja, mengurangi *downtime*, dan memaksimalkan produksi. *Maintenance* adalah investasi perusahaan yang secara tidak langsung mempengaruhi *profit* perusahaan, akan tetapi masih banyak perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang agroindustri melakukannya ketika terjadi kerusakan. Hal tersebut tentu dapat menimbulkan *downtime* yang akan menambah biaya dan penyerapan bahan baku yang tidak berjalan normal. Hal semacam itu tentu menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Perawatan yang dilakukan pada umumnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah (*value added activity*) dan tidak memberikan nilai tambah (*non value added activity*). Hal tersebut dapat menimbulkan pemborosan aktivitas yang akan berpengaruh pada terhambatnya aliran material proses produksi, dengan demikian perusahaan perlu memvisualisasikan aliran material dan informasi serta mengeliminasi aktivitas-aktivitas pemborosan sehingga kegiatan yang diharapkan dapat berjalan dengan efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh Oktalisa, dkk (2013) tentang sistem perencanaan perawatan mesin ditemukan bahwa metode perawatan *Reliability*

Engineering dan MVSM yang disusulkan potensial terhadap penurunan *downtime*. Dari penelitian tersebut diperoleh mesin kritis dan mesin yang berjalan normal dan berdasarkan kriteria MTTF (*Mean Time To Failure*) didapatkan jadwal penggantian komponen mesin. Dengan menggunakan metode yang sama penelitian yang dilakukan oleh Lukodono, dkk (2013) menunjukkan bahwa usulan perbaikan menggunakan metode tersebut dapat meningkatkan efisiensi perawatan.

Berdasarkan referensi dan rujukan diatas, maka peneliti ingin meneliti dan memberikan solusi bagi permasalahan pada PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember. Perusahaan tersebut merupakan industri pengolahan *Crepe Rubber* atau lateks yang digumpalkan berupa lembaran. Pada pengaplikasiannya industri ini sering mengalami gangguan produksi dikarenakan mesin yang beroperasi pada perusahaan tersebut sering mengalami kerusakan. Tindakan perawatan yang dilakukan oleh perusahaan yaitu tindakan *breakdown maintenance*. Kerusakan mesin menyebabkan penurunan penyerapan bahan baku yang berujung pada turunnya kualitas lateks yang dihasilkan, oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian tentang pengembangan *maintenance* menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM). Penelitian ini dilakukan untuk memberikan sistem perencanaan perawatan terstruktur pada PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya. MVSM menggambarkan keseluruhan proses yang sistematis karena memvisualisasikan suatu sistem yang menggambarkan aliran material dan informasi untuk melakukan perencanaan perawatan dan mengeliminasi kegiatan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Pendekatan *Reliability Centered Maintenance* adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan tindakan yang seharusnya dilakukan untuk menjamin setiap *item* fisik atau suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna. Pendekatan ini cukup efektif untuk mengembangkan program-program *maintenance* untuk mengurangi kegagalan alat dan mesin serta menyediakan *plan* berupa pengaturan penjadwalan perawatan peralatan dan menghilangkan proses yang tidak penting di industri dengan alat alat yang efektif untuk selalu dapat memenuhi permintaan pelanggan (Ghamdi, dkk, 2005).

1.2. Rumusan Masalah

PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember adalah perusahaan yang bergerak dibidang agroindustri dengan bahan baku lateks cair yang memiliki potensi kerusakan apabila tidak segera diolah. Sistem perawatan peralatan atau mesin pada perusahaan tersebut merupakan sistem *breakdown maintenance*, sehingga ketika terjadi *breakdown* atau kerusakan mesin mengakibatkan *downtime* yang cukup lama dan terjadi penimbunan bahan baku serta berdampak pada kerugian. Berdasarkan permasalahan tersebut dapat diambil rumusan masalah yaitu bagaimanakah sistem perancangan perawatan mesin di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember dan aktivitas apa saja yang harus dieliminasi untuk mengurangi *downtime* dan mengoptimalkan produksi.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perencanaan perawatan mesin di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember
2. Membandingkan efisiensi perawatan aktual dengan sistem perawatan usulan
3. Mengeliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada PT Perkebunan Sentool Jember
4. Mengurangi resiko penurunan kualitas dan *downtime* akibat mesin yang *breakdown*
5. Membuat jadwal terencana dalam perawatan mesin di PT Perkebunan Sentool Jember

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi bagi pihak yang membutuhkan, diantaranya:

1. Bagi keilmuan

Penelitian ini sebagai pedoman untuk menambah wawasan serta menerapkan aplikasi keilmuan TIP terkait manajemen perencanaan perawatan mesin di sebuah

industri. Dilakukannya penelitian ini, juga dapat menumbuhkan budaya berfikir kritis sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang nantinya akan dihadapi pada saat terjun dalam dunia kerja.

2. Bagi perusahaan

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk mencegah kegagalan pada mesin. Rekomendasi perbaikan dapat juga dijadikan sebagai bahan pertimbangan perusahaan untuk mengeliminasi kegiatan-kegiatan yang *tidak memberikan nilai tambah*.

3. Bagi masyarakat luas

Terciptanya kondisi perekonomian yang membaik seiring dengan perkembangan agroindustri yang terorganisasi dan terarah, dengan demikian akan mendorong penyerapan tenaga kerja dan hasil pertanian.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. mesin yang diteliti yaitu yang paling sering mengalami kerusakan dan yang memungkinkan untuk dibuat jadwal terencana berdasarkan data historis perusahaan,
2. penelitian ini tidak memperhitungkan faktor biaya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manajemen Perawatan

Menurut Sehwarat dan Narang (2001) dalam bukunya “*Production Management*” pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar baik fungsional maupun kualitas. Disamping itu manajemen memiliki pengertian sebagai rangkaian proses bekerja dengan orang-orang dan sumber daya untuk mencapai tujuan organisasi (Thomas, dkk, 2014). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa manajemen perawatan merupakan suatu tindakan terkoordinir yang dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada untuk memastikan fasilitas yang ada berjalan sesuai dengan fungsinya.

Mesin buatan manusia pada umumnya memiliki masa mengalami kerusakan, dengan demikian untuk memperpanjang penggunaannya maka dilakukan tindakan perbaikan atau pemeliharaan. Kegiatan pemeliharaan mesin pada beberapa situasi sering menjadi permasalahan karena sering dianggap sebagai pemborosan, namun dilain pihak juga dianggap sebagai keuntungan. Menurut Soemarno (2008) hal ini yang sering terjadi antara bagian pemeliharaan dan bagian produksi, dimana bagian pemeliharaan sering menganggap sebagai pemborosan sedangkan bagian produksi merasa yang merusakkan tetapi juga yang membuat uang.

Menurut Daryus (2008) dalam bukunya manajemen pemeliharaan mesin, tujuan pemeliharaan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. untuk memperpanjang kegunaan aset,
2. untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin,
3. untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu,
4. untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Berdasarkan tujuan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan perawatan perlu dikelola dengan baik untuk mencegah terjadinya permasalahan teknis dan ekonomi. Adapun persoalan teknis meliputi kegiatan-kegiatan yang dapat menimbulkan kemacetan yang disebabkan oleh kondisi fasilitas produksi yang tidak baik, sedangkan persoalan ekonomis menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan agar kegiatan pemeliharaan dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

2.2. Jenis-Jenis Pemeliharaan

Menurut Daryus (2007) pemeliharaan dibagi menjadi 9 yaitu pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*), pemeliharaan berjalan (*running maintenance*), pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*), pemeliharaan setelah terjadi kerusakan (*breakdown maintenance*), pemeliharaan darurat (*emergency maintenance*), pemeliharaan berhenti (*shutdown maintenance*), pemeliharaan rutin (*routine maintenance*), dan *desaign out maintenance*.

2.2.1. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah kegiatan pemeliharaan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Pada umumnya tujuan dari pemeliharaan pencegahan yaitu menjamin kelancaran kerja mesin sehingga tetap dalam kondisi atau keadaan siap dipergunakan untuk setiap proses atau operasi produksi setiap saat. Pembuatan rencana pemeliharaan pencegahan dilakukan dengan cermat yang memungkinkan rencana produksi berjalan lebih cepat.

2.2.2. Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan korektif adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang dapat di terima. Perbaikan dapat dilakukan

peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik (Prawirosentono, 2009).

2.2.3. Pemeliharaan Berjalan (*Running Maintenance*)

Pemeliharaan berjalan merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada saat fasilitas atau peralatan dalam keadaan beroperasi. Pemeliharaan berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus menerus dalam melayani proses produksi.

2.2.4. Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Pemeliharaan prediktif adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Pada umumnya pemeliharaan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih.

2.2.5. Pemeliharaan Setelah Terjadi Kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Pemeliharaan setelah terjadi kerusakan dilakukan ketika terjadinya kerusakan pada peralatan, dan untuk memperbaikinya harus disiapkan suku cadang, alat-alat dan tenaga kerjanya. Jenis pemeliharaan ini biasanya membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga dapat menyebabkan berhenti produksi pada jangka waktu yang cukup lama.

2.2.6. Pemeliharaan Darurat (*Emergency Maintenance*)

Pemeliharaan darurat adalah kegiatan pemeliharaan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.

2.2.7. Pemeliharaan Rutin (*Routine Maintenance*)

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilaksanakan secara rutin atau terus menerus guna memastikan peralatan atau mesin tetap dapat beroperasi optimal.

2.2.8. Pemeliharaan Berhenti (*Shutdown Maintenance*)

Pemeliharaan berhenti adalah pemeliharaan yang hanya dilakukan selama mesin tersebut berhenti beroperasi. Jenis pemeliharaan seperti ini lazim digunakan pada industri gula yaitu pada saat musim henti giling.

2.2.9. *Design Out Maintenance*

Kegiatan merancang ulang peralatan (*Design Out Maintenance*) adalah pekerjaan merancang ulang peralatan untuk menghilangkan sumber penyebab kegagalan dan menghasilkan model kegagalan yang tidak lagi atau lebih sedikit membutuhkan perawatan.

2.3. *Fungsi Maintenance*

Maintenance memiliki fungsi untuk memperpanjang umur ekonomis dari mesin atau peralatan produksi dan mengusahakan mesin atau peralatan tersebut tetap dalam keadaan optimal dan selalu siap pakai untuk pelaksanaan produksi (Ahyari, 2002). Berdasarkan fungsi tersebut maka keuntungan yang didapatkan oleh sebuah industri manufaktur yaitu:

1. mesin atau peralatan yang ada dapat dipergunakan dalam jangka panjang,
2. proses produksi dapat berjalan lancar,
3. menekan sekecil mungkin kerusakan-kerusakan berat dari mesin atau peralatan produksi,
4. peralatan produksi yang digunakan dapat berjalan stabil dan baik,
5. dapat menghindari kerusakan total dari mesin produksi,
6. penyerapan bahan baku dapat berjalan normal,
7. pembebanan mesin atau perangkat dan peralatan produksi yang ada semakin baik.

2.4. *Tujuan Maintenance*

Menurut Assauri (2008) tujuan *maintenance* diantaranya sebagai berikut:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi. Adanya *maintenance* atau perawatan yang dilakukan dapat mengurangi *downtime* pada produksi, sehingga apa yang menjadi tujuan atau rencana produksi yang dibuat dapat tercapai.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi kebutuhan produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu. Kerusakan beberapa komponen pada sebuah industri dapat mengakibatkan produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan secara tidak langsung

mempengaruhi kualitas yang diinginkan, dengan demikian dengan perawatan yang rutin dapat menjaga stabilitas kinerja mesin.

3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan diluar batas yang ditentukan untuk menjaga supaya modal yang diinvestasikan pada perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut. Pada umumnya bahan yang digunakan pada agroindustri memiliki sifat *perishable* atau mudah rusak, dengan demikian diharapkan mesin mampu mengolah bahan yang sudah dibeli sehingga tidak mengalami kerusakan dan penimbunan.
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan seminim mungkin. *Maintenance* yang terstruktur dapat mencegah kerusakan total dan berat sehingga dengan perawatan yang terstruktur diharapkan dapat meminimalisir kerusakan besar yang menyebabkan biaya pemeliharaan yang tinggi.
5. Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Kerusakan yang terjadi pada mesin sedini mungkin harus dilakukan tindakan perawatan sehingga pada saat beroperasi tidak menciderai pekerja produksi.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu meningkatkan keuntungan sebaik mungkin.

2.5. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan tindakan yang seharusnya dilakukan untuk menjamin setiap *item* fisik atau suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna. Pendekatan ini cukup efektif untuk mengembangkan program-program *maintenance* untuk meminimalisir kegagalan alat dan mesin serta menyediakan *plan* di industri dengan alat alat yang efektif untuk selalu dapat memenuhi permintaan pelanggan (Ghamdi, dkk, 2005).

Berger (2007) berpendapat bahwa pendekatan RCM merupakan pengembangan *maintenance* yang menjamin aset beroperasi sesuai dengan fungsi dan desain aslinya. Untuk menghadapi lingkungan yang kompetitif, penerapan

kebijakan perawatan alat yang tepat menggunakan pendekatan RCM dapat digunakan oleh perusahaan guna meningkatkan efisiensi melalui reduksi biaya-biaya namun tetap mempertahankan nilai dan keandalan dari alat atau mesin yang dimiliki oleh perusahaan.

Menurut Kurniawan (2013) *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan pendekatan yang efektif untuk pengembangan program-program *preventive maintenance* yaitu untuk meminimalkan kegagalan peralatan, menyediakan *plant* di industri dengan alat-alat yang efektif dan kapasitas optimal untuk memenuhi permintaan konsumen. Dampak lainnya dari penerapan RCM yaitu meningkatnya keandalan dan penurunan total biaya perawatan untuk semua komponen-komponen mesin.

2.5.1. Prinsip-Prinsip RCM

Menurut Pranoto dan Retnowati (2015) prinsip-prinsip RCM diantaranya sebagai berikut:

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu item alat beroperasi, akan tetapi juga memelihara agar fungsi sistem sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih fokus pada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.
3. RCM berbasiskan pada keandalan yaitu kemampuan suatu sistem/equipment untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
4. RCM memiliki tujuan menjaga keandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didisain untuk sistem tersebut.
5. RCM mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian masalah ekonomi.
6. RCM mendefinisikan kegagalan (*failure*) sebagai sebuah kondisi yang tidak memuaskan atau tidak memenuhi harapan, sebagai tolak ukurnya adalah berjalannya fungsi sesuai dengan *performance standard* yang ditetapkan.
7. RCM harus memberikan hasil-hasil nyata yaitu tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

2.5.2. Langkah - Langkah Penerapan RCM

Langkah - langkah penerapan RCM menurut Smith dan Hinchcliffe (2004) terdiri dari 7 yaitu;

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi. Ketika memutuskan menerapkan program RCM pada fasilitas ada dua hal yang menjadi pertimbangan yaitu sistem yang akan dilakukan analisis, dan seluruh sistem akan dilakukan proses analisis dan bila tidak bagaimana dilakukan analisis. Analisis pada RCM akan memberikan informasi yang lebih jelas mengenai fungsi dan kegagalan fungsi komponen.
2. Pendefinisian batasan sistem. Jumlah sistem pada suatu fasilitas peralatan pada pabrik sangat luas tergantung pada kompleksitas proses produksi, oleh karena itu perlu dilakukan definisi batas sistem. Tujuan dari batasan sistem ini adalah untuk menghindari tumpang tindih antara suatu sistem dengan sistem yang lainnya.
3. Deskripsi sistem dan diagram blok fungsi. Deskripsi sistem diperlukan untuk mengetahui komponen – komponen yang terdapat di dalam sistem tersebut dan bagaimana komponen yang ada beroperasi, sedangkan blok diagram untuk menggambarkan masukan, keluaran dan interaksi antara sub – sub sistem yang berjalan tidak sesuai dengan standar fungsi.
4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsi. Fungsi menggambarkan kinerja yang diharapkan oleh sistem agar dapat beroperasi sedangkan kegagalan fungsi menggambarkan suatu sistem yang berjalan tidak sesuai dengan standar fungsi sistem tersebut.
5. *Failure mode and effect analysis* (FMEA). Tujuan dari penggunaan metode FMEA yaitu untuk melakukan evaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen serta menganalisis pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut.
6. *Logic tree analysis* (LTA). Tujuan penyusunan *logic tree analysis* yaitu untuk memberikan prioritas pada setiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan fungsi serta kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama.

7. Pemilihan tindakan. Proses ini merupakan langkah untuk menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu.

2.6. Teknik FMEA

FMEA adalah teknik analisis yang mengombinasikan teknologi dan pengalaman untuk mengidentifikasi kegagalan proses produksi dan merencanakan mencegahnya terulang (Singgih, 2007). Teknik FMEA dilakukan dengan pendekatan *reliability*. Identifikasi dilakukan dengan pendekatan sistematis dengan menerapkan suatu metode pentabelan yaitu dengan menentukan mode kegagalan, penyebab kegagalan serta efek dari kegagalan. Hasil pemikiran tersebut akan digunakan oleh seorang *engineers* untuk dapat mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA adalah suatu teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek kegagalan dari sebuah sistem manufaktur.

Secara umum terdapat lima tipe FMEA yang dapat diterapkan didalam sebuah industri manufaktur, diantaranya:

1. *System*, yaitu berfokus pada fungsi sistem secara global dalam industri manufaktur.
2. *Design*, yaitu berfokus pada design produk.
3. *Process*, yaitu berfokus pada proses produksi.
4. *Service*, yaitu berfokus pada fungsi jasa.
5. *Software*, yaitu berfokus pada fungsi *software*.

Penjadwalan pada industri karet dapat menggunakan tipe *system*. Sistem perawatan peralatan yang tidak terjadwal secara tetap akan mempengaruhi seluruh proses produksi serta berpengaruh signifikan terhadap kualitas *crepe rubber*.

Keuntungan yang dapat diperoleh oleh perusahaan dengan penerapan FMEA dalam melakukan produksi diantaranya:

1. untuk meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk,
2. dapat membantu meningkatkan kepuasan pelanggan,
3. meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan,
4. mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk,

5. memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko,
6. membantu menganalisis proses manufaktur baru,
7. meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan,
8. mengidentifikasi efisiensi proses, sehingga para *engineer* dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut,
9. menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses,
10. menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.

Output atau keluaran yang dihasilkan dari teknik FMEA diantaranya adalah:

1. daftar mode kegagalan yang potensial pada proses,
2. daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*,
3. daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

Metode FMEA lebih menekankan pada *bottom-up approach* dikarenakan analisis yang dilakukan dimulai dari fasilitas yang mempunyai tingkat yang paling rendah dan meneruskannya ke sistem yang lebih tinggi. Komponen berbagai mode kegagalan berikut dampaknya dituliskan pada FMEA *worksheet*. Pengukuran resiko yang bersifat relatif dilakukan menggunakan pengukuran RPN (*risk priority number*). RPN diperoleh dari hasil perkalian antara rating *Severity*, *Occurence*, dan *Detection*.

Hasil perhitungan RPN menunjukkan tingkat prioritas yang dianggap paling beresiko dan dijadikan sebagai petunjuk untuk melakukan perbaikan. Terdapat tiga komponen yang membentuk nilai RPN diantaranya;

1. *Severity* (S)

Severity didefinisikan sebagai tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. *Rating* yang

diberikan yaitu anantara 1 sampai 10. Secara umum tingkat *severity* dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Severity*

Rangking	<i>Severity</i>	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi output
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Sumber: Wahyunugraha, dkk. (2013).

2. Occurence

Occurence didefinisikan sebagai sebuah penilaian dengan tingkatan tertentu dimana adanya sebuah sebab kerusakan mekanis yang terjadi pada peralatan tersebut. Tingkat Occurence menunjukkan kemungkinan terjadinya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan peralatan. Secara umum tingkat *occurence* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Occurence

Rangking	Occurence	Deskripsi
9-10	Sangat tinggi	Sering gagal
7-8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
4-6	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
2-3	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
1	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan

Sumber: Wahyunugraha, dkk. (2013)

3. Detection

Detection didefinisikan sebagai pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Nilai *detection* dapat dilihat pada lampiran 6.

2.7. Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)

Value stream mapping adalah suatu alat yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh yang merepresentasikan aliran material maupun informasi (Ahmad, dkk, 2014). Tujuan pemetaan ini yaitu untuk mengidentifikasi kegiatan yang dapat mengakibatkan pemborosan serta mengambil langkah untuk mengurangi atau mengeliminasi pemborosan tersebut.

Pemetaan menggunakan metode MVSM (*Maintenance Value Stream Mapping*) mendukung terselenggaranya perancangan sistem perawatan mesin yang akan disusun menggunakan analisis kegagalan mesin, dengan demikian dapat mengurangi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (Syaief, 2012). Pengembangan *Value Stream Mapping* untuk mengevaluasi kegiatan yang tidak bernilai tambah dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi *Mean Lead Time* (MLT) atau dengan kata lain rata-rata waktu yang diperlukan untuk mengkoordinasikan tugas tugas untuk memulai kegiatan perawatan mesin/peralatan setelah diketahui adanya kerusakan atau berdasarkan jadwal yang telah dibuat. MTTR adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memastikan bahwa mesin/ peralatan dapat digunakan kembali setelah kegiatan perawatan

mesin/peralatan dilakukan. Berdasarkan definisi tersebut komponen waktu yang memberikan nilai tambah bagi kegiatan perawatan adalah MTTR, karena hanya komponen waktu ini yang dibutuhkan untuk melakukan perawatan serta perbaikan terhadap mesin atau alat. Simbol pekerjaan perawatan dan perbaikan selesai, data waktu proses tidak ada karena proses tersebut tidak memberikan pengaruh nilai MMLT atau dengan kata lain hanya sebagai keadaan yang menunjukkan aliran proses pada kegiatan perawatan/perbaikan telah selesai sepenuhnya. Adapun tahapan untuk menganalisis aktivitas perawatan menggunakan metode MVSM yaitu pembuatan *framework* (kerangka), *current state map*, *fishbone* diagram, 5S dan *standard operational procedure* (SOP), dan *future state map*.

2.7.1. *Framework* (Kerangka)

Pembuatan kerangka langkah awal rencana perawatan menggunakan metode MVSM. Langkah ini dilakukan untuk menentukan gambaran pada *current state map* dan *future state map*. MVSM memiliki fungsi untuk menggambarkan aktivitas perawatan aktual perusahaan, sehingga didapat gambaran aktifitas yang memiliki nilai tambah, dengan demikian dilakukan usulan perbaikan yang dapat menurunkan *downtime*. Adapun tahapan pembuatan *framework* yaitu terdiri dari 7 kategori yang dapat dilihat pada **lampiran 7**.

2.7.2. *Current state map*

Current state map adalah proses yang menjelaskan tentang keterkaitan dalam mengembangkan MVSM. Tahap ini menggambarkan proses aktual perusahaan ketika melakukan proses perawatan. Aktivitas perawatan ada yang memberikan nilai tambah (*yang memberikan nilai tambah*) dan tidak memiliki nilai tambah (*yang tidak memberikan nilai tambah*). Nilai yang menjadi *MTTO*, *MTTR*, dan *MTTY* pada pembuatan *framework* dijadikan landasan pembuatan *current state map* (Nainggolan, 2017).

2.7.3. *Future state map*

Future state map merupakan perbaikan dari *current state map* yang telah dieliminasi kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah yang dapat dieliminasi. Tahap ini merupakan tahap akhir dari pendekatan menggunakan metode MVSM.

Metode MVSM dapat menghitung besarnya peningkatan persentase efisiensi perawatan pada komponen prioritas yang rusak (Lukodono, dkk, 2013). Efisiensi perawatan tersebut diperoleh dari penggambaran antara kondisi perawatan aktual (*current state map*) dengan perawatan usulan (*future state map*).

2.8. Penelitian Terdahulu

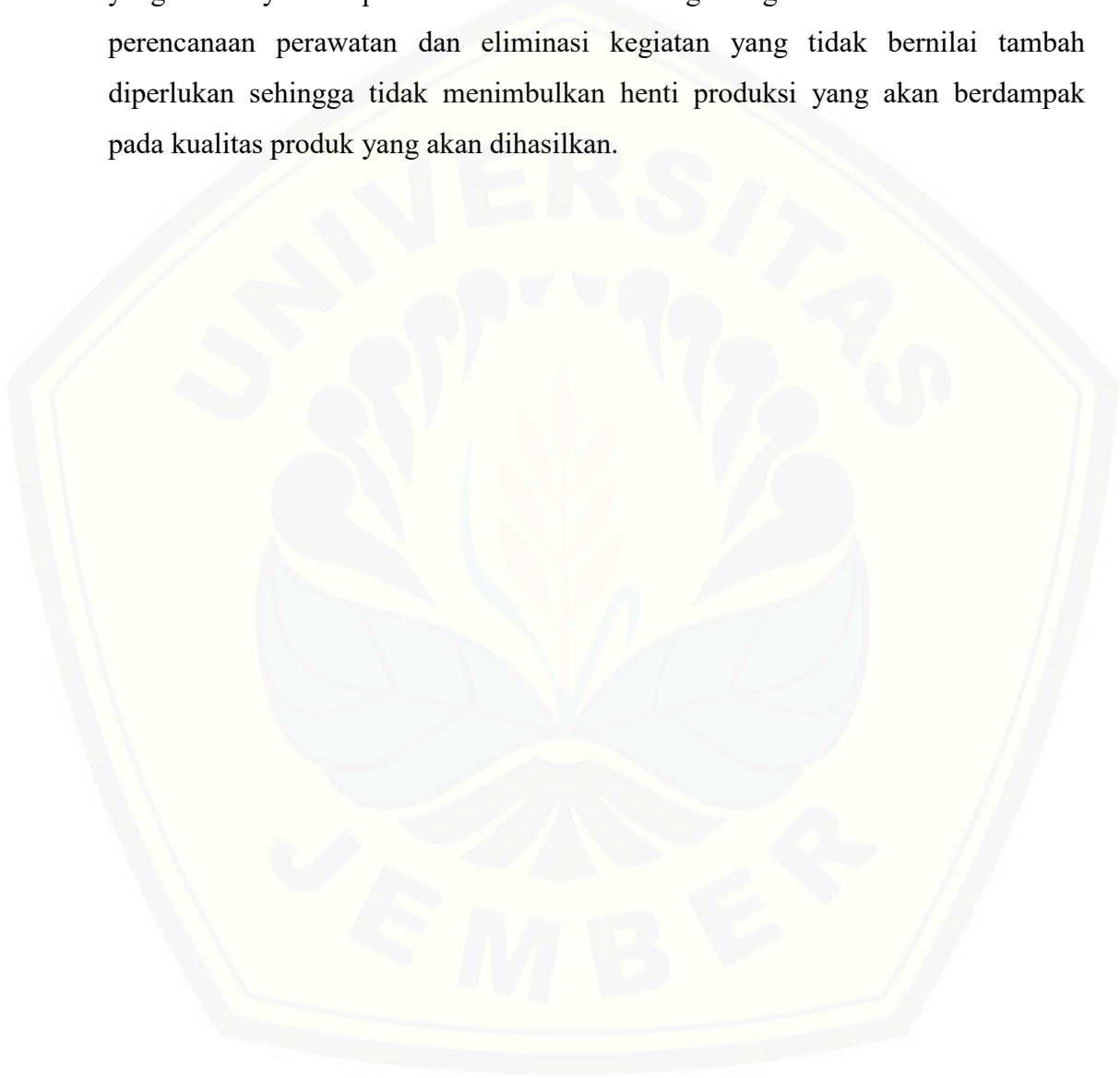
Penelitian tentang sistem perawatan mesin telah banyak dilakukan dalam industri manufaktur. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Putri, dkk (2013) pada sebuah industri pipa PVC dengan permasalahan yang sering dialami yaitu terjadi kerusakan mesin yang tiba-tiba dan tingginya kerusakan mesin ketika proses produksi sedang berlangsung. Adapun judul penelitian tersebut adalah “Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Pendekatan *Reliability Engineering* Dan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM) Pada PT XXX”. Dengan metode perawatan *reliability* dan MVSM yang diusulkan memberikan dampak positif yaitu penurunan *downtime* dari 2.202 jam/tahun menjadi 58,3 jam/tahun, peningkatan *profit* sebesar 90,117%, peningkatan *availability* sebesar 5,3142%, serta peningkatan *maintenance efficiency* sebesar 14,92%.

Penelitian menggunakan metode MVSM juga dilakukan oleh Soundararajan, dkk (2009) untuk mengembangkan kinerja peralatan dengan cara mengembangkan jenis perawatan dan merampingkan kegiatan pemeliharaan yang dianggap tidak penting. Penelitian tersebut berjudul “*Developing A Maintenance Value Stream Map To Evaluate Breakdown Maintenance Operations*”. Alat utama *lean manufacturing* yang memberikan dimensi yang berbeda dalam mengidentifikasi dan menganalisa kegiatan yang tidak bernilai tambah yaitu dengan pemetaan *stream* (VSM). Dengan menggunakan pemetaan *stream* dapat mengurangi *Mean Maintenance Lead Time* (MMLT).

Penelitian yang dilakukan oleh Lukodono, dkk (2013) yang berjudul “Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X)” menghasilkan interval penggantian komponen optimal. Penelitian tersebut didasarkan pada temuan bahwa terdapat hambatan berupa *downtime* yang diakibatkan oleh keausan

komponen dan usia mesin yang sudah tua, sehingga mengakibatkan mesin tidak bisa memproduksi gula sesuai dengan kapasitas yaitu 52.00 kuintal tebu.

Berdasarkan uraian dan rujukan penelitian tersebut maka pendekatan *reliability* dan metode MVSM sangat cocok diterapkan di pabrik *crepe rubber* yang mesinnya merupakan mesin tua dan sering mengalami kerusakan. Sistem perencanaan perawatan dan eliminasi kegiatan yang tidak bernilai tambah diperlukan sehingga tidak menimbulkan henti produksi yang akan berdampak pada kualitas produk yang akan dihasilkan.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya yang berlokasi di Desa Suci, Kecamatan Panti, Jember. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga Maret 2020.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu perangkat komputer, *software Microsoft Office word*, *Microsoft Office Excel*, *Easyfit 5.6*, dan kuisisioner. Perangkat komputer digunakan untuk menyimpan data penelitian, *software Microsoft Office* digunakan untuk mengolah data, *Easyfit 5.6* digunakan untuk menentukan pola distribusi data, sedangkan wawancara dilakukan untuk memperoleh data dari narasumber. Wawancara dilakukan langsung dengan pihak perusahaan untuk mendapatkan informasi yang dapat diolah untuk perencanaan perawatan peralatan atau mesin.

3.3. Pengambilan Data

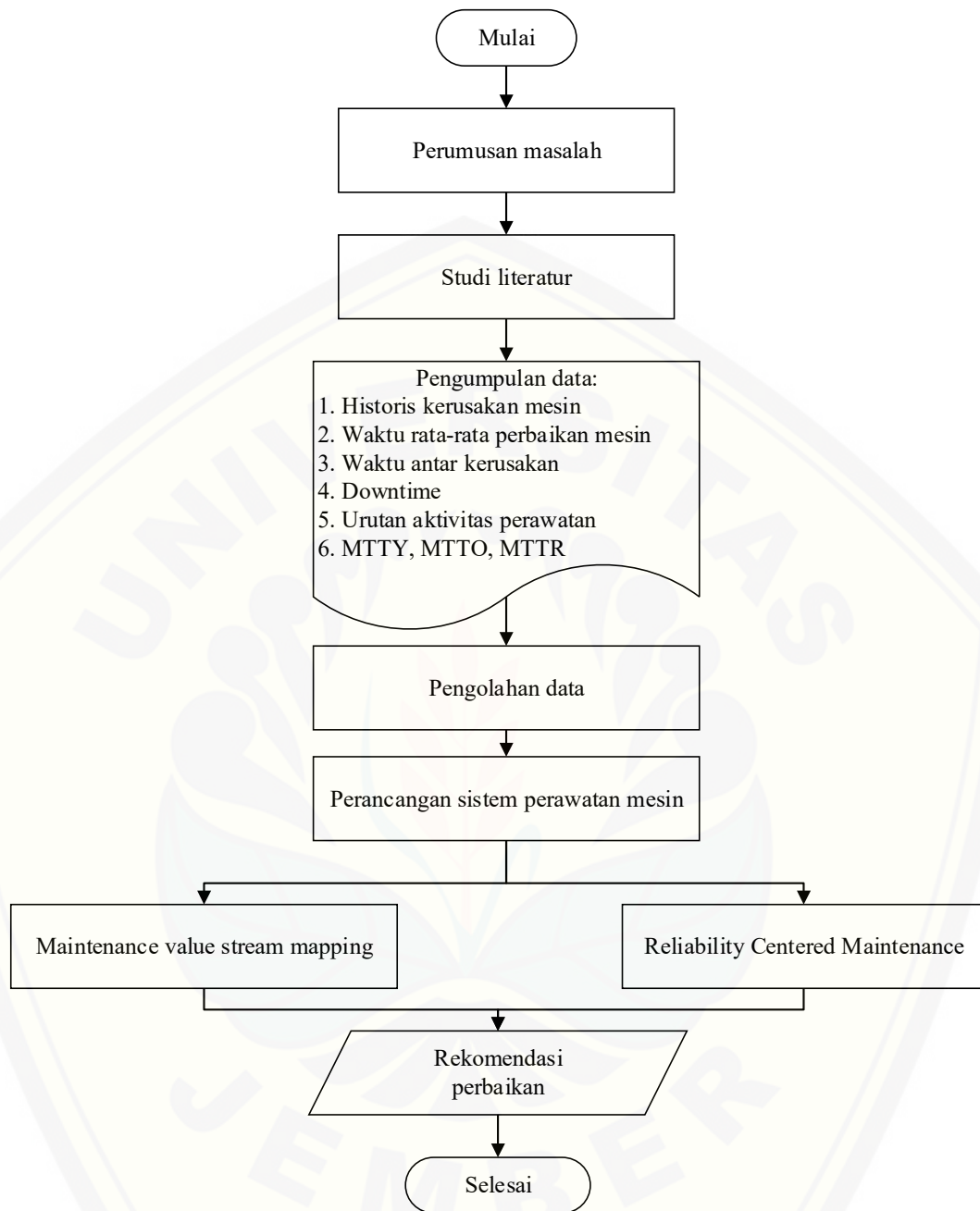
Data yang dibutuhkan dalam studi perencanaan perawatan mesin di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil wawancara, dokumentasi, data perusahaan dan observasi di lapangan. Data sekunder diperoleh dari berbagai dokumen di instansi industri, data dari PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember, dan instansi terkait lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan manajer produksi, teknisi, serta bagian lainnya yang berhubungan peralatan mesin pabrik. Data observasi secara langsung dilapangan diolah untuk melihat keadaan proses produksi pada stasiun stasiun produksi sehingga dapat dijadikan tolak ukur penentuan perbaikan atau perencanaan perawatan serta aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah.

Untuk melakukan wawancara pada unit produksi menggunakan daftar pertanyaan yang dilakukan dengan manajer produksi, teknisi peralatan, dan pihak lain yang berhubungan dengan produksi dan peralatan. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Metode pengumpulan data yang dibutuhkan

No	Data	Responden	Teknik pengumpulan data	Jenis Data
1.	Historis mesin produksi	Bagian mesin	Data perusahaan	Data primer
2.	Profil perusahaan	Pimpinan perusahaan	Wawancara	Data sekunder
3.	Fungsi komponen mesin	Bagian mesin	Wawancara dan observasi	Data primer
4.	Kegagalan komponen	Bagian mesin	Wawancara	Data primer
5.	Penyebab kegagalan komponen	Bagian mesin	Wawancara	Data primer
6.	Efek kegagalan	Bagian produksi	Wawancara	Data primer
7.	Waktu antar kerusakan	Bagian mesin	Wawancara dan data perusahaan	Data primer
8.	Waktu perbaikan	Bagian mesin	Wawancara dan data perusahaan	Data primer
9.	Urutan aktifitas perawatan	Bagian mesin	wawancara	Data primer

Diagram alir tahapan penelitian perencanaan perawatan mesin di PT XXX adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1. Tahapan penelitian

3.4. Metode Pengolahan Data

3.4.1. Penentuan Interval Perawatan dan Jenis Aktivitas Perawatan

Pendekatan *Reliability Centered Maintenance* dapat digunakan untuk menyusun suatu program perawatan usulan yang terencana. Penentuan interval

perawatan dan jenis aktivitas perawatan menggunakan pendekatan RCM yaitu sebagai berikut;

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Pengumpulan informasi dilakukan menggunakan data perusahaan dan wawancara. Informasi yang dibutuhkan diantaranya jumlah stasiun produksi, data *downtime* pada masing – masing stasiun, jumlah mesin pada masing – masing stasiun, fungsi mesin dan komponennya, serta data jumlah *downtime* pada masing – masing mesin. Pemilihan sistem dilakukan berdasarkan informasi yang digali dengan melihat stasiun dengan waktu *downtime* tertinggi. Pemilihan sistem dilakukan dengan mengolah informasi yang didapatkan menggunakan diagram pareto.

2. Pendefinisian batasan sistem

Batasan sistem dibuat berdasarkan stasiun dan mesin dengan *downtime* yang paling tinggi.

3. Deskripsi sistem dan blok diagram

Deskripsi sistem blok diagram diperoleh dengan wawancara langsung dengan bagian teknik di PT. Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember. Hasil wawancara diolah dalam bentuk deskripsi.

4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsi

Fungsi sistem dan kegagalan fungsi diperoleh melalui wawancara langsung dengan bagian teknik PT. Perkebunan Sentool dan diolah untuk dijadikan standar perawatan.

5. FMEA (*Failure mode Analysis*)

Analisis mode kegagalan dan dampaknya terhadap fungsi sistem secara keseluruhan dilakukan menggunakan metode FMEA (*Faiulure Mode Analysis*). Data tersebut didapatkan melalui wawancara dengan bagian teknik dan diolah untuk mengetahui seberapa besar resiko apabila komponen tersebut mengalami kerusakan. Perhitungan prioritas peralatan dilakukan menggunakan rumus:

$$RPN = S \times O \times D \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

RPN = Risk Priority Number

S = Saverity (tingkat keparahan)

O = Occurence (tingkat kejadian)

D = Detection (deteksi)

Perangkingan *S*, *O*, dan *D* yaitu mulai dari 1-10, semakin besar rangkingnya maka semakin tinggi resiko yang ditimbulkan.

6. Penentuan distribusi data

Penentuan distribusi data dilakukan menggunakan bantuan software *Easyfit* 5.6. Adapun data yang diolah yaitu distribusi waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan. Pengujian distribusi data hanya dilakukan pada jenis mesin yang memiliki nilai resiko yang paling tinggi. Tahapan ini akan menentukan pola distribusi komponen mesin yaitu *weibull*, *lognormal*, *normal*, *eksponensial*, Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian distribusi (*goodness of Fit Test*).

7. Perhitungan MTTR dan MTTF

Perhitungan MTTR (*Mean Time to Repair*) dan MTTF (*Mean Time to Failure*) tergantung pada masing-masing distribusi komponen yang terpilih. Penentuan nilai MTTR dan MTTF yaitu menggunakan rumus sebagai berikut:

a. *Normal* = μ (3.2)

b. *Lognormal* = $\mu \frac{\sigma^2}{2}$ (3.3)

c. *Eksponensial* = $\frac{1}{\lambda}$ (3.4)

d. *Weibull* = $\alpha \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$ (3.5)

8. Perhitungan interval perawatan

Perhitungan interval perawatan dilakukan untuk menentukan jadwal perawatan yang dilakukan pada perusahaan. Penentuan interval perawatan mesin dilakukan dengan menggunakan rumus:

$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$ (3.6)

9. RCM *Decision Worksheet*

Decison Worksheet dipakai untuk memberikan alternatif kegiatan perawatan yang diadakan. Alternatif tersebut diantaranya *Schedule On Condition Task (SCOT)*, *Schedule Restoration Task*, *Schedule Discard Task*, *Schedule Failure Finding Task*, *Redesign*, dan *No Schedule Maintenance*. Adapun komponen yang terdapat didalam RCM Decision Worksheet yaitu sebagai berikut:

a) *Information reference*

Information reference mengacu pada informasi yang diperoleh dari FMEA yakni dengan memasukkan kode yang dimiliki *function*, *failure*, serta *failure mode* dari masing-masing komponen.

b) *Consequence evaluation*

Consequence evaluation yaitu konsekuensi yang timbul akibat kegagalan fungsi mesin. RCM *Failure Consequence* dibedakan menjadi 4 jenis yaitu *hidden failure* (kolom H), *safety effect (S)*, *enviromental effect* (kolom E), dan *operational effect* (kolom O).

c) *Proactive task* dan *Default Action*

Proactive task merupakan tindakan atau kondisi yang diambil dalam mencegah mode kegagalan mesin. Dalam menentukan tindakan dibantu dengan *Decision Diagram* yang ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Penentuan persyaratan kondisi *proactive task* dalam RCM

<i>Proactive task</i>	Persyaratan kondisi <i>proactive task</i>
H1/S1/O1/N1 <i>Scheduled On Condition Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> - memungkinkan untuk dilakukan pendeteksian terhadap gejala awala terjadinya kerusakan - dapat dilakukan monitoring terhadap item pada interval kurang dari P-F interval - apakah dalam interval waktu tersebut cukup untuk dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi/mengeliminasi <i>functional failure</i>
H2/S2/O2/N2 <i>Scheduled Restoration Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> - dapat diidentifikasi umur dimana item menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan - mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut -dapat memulihkan daya tahan item terhadap kegagalan yang terjadi
H3/S3/O3/N3 <i>Scheduled Discard Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> - dapat diidentifikasi umur dimana item menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan - mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut
H4/S4/O4/N4 <i>Scheduled Failure Finding Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> - pendeteksian untuk menemukan <i>hidden failure</i> memungkinkan untuk dapat dilakukan - <i>task</i> yang diberikan mampu menurunkan terjadinya <i>multiple failure</i> - <i>task</i> yang diberikan dilakukan sesuai dengan interval yang dikehendaki
H5 <i>Redesign S4 Combination Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>hidden failure</i> dapat dicegah hanya dengan jalan melaksanakan perubahan desain pada mesin - <i>safety effect</i> dapat dicegah apabila kombinasi aktifitas antar <i>proactive task</i> bisa dilakukan

d) *Proposed Task*

Berdasarkan hasil keputusan yang didapat dituangkan kedalam tindakan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi yang mungkin terjadi.

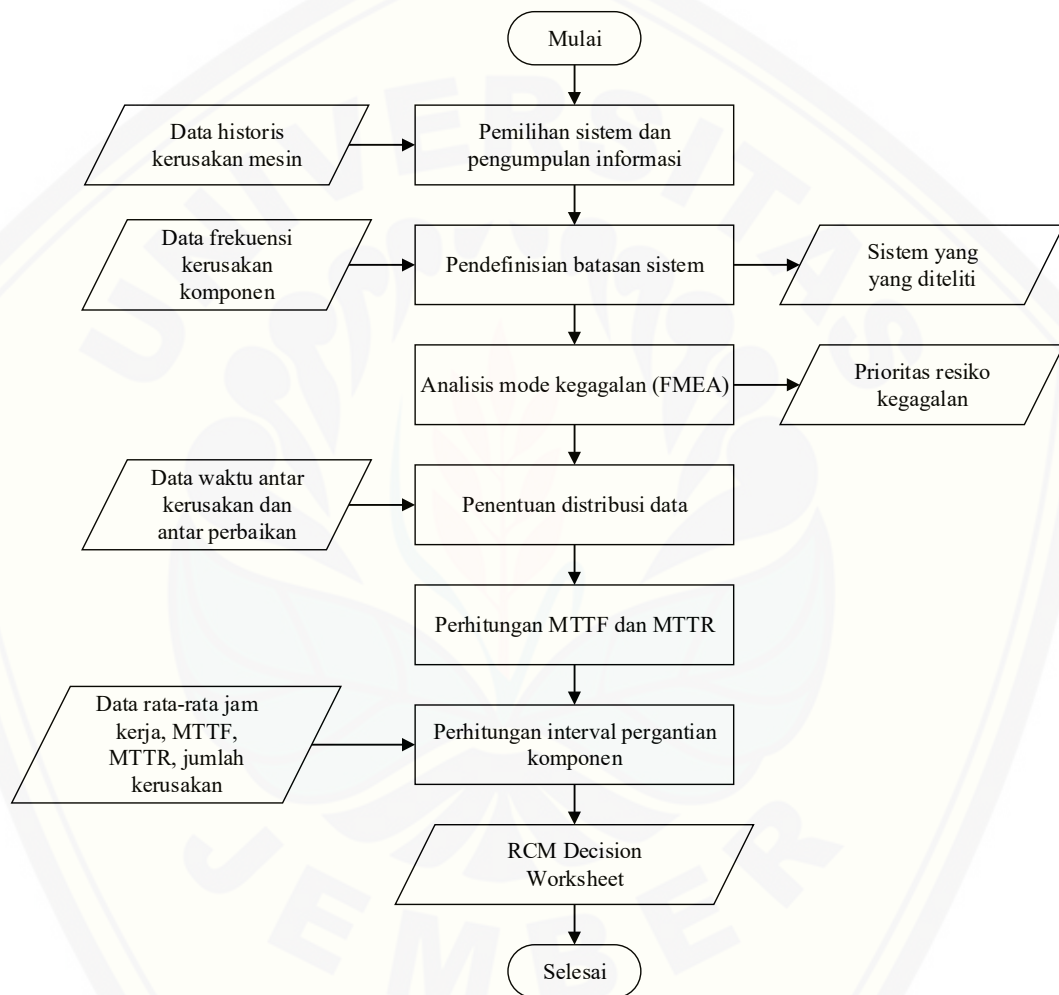
e) *Initial interval*

Dipakai untuk mencatat interval perawatan optimal dari masing masing *task* yang telah dihitung atau diberikan.

f) *Can be done by*

Dipakai untuk mencatat data siapa yang berwenang dalam melaksanakan aktivitas perawatan.

Rancangan perawatan mesin pada PT Perkebunan Sentool Jember menggunakan metode pendekatan RCM dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan rancangan penelitian dengan pendekatan RCM

3.4.2 Mengurangi Kegiatan Yang tidak memberikan nilai tambah

Teknik MVSM (*Maintenance Value Stream Mapping*) dapat digunakan untuk mengurangi kegiatan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Tahapan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebagai berikut:

1. Membuat kerangka

Langkah awal dalam pembuatan kerangka adalah dengan melakukan wawancara untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas yang terdapat didalam perusahaan. Pembuatan kerangka dilakukan menggunakan simbol – simbol dan pemberian kategori *MMLT* (*MTTO*, *MTTR*, dan *MTTY*) pada masing – masing aktivitas.

2. Pembuatan *current state map*

Pembuatan *current state map* yaitu untuk menggambarkan proses aktual perusahaan ketika melakukan proses perawatan. Pada tahap ini jumlah waktu pada kategori *MTTO*, *MTTR*, dan *MTTY* dihitung untuk mendapatkan nilai *MMLT*.

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY \dots\dots\dots(3.7)$$

Selain itu pada tahap ini juga dihitung waktu kegiatan yang memberikan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah untuk mendapatkan nilai *maintenance efficiency*.

$$ME (Maintenance Efficiency) = VA/NVA \times 100\% \dots\dots\dots(3.8)$$

3. Pembuatan *future state map*

Pembuatan *future state map* yaitu untuk menggambarkan proses setelah mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Pada tahap ini jumlah waktu pada kategori *MTTO*, *MTTR*, dan *MTTY* dihitung untuk mendapatkan nilai *MMLT*.

$$MMLT = MTTO + MTTR + MTTY \dots\dots\dots(3.9)$$

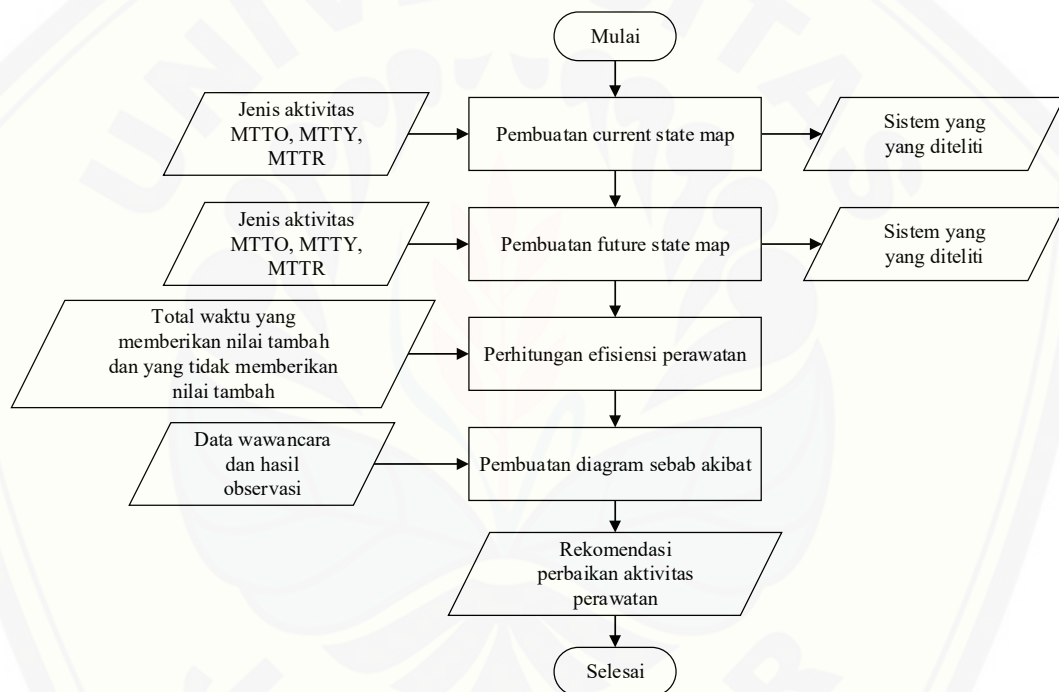
Selain itu pada tahap ini juga dihitung waktu kegiatan yang memberikan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah untuk mendapatkan nilai *maintenance efficiency*.

$$ME \text{ (Maintenance Efficiency)} = VA/NVA \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

4. Pemberian usulan perbaikan

Pemberian usulan perbaikan dilakukan dengan membuat diagram sebab akibat. Dengan mengetahui sebab akibat dari tidak efisiennya sistem perawatan mesin pada perusahaan, dapat disimpulkan usulan perbaikan yang tepat pada perusahaan.

Rumusan strategi untuk menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah menggunakan metode MVSM dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Tahapan penelitian menggunakan metode MVSM

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem perawatan mesin menggunakan metode RCM dan MVSM telah berhasil dilakukan dan menghasilkan jadwal pergantian komponen kritis dan urutan aktivitas perawatan mesin yang lebih efisien.
2. Efisiensi perawatan aktual komponen *V-Belt* yaitu sebesar 9,25% sedangkan efisiensi perawatan usulan sebesar 36,42%. Hasil tersebut meningkat sebesar 27,18% dari perawatan aktual.
3. Perancangan sistem perawatan mesin menggunakan metode MVSM menunjukkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas yang memberikan nilai tambah sebesar 18,29% dan penurunan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebesar 19,37%.
4. Perancangan perawatan menggunakan metode RCM di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya menghasilkan *downtime* yang relatif kecil yaitu *V-Belt* penghantar daya ke sistem penggerak 0,0066, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing* 0,0057, *V-Belt* penghantar daya ke sistem penghancur 0,0066, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one* 0,0066, dan *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT 0,0069.
5. Interval perawatan optimal pada komponen *V-Belt* penghantar daya dari sistem penggerak yaitu 437,4 hari, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing* 527,39 hari, *V-Belt* penghantar daya ke sistem penghancur 557,73 hari, *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one* 557,73 hari, dan *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT 500,05 hari.

5.2 Saran

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

1. Diperlukan penelitian lanjutan untuk menyelesaikan permasalahan perawatan mesin dengan menambahkan unsur biaya didalamnya dengan tujuan mengetahui keefektifan rancangan perawatan.
2. Perusahaan perlu melakukan pengecekan dan pemeliharaan mesin secara rutin serta melakukan pembelian spare part sebelum terjadi kerusakan.
3. Perlu adanya penyederhanaan SOP perawatan mesin sehingga lebih efisien mengurangi down time saat terjadi perbaikan atau kerusakan mesin.
4. Perlu adanya plangkat penanda bahaya dan peringatan untuk menjaga kebersihan, sehingga tercipta tempat kerja yang nyaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W., dan Budi, S. 2013. Pengaruh Kinerja Layanan, Kepercayaan, Dan Kepuasan Terhadap Loyalitas Konsemen Dalam Menggunakan Layanan Jasa Pengiriman Barang. *Diponegoro Journal Of Management* . 2 (3).
- Al-Ghamdi, dkk. 2005. *Reliability Centered Maintenance Concepts and Applications: A Case Study*. Ohio: University of Cincinnati
- Arief, R . K. 2013. *Manager dan Supervisor*. Yogyakarta: Buku Pintar
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Bateman, T . S., dan Scott A. S. 2014. *Manajemen, Kepemimpinan dan Kerja sama dalam Dunia yang Kompetitif, Edisi 10*. Editor R . Purnomo, dan W . Abdillah. Jakarta : Salemba Empat.
- Berger, R.G. 2007. *Flavours and Fragrances Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. New York: Verlag Berlin Heidelberg.
- Daryus, A. 2007. *Diktat Manajemen Pemeliharaan Mesin*. Jakarta: Universitas Dharma Persada.
- Daryus, A. 2008. *Diktat kuliah Proses produksi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
- Faizal, M. 2017. Implementasi Reliability Centered Maintenance Pada Proses Peleburan Polimer Keramik Di PT. Ferro Indonesia . *Disertasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ebeling, C. E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore : Me Graw Hill Book Co.
- Huda, A., N. Oyong., dan A. Debrina. 2014. Analisis Aktivitas Perawatan Mesin HDS di Stasiun Gilingan Menggunakan Maintenance Value Stream Map (MVSM) Studi Kasus PG. Kebon Agung Malang. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. 3 (2).

- Kartika, M., dan Rinawati, D. I. 2016. Analisa Penerapan 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seketsu, Shitsuke) Pada Area Warehouse Cv Sempurna Boga Makmur Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*. 5(4).
- Kurniawan, F. 2013. *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Lukodono, R., Pratikto., dan R. Soenoko. 2013. Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X). *Jurnal Rekayasa Mesin*. 4 (1).
- Matondang, N., P. Oktalisa., dan A. Ishak. 2013. Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Pendekatan Reliability Engineering dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Pada PT XXX. <http://jurnal.usu.ac.id/index.php/jti/article/view> [diakses 02 April 2020].
- Garjito, M., dan Swasti, Y . 2014. *Fisiologi Pascapanen Buah dan Sayur*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal: 7- 167.
- Nainggolan, E. 2017. Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance Menggunakan Software SPSS Pada Sistem Pendingin Generator Mitsubishi Kapasitas 62500 kVA. *Skripsi*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Oktalisa, P., Matondang., Nazaruddin., dan A.Ishak. 2013. Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Pendekatan Reliability Engineering Dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Pada PT XXX. *Jurnal Teknik Industri*. 3 (1).
- Pranoto, L., Hardi., dan Retnowati. 2015. *Analisis Beban Kerja*. Jakarta: PPM Manajemen.
- Puspitasari, N.B., Martatnto, A. 2014. Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin). *Jurnal Teknik Industri*.
- Sawhney, R., dan S. Kannan. 2009. Developing a value stream map to evaluate breakdown maintenance operations. *International Journal Industrial and System Engineering*. 4 (3).
- Suyadi, P. 2009. *Manajemen Produktivitas*. Jakarta: PT. Bumi Angkasa

- Singgih, S. 2007. *Statistik Deskriptif: Konsep dan Aplikasi dengan Microsoft Exel dan SPSS*. Yogyakarta: ANDI.
- Sehrawat, M . S., dan J. S. Narang. 2001. *Production Manajemen*, 3 rd Edition. Delhi: Dhonpat Rai & Co.
- Soundararajan, K., R. Sawhney., dan X. Li. 2009. Developing A Value Stream Map To Evaluate Breakdown Maintenance Operations. *International Journal Industrial And System Engineering*. 4 (3).
- Sudiyono, B., dan N. Qomariyah. 2018. Pengaruh Motivasi, Kompensasi, dan Komitmen terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus pada Karyawan PT. Tirta Investama DC Rungkut). *International Journal of Social Science and Business*. 2(3): 150-159.
- Sulistiyo, R. T., A. Juniani., dan I. Setyana. 2008. Implementation of RCM II (Reliability Centered Maintenance) and RPN (Risk Priority Number) in Risk Assessment and Scheduling Maintenance Task at HPB (High Pressure Boiler) Base On JSA (Job Safety Analysis)(Case study at PT. SMART Tbk. Surabaya). *Media Ilmiah Teknik Industri*. 7(2).
- Syaief, A. N., dan Y. Irawan. 2012. Perancangan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) pada Ketel Yoshimine I Stasiun Ketel Guna Meningkatkan Kualitas Pemeliharaan di PT PG X. *Tesis*. Malang: Program Magister Teknik Mesin, Program Pascasarjana Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Winandi, A. 2012. Reliability Centered Maintenance Pada Pompa. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1 . Data Kerusakan Komponen Sistem Transmisi Periode Januari 2016 - Maret 2020 di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya

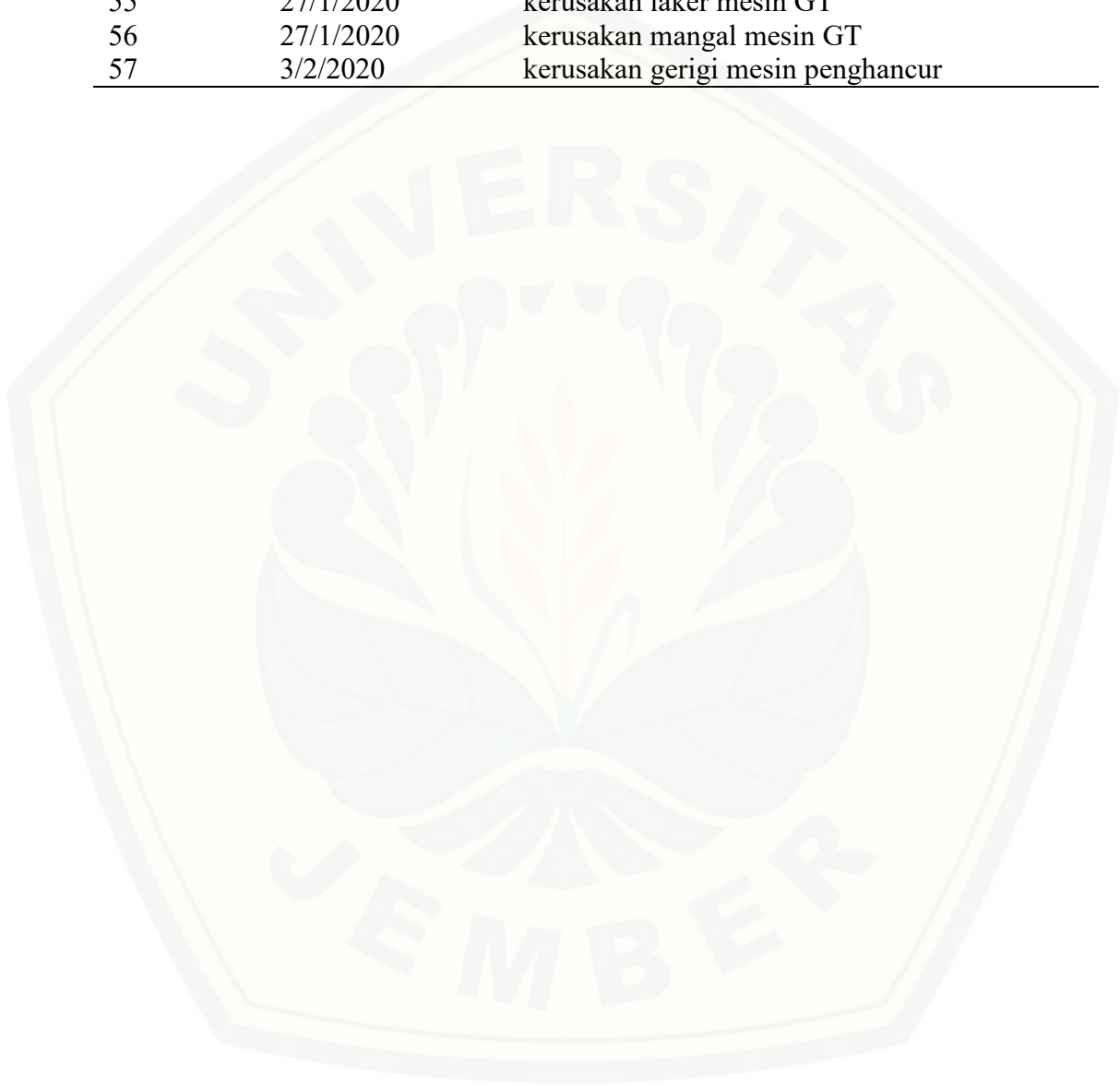
No	Tanggal Kerusakan	Jenis Kerusakan
1	24/2/2016	mangal mesin GT mengalami aus
2	26/2/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke penggerak
3	26/2/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>finishing</i>
4	24/2/2016	kerusakan laker mesin GT
5	2/3/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin penghancur
6	2/3/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>six in one</i>
7	5/4/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin GT
8	8/4/2016	balak mesin kompo putus
9	8/4/2016	baut kancing bodi rusak
10	16/4/2016	laker mesin giling pecah
11	16/4/2016	kerusakan mangal mesin brown
12	29/4/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin GT
13	16/6/2016	laker transmisi rusak
14	28/7/2016	baut bodi mesin GT pedot
15	28/7/2016	stelan mesin penghancur rusak
16	12/8/2016	penyambungan penghantar daya mesin GT
17	31/8/2016	gir mesin brown pecah
18	31/8/2016	mesin penggerak dong feng rusak
19	31/11/2016	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin GT
20	14/1/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke sistem penggerak
21	14/1/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>finishing</i>
22	20/1/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin penghancur
23	20/1/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>six in one</i>
24	11/4/2017	kerusakan mangal mesin brown
25	12/6/2017	kerusakan filter oli dan filter solar pada mesin penggerak
26	17/6/2017	oli stasiun penggerak habis
27	28/8/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke sistem penggerak

Lampiran 1. Lanjutan

No	Tanggal kerusakan	Jenis Kerusakan
28	18/9/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin penghancur
29	1/12/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya penggerak
30	26/12/2017	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya transmisi ke mesin <i>finishing</i>
31	10/1/2018	kerusakan laker mesin GT
32	20/3/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke sistem penggerak
33	27/3/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin GT
34	28/4/2018	kerusakan laker mesin GT
35	16/5/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>six in one</i>
36	6/7/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke sistem penggerak
37	23/7/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin penghancur
38	11/9/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>finishing</i>
39	27/10/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> ke penghantar daya sistem penggerak
40	3/11/2018	kerusakan manipol mesin penggerak
41	3/11/2018	laker mesin <i>six in one</i> rusak
42	11/12/2018	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>six in one</i>
43	21/1/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke sistem penggerak
44	27/1/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin penghancur
45	27/1/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin GT
46	14/2/2019	performa mesin penggerak berkurang
47	15/4/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke sistem penggerak
48	26/4/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>six in one</i>
49	31/5/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin penghancur
50	2/6/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin <i>finishing</i>
51	2/7/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin GT
52	2/10/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya ke mesin

Lampiran 1. Lanjutan

No	Tanggal Kerusakan	Jenis Kerusakan
53	22/10/2019	kerusakan dinamo amper mesin penggerak
54	6/11/2019	kerusakan <i>V-Belt</i> penghantar daya <i>six in one</i>
55	27/1/2020	kerusakan laker mesin GT
56	27/1/2020	kerusakan mangal mesin GT
57	3/2/2020	kerusakan gerigi mesin penghancur



Lampiran 2. Perhitungan

1. Perhitungan nilai MTTF

- a) MTTF
- V-Belt*
- penghantar daya ke sistem penggerak

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,0069 \\ &= 143,06 \text{ hari} \end{aligned}$$

- b) MTTF
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- finishing*

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,0039 \\ &= 251,89 \text{ hari} \end{aligned}$$

- c) MTTF
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin penghancur

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,0042 \\ &= 235,85 \text{ hari} \end{aligned}$$

- d) MTTF
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- six in one*

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,0038 \\ &= 265,96 \text{ hari} \end{aligned}$$

- e) MTTF
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin GT

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \theta \cdot \tau \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \\ &= 179,6 \cdot \tau \left(1 + \frac{1}{0,82552} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau \left(1 + \frac{1}{0,82552} \right) &= \tau (2,21) \\ &= 1,1 \end{aligned}$$

$$\text{MTTF} = 179,6 \cdot 1,10785$$

$$= 199,13$$

2. Perhitungan MTTR

- a) MTTR
- V-Belt*
- penghantar daya ke sistem penggerak

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,019 \\ &= 51,44 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b) MTTR
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- finishing*

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,019 \\ &= 50,99 \text{ menit} \end{aligned}$$

- c) MTTR
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin penghancur

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,018 \\ &= 53,99 \text{ menit} \end{aligned}$$

- d) MTTR *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,019 \\ &= 53,99 \text{ menit} \end{aligned}$$

- e) MTTR *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\ &= 1/0,018 \\ &= 57,01 \text{ menit} \end{aligned}$$

3. Perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan komponen *V-Belt*

- a) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penggerak

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{MTTR}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{0,8573382}{180}$$

$$\mu = 209,95$$

- b) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing*

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{MTTR}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{0,84990651}{180}$$

$$\mu = 211,79$$

- c) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penghancur

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{MTTR}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{0,899928005}{180}$$

$$\mu = 200,02$$

- d) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{MTTR}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{0,899928005}{180}$$

$$\mu = 200,02$$

- e) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{MTTR}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{0,950209047}{180}$$

$$\mu = 189,43$$

4. Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan

- a) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penggerak

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{0,84375}{180}$$

$$i = 213,3$$

- b) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing*

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{0,85}{180}$$

$$i = 236,84$$

- c) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penghancur

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{0,9}{180}$$

$$i = 200$$

- d) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{0,9}{180}$$

$$i = 200$$

- e) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT

$$\frac{1}{t} = \frac{\text{rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{1}{t} = \frac{0,9166667}{180}$$

$$t = 196,36$$

5. Perhitungan rata-rata jumlah kerusakan

- a) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penggerak

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{48 \text{ bulan}}$$

$$= \frac{8}{48}$$

$$= 0,17 \text{ kerusakan/bulan}$$

- b) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing*

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{48 \text{ bulan}}$$

$$= \frac{5}{48}$$

$$= 0,1 \text{ kerusakan/bulan}$$

- c) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penghancur

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{48 \text{ bulan}}$$

$$= \frac{5}{48}$$

$$= 0,1 \text{ kerusakan/bulan}$$

- d) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{48 \text{ bulan}}$$

$$= \frac{5}{48}$$

$$= 0,1 \text{ kerusakan/bulan}$$

- e) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{48 \text{ bulan}}$$

$$= \frac{6}{48}$$

$$= 0,13 \text{ kerusakan/bulan}$$

6. Perhitungan frekuensi pemeriksaan optimal

- a) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penggerak

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{\frac{k \cdot t}{\mu}} \\ &= \sqrt{\frac{0,16666667 \cdot 213,33}{209,952}} \\ &= 0,41 \end{aligned}$$

- b) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing*

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{\frac{k \cdot t}{\mu}} \\ &= \sqrt{\frac{0,104166667 \cdot 236,842102}{211,788}} \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

- c) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penghancur

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{\frac{k \cdot t}{\mu}} \\ &= \sqrt{\frac{0,104166667 \cdot 200}{200,016}} \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

- d) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{\frac{k \cdot t}{\mu}} \\ &= \sqrt{\frac{0,104166667 \cdot 200}{200,016}} \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

- e) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT

$$n = \sqrt{\frac{k \cdot t}{\mu}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,125 \cdot 196,363636}{189,432}}$$

$$= 0,36$$

7. Interval waktu pemeriksaan

- a) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin penggerak

$$ti = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$$

$$= \frac{180 \text{ jam}}{0,411519418}$$

$$= 437,40$$

- b) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *finishing*

$$ti = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$$

$$= \frac{180 \text{ jam}}{0,341305402}$$

$$= 527,39$$

- c) Komponen *V-Belt* ke mesin penghancur

$$ti = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$$

$$= \frac{180 \text{ jam}}{0,322735703}$$

$$= 557,73$$

- d) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin *six in one*

$$ti = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$$

$$= \frac{180 \text{ jam}}{0,322735703}$$

$$= 557,73$$

- e) Komponen *V-Belt* penghantar daya ke mesin GT

$$ti = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n}$$

$$= \frac{180 \text{ jam}}{0,355963882}$$

$$= 500,05$$

8. Perhitungan nilai *downtime*

- a) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin penghancur

$$\begin{aligned}
 D(n) &= \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i} \\
 &= \frac{0,16666667}{209,952 \cdot 0,411519418} + \frac{1}{213,33} \\
 &= 0,0066
 \end{aligned}$$

- b) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- finishing*

$$\begin{aligned}
 D(n) &= \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i} \\
 &= \frac{0,104166667}{211,78 \cdot 0,341303402} + \frac{1}{236,842102} \\
 &= 0,0057
 \end{aligned}$$

- c) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin penghancur

$$\begin{aligned}
 D(n) &= \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i} \\
 &= \frac{0,104166667}{200,016 \cdot 0,322735703} + \frac{1}{200} \\
 &= 0,0066
 \end{aligned}$$

- d) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- six in one*

$$\begin{aligned}
 D(n) &= \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i} \\
 &= \frac{0,104166667}{200,016 \cdot 0,322735703} + \frac{1}{200} \\
 &= 0,0066
 \end{aligned}$$

- e) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin GT

$$\begin{aligned}
 D(n) &= \frac{k}{\mu \cdot n} + \frac{1}{i} \\
 &= \frac{0,125}{189,432 \cdot 0,359963832} + \frac{1}{196,363636} \\
 &= 0,0069
 \end{aligned}$$

9. Perhitungan Availability masing-masing komponen *V-Belt*

- a) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin penggerak

$$\begin{aligned} A (tp) &= (1 - D (tp)) \times 100\% \\ &= (1 - 0,00661660066) \times 100\% \\ &= 99,34\% \end{aligned}$$

- b) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- finishing*

$$\begin{aligned} A (tp) &= (1 - D (tp)) \times 100\% \\ &= (1 - 0,005663344) \times 100\% \\ &= 99,43\% \end{aligned}$$

- c) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin penghancur

$$\begin{aligned} A (tp) &= (1 - D (tp)) \times 100\% \\ &= (1 - 0,00661367852) \times 100\% \\ &= 99,34\% \end{aligned}$$

- d) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin
- six in one*

$$\begin{aligned} A (tp) &= (1 - D (tp)) \times 100\% \\ &= (1 - 0,00661367852) \times 100\% \\ &= 99,34\% \end{aligned}$$

- e) Komponen
- V-Belt*
- penghantar daya ke mesin GT

$$\begin{aligned} A (tp) &= (1 - D (tp)) \times 100\% \\ &= (1 - 0,00692574175) \times 100\% \\ &= 99,31\% \end{aligned}$$

10. Perhitungan efisiensi perawatan mesin

- a) Efisiensi perawatan aktual

$$\begin{aligned} ME &= \frac{\text{Value added time}}{\text{Non value added time}} \times 100\% \\ &= \frac{0,75 \text{ jam}}{8,1123 \text{ jam}} \times 100\% \\ &= 9,25\% \end{aligned}$$

b) Efisiensi perawawatan usulan

$$\begin{aligned} \text{ME} &= \frac{\text{Value added time}}{\text{Non value added time}} \times 100\% \\ &= \frac{0,75 \text{ jam}}{2,059 \text{ jam}} \times 100\% \\ &= 36,43\% \end{aligned}$$



Lampiran 3 : Tabel Fungsi Gamma

ζ	$\Gamma(\zeta)$	ζ	$\Gamma(\zeta)$	ζ	$\Gamma(\zeta)$	ζ	$\Gamma(\zeta)$
1.01	0.99433	1.51	0.88659	2.01	1.00427	2.51	1.33875
1.02	0.98884	1.52	0.88704	2.02	1.00862	2.52	1.34830
1.03	0.98355	1.53	0.88757	2.03	1.01306	2.53	1.35798
1.04	0.97844	1.54	0.88818	2.04	1.01758	2.54	1.36779
1.05	0.97350	1.55	0.88887	2.05	1.02218	2.55	1.37775
1.06	0.96874	1.56	0.88964	2.06	1.02687	2.56	1.38784
1.07	0.96415	1.57	0.89049	2.07	1.03164	2.57	1.39807
1.08	0.95973	1.58	0.89142	2.08	1.03650	2.58	1.40844
1.09	0.95546	1.59	0.89243	2.09	1.04145	2.59	1.41896
1.10	0.95153	1.60	0.89352	2.10	1.04649	2.60	1.42962
1.11	0.94740	1.61	0.89468	2.11	1.05161	2.61	1.44044
1.12	0.94359	1.62	0.89592	2.12	1.05682	2.62	1.45140
1.13	0.93993	1.63	0.89724	2.13	1.06212	2.63	1.46251
1.14	0.93642	1.64	0.89864	2.14	1.06751	2.64	1.47377
1.15	0.93304	1.65	0.90012	2.15	1.07300	2.65	1.48519
1.16	0.92980	1.66	0.90167	2.16	1.07857	2.66	1.49677
1.17	0.92670	1.67	0.90330	2.17	1.08424	2.67	1.50851
1.18	0.92373	1.68	0.90500	2.18	1.09000	2.68	1.52040
1.19	0.92089	1.69	0.90678	2.19	1.09585	2.69	1.53246
1.20	0.91817	1.70	0.90864	2.20	1.10180	2.70	1.54469
1.21	0.91558	1.71	0.91057	2.21	1.10785	2.71	1.55708
1.22	0.91311	1.72	0.91258	2.22	1.11399	2.72	1.56964
1.23	0.91075	1.73	0.91467	2.23	1.12023	2.73	1.58237
1.24	0.90852	1.74	0.91683	2.24	1.12657	2.74	1.59528
1.25	0.90640	1.75	0.91906	2.25	1.13300	2.75	1.60836
1.26	0.90440	1.76	0.92137	2.26	1.13954	2.76	1.62162
1.27	0.90250	1.77	0.92376	2.27	1.14618	2.77	1.63506
1.28	0.90072	1.78	0.92623	2.28	1.15292	2.78	1.64868
1.29	0.89904	1.79	0.92877	2.29	1.15976	2.79	1.66249
1.30	0.89747	1.80	0.93138	2.30	1.16671	2.80	1.67649
1.31	0.89600	1.81	0.93408	2.31	1.17377	2.81	1.69068
1.32	0.89464	1.82	0.93685	2.32	1.18093	2.82	1.70506
1.33	0.89338	1.83	0.93969	2.33	1.18819	2.83	1.71963
1.34	0.89222	1.84	0.94261	2.34	1.19557	2.84	1.73441
1.35	0.89115	1.85	0.94561	2.35	1.20305	2.85	1.74938
1.36	0.89018	1.86	0.94869	2.36	1.21065	2.86	1.76456
1.37	0.88931	1.87	0.95184	2.37	1.21836	2.87	1.77994
1.38	0.88854	1.88	0.95507	2.38	1.22618	2.88	1.79553
1.39	0.88785	1.89	0.95838	2.39	1.23412	2.89	1.81134
1.40	0.88726	1.90	0.96177	2.40	1.24217	2.90	1.82736
1.41	0.88676	1.91	0.96523	2.41	1.25034	2.91	1.84359
1.42	0.88636	1.92	0.96877	2.42	1.25863	2.92	1.86005
1.43	0.88604	1.93	0.97240	2.43	1.26703	2.93	1.87673
1.44	0.88581	1.94	0.97610	2.44	1.27556	2.94	1.89363
1.45	0.88566	1.95	0.97988	2.45	1.28421	2.95	1.91077
1.46	0.88560	1.96	0.98374	2.46	1.29298	2.96	1.92814
1.47	0.88563	1.97	0.98769	2.47	1.30188	2.97	1.94574
1.48	0.88575	1.98	0.99171	2.48	1.31091	2.98	1.96358
1.49	0.88595	1.99	0.99581	2.49	1.32006	2.99	1.98167
1.50	0.88623	2.00	1.00000	2.50	1.32934	3.00	2.00000

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

Lampiran 4. Frekuensi kerusakan mesin PT Perkebunan Sentoool Zidam V/Brawijaya periode Februari 2016-Februari 2020

Periode		Sistem Penggerak	Sistem Transmisi	Sistem Gilingan
2016	Februari	-	2	2
	Maret	-	2	-
	April	-	2	4
	Mei	-	-	-
	Juni	-	1	-
	Juli	-	-	2
	Agustus	1	1	1
	September	-	-	-
	Oktober	-	-	-
	November	-	1	-
	Desember	-	-	-
	Januari	-	4	-
2017	Februari	-	-	-
	Maret	-	-	-
	April	-	-	1
	Mei	-	-	-
	Juni	2	-	-
	Juli	-	-	-
	Agustus	-	1	-
	September	-	1	-
	Oktober	-	1	-
	November	-	-	-
	Desember	-	2	-
	Januari	-	-	1
2018	Februari	-	-	-
	Maret	-	2	-
	April	-	-	1
	Mei	-	1	-
	Juni	-	-	-
	Juli	-	2	-
	Agustus	-	-	-
	September	-	1	-
	Oktober	-	1	-
	November	1	-	1
	Desember	-	1	-
	Januari	-	3	-
2019	Februari	1	-	-
	Maret	-	2	-
	April	-	-	-
	Mei	-	1	-
	Juni	-	1	-

Lampiran 4. Lanjutan

Periode	Sistem Penggerak	Sistem Transmisi	Sistem Gilingan	
2019	Juli	-	1	-
	Agustus	-	-	-
	September	-	-	-
	Oktober	1	1	-
	November	-	-	-
	Desember	-	-	-
2020	Januari	-	-	2
	Februari	-	-	1

Lampiran 5. Data waktu *downtime* akibat kerusakan mesin di PT Perkebunan Sentoool Zidam V/Brawijaya

Tahun	Bulan	<i>Downtime</i> Sistem Gilingan	<i>Downtime</i> Sistem Transmisi	<i>Downtime</i> sistem penggerak
2016	Februari	101	100,5	-
	Maret		100,5	-
	April	19,5	100,5	-
	Mei	-	-	-
	Juni	-	49,75	-
	Juli	13,5	-	-
	Agustus	0,5	42	-
	September	-	-	-
	Oktober	-	-	-
	November	-	100,5	-
	Desember	-	-	-
	2017	Januari	-	100,5
Februari		-	-	-
Maret		-	-	-
April		51,25	-	-
Mei		-	-	-
Juni		-	-	1
Juli		-	-	-
Agustus		-	1	-
September		-	100,5	-
Oktober		-	-	-
November		-	-	-
Desember		-	12	-
2018	Januari	0,5	-	-
	Februari	-	-	-
	Maret	-	12	-
	April	6	-	-
	Mei	-	-	-
	Juni	-	-	-
	Juli	-	100,5	-
	Agustus	-	-	-
	September	-	6	-
	Oktober	-	6	-
	November	42	-	6

Lampiran 5. Lanjutan

Tahun	Bulan	<i>Downtime</i> Sistem Gilingan	<i>Downtime</i> Sistem Transmisi	<i>Downtime</i> sistem penggerak
2019	Desember	-	6	-
	Januari	-	6	-
	Februari	-	-	1
	Februari	-	100,5	-
	Maret	-	-	-
	April	-	12	-
	Mei	-	6	-
	Juni	-	1	-
	Juli	-	6	-
	Agustus	-	-	-
	September	-	-	-
	Oktober	-	10	6
2020	November	-	6	-
	Desember	-	-	-
	Januari	90	-	-
	Februari	2	-	-
Total		326,25	985,75	14

Lampiran 6. Kriteria penilaian FMEA (*Detection*)



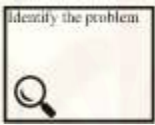



Rangking	<i>Detection</i>	Deskripsi
10	Tidak pasti	Perawatan <i>preventif</i> akan selalu pasti tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat kecil	Perawatan <i>preventif</i> memiliki kemungkinan “ <i>very remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Kecil	Perawatan <i>preventif</i> memiliki kemungkinan “ <i>remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan <i>preventif</i> memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan <i>preventif</i> memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	Sedang	Perawatan <i>preventif</i> memiliki kemungkinan “ <i>moderate</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Menengah keatas	Perawatan <i>preventif</i> memiliki kemungkinan “ <i>moderately high</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Lampiran 6. Lanjutan






Rangking	Detection	Deskripsi
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Sumber: Wahyunugraha, dkk. (2013)

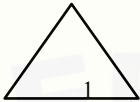
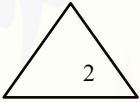
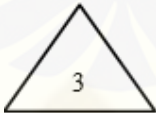
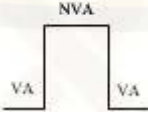
Lampiran 7. Lambang framework dan fungsinya

Framework Category	Sub-Category	Symbol	Symbol Name	Definition	MMLT Category	
Equipment Breakdown			Equipment breakdown	Simbol <i>breakdown</i> digunakan untuk menggambarkan komponen dalam keadaan rusak Proses yang melibatkan keterkaitan masalah pada peralatan operator untuk pemeliharaan pribadi saat keusakan Peralatan Proses ini melibatkan identifikasi masalah pada peralatan rusak Proses ini mengidentifikasi sumber persediaan seperti komponen, karyawan dan lain lain yang diperlukan untuk kinerja pekerjaan perbaikan Proses ini melibatkan penempatan / pemecahan sumber persediaan yang dibutuhkan untuk pekerjaan perbaikan Proses yang menghasilkan perintah pekerjaan pemeliharaan	MTTO, MTRR, MTTY	
	Communication		Communicated the problem		MTTO	
	Identification			Identify the problem		MTTO
				Identify the resources		MTTO
	Locate			Locate the resources		MTTO
	Work order			Generate work order		MTTO

Lampiran 7. Lanjutan

Framework Category	Sub-Category	Symbol	Symbol Name	Definition	MMLT Category
Physical Flow	Push Arrow		Push Arrow	Push arrow menggambarkan urutan aliran fisik dari proses. Dua bagian urutan proses pemeliharaan disambungkan oleh panah ini	MTTO, MTTR, MTTY
	Down Arrow		Down Arrow	Down arrow menggambarkan aliran fisik diantara kerusakan komponen dan aktivitas pertama dalam value stream	
Information Flow	Manual		Straight Arrow	Straight arrow menggambarkan aliran manual informasi dari catatan, laporan atau wawancara. Frekuensi dan cacatan lainnya disediakan sepanjang garis	MTTO, MTTR, MTTY
	Electronic		Wiggle Arrow	Wiggle arrow mempresentasikan informasi electronic flow dari internet, intranet, LAN, WAN. Frekuensi dan cacatan lain disediakan sepanjang garis	
Data Box			Data Box	Data box digunakan untuk mencatat informasi dari setiap proses pemeliharaan. Berbagai informasi ditempatkan dalam kotak ini menjadi waktu proses dari setiap proses Pemeliharaan	MTTO, MTTR, MTTY

Lampiran 7. Lanjutan

Framework Category	Sub-Category	Symbol	Symbol Name	Definition	MLLT Category
Delay	Unavailability of equipment operator		Delay 1	Simbol <i>delay 1</i> digunakan untuk menggambarkan keterlambatan dalam permulaan dari proses pemeliharaan karena tidak tersedianya peralatan operator untuk menunjang pemeliharaan karyawan tentang komponen yang Rusak	MTTO
	Unavailability of tools and parts		Delay 2	Simbol <i>delay 2</i> digunakan untuk menggambarkan keterlambatan karena tidak tersedianya alat yang sesuai dan komponen yang dibutuhkan demi melakukan tugas pemeliharaan	MTTO
	Unavailability of appropriate maintenance personel		Delay 3	Simbol <i>delay 3</i> digunakan untuk menggambarkan keterlambatan dalam proses pemeliharaan karena tidak tersedianya karyawan pemeliharaan yang Sesuai	MTTO, MTTY
Time Line			Time Line	Simbol <i>time line</i> digunakan untuk mencatat informasi tentang waktu yang memberikan nilai tambah (VA) dan yang tidak memberikan nilai tambah (NVA). Waktu NVA dicatat paling atas dari <i>time line</i> dan aktivitas VA dicatat di bagian bawah	MTTO, MTRR, MTTY

Lampiran 8. Dokumentasi



Lokasi penelitian



V-Belt pengantar daya



Generator



Mesin penghancur



Mesin six in one



Mesin GT



Mesin finishing



V-Belt



Penimbunan bahan baku



Lingkungan kerja



Mutu brown crepe 3



Mutu brown crepe 1



Mutu brown crepe 2



Wawancara



Lampiran 9. Pertanyaan dan jawaban wawancara

Wawancara 1

Narasumber : Kepala bagian produksi

1. Apakah terdapat hubungan antara kerusakan mesin dengan kualitas crepe?
Jawab: Ya, kerusakan mesin mengakibatkan penimbunan bahan baku dan kualitas menjadi menurun.
2. Adakah penggolongan kualitas crepe dan setiap mutu apakah terdapat perbedaan harga jual?
Jawab: Ya, mutu crepe, brown crep 1, brown crepe 2, brown crepe 3. Masing-masing mutu memiliki harga dan permintaan yang berbeda.
3. Mesin apa saja yang digunakan dalam produksi?
Jawab: Mesin produksi di PT Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu sistem gilingan, sistem penggerak dan transmisi.
4. Bagaimana sistem kerja masing-masing bagian mesin tersebut?
Jawab: Sistem penggerak menggunakan tenaga generator dan turbin untuk menghasilkan gerak, sistem transmisi menggunakan tenaga V-Belt dan poros untuk menghantarkan daya ke sistem gilingan, sistem gilingan memanfaatkan daya dari sistem transmisi untuk menggerakkan mesin.
5. Kapan saja dilakukan tindakan pemeliharaan?
Jawab: Tindakan pemeliharaan dilakukan apabila mesin rusak, namun untuk pemberian oli rutin dilakukan.
6. Apakah ada bagian khusus yang menangani mesin produksi?
Jawab: Ya perusahaan punya 1 mekanik
7. Apakah dengan jumlah SDM yang menangani mesin tersebut cukup untuk menangani kerusakan ?
Jawab: Bisa, akan tetapi jika kerusakan besar harus memanggil mekanik dari luar.
8. Apakah pernah terjadi kecelakaan pekerja saat produksi?
Jawab: Ya
9. Mesin apa yang paling sering mengalami kerusakan?
Jawab: Mesin yang paling sering mengalami kerusakan yaitu pada sistem transmisi.
10. Pada sistem transmisi, komponen apa saja yang paling sering mengalami kerusakan dan apa pengaruhnya terhadap produksi?
Jawab: Komponen V-Belt menjadi komponen yang paling sering mengalami kerusakan. Apabila terjadi kerusakan akan mengakibatkan sebagian atau seluruh aktivitas produksi berhenti.
11. Kerusakan yang seperti apa umumnya terjadi pada komponen V-Belt dan tindakan apa yang dilakukan?

Jawab: Kerusakan dapat berupa melar, putus. Tindakan yang dapat dilakukan yaitu apabila masih dapat diperbaiki akan dilakukan perbaikan dan jika tidak akan dilakukan penggantian.

12. Didalam pengoperasiannya, aktivitas perawatan apa saja yang dilakukan perusahaan?

Jawab: Apabila terjadi kerusakan nantinya para pekerja giling akan memanggil mekanik untuk melakukan pemeriksaan, setelah diperiksa kemudian laporan ke kepala bagian produksi, apabila masih dapat dipakai akan diperbaiki dan jika tidak akan diganti. Apabila penggantian, akan dilakukan pengajuan ke bagian pengadaan dan apabila di ACC oleh pimpinan spare partnya akan dibeli dan dilakukan penggantian oleh mekanik.

13. Jumlah hari kerja di PT. Perkebunan Sentool berapa hari dan setiap harinya berapa jam produksi?

Jawab: Perusahaan beroperasi hampir setiap hari apabila mesin tidak rusak. Rata-rata jam kerja per harinya mulai dari jam 06.00 wib – 12.00 wib.

Wawancara 2

Narasumber: Mekanik

1. Apakah fungsi dari masing-masing bagian mesin yaitu sistem transmisi, gilingan, dan penggerak?

Jawab: Sistem penggerak sebagai sumber tenaga gerak/daya, sistem transmisi sebagai penghantar daya, dan gilingan untuk memperbesar luas permukaan lateks

2. Sebagai komponen yang paling sering mengalami kerusakan, faktor apa yang menyebabkan V-Belt rusak?

Jawab: Faktor-faktor penyebabnya antara lain aus, usia, dan gesekan.

3. Dalam kondisi bagaimana V-Belt dikatakan gagal?

Jawab: Dari segi tenaga dan apabila putus

4. Apakah mekanik dapat mengatasi sendiri permasalahan kerusakan mesin?

Jawab: Apabila rusak dan masih dapat ditangani sendiri tidak menjadi masalah, akan tetapi jika tidak bisa meminta bantuan ke pekerja lain atau mekanik dari luar

5. Bagaimana cara memperbaiki mesin? Apakah ada sop atau buku panduan atau seperti apa?

Jawab: Ya ada buku panduan, akan tetapi perbaikan dilakukan dengan pengalaman sebelumnya

6. Apakah mekanik mengetahui mesin dalam keadaan normal atau tidak?

Jawab: Ya pada beberapa kondisi dapat dilihat dari performa mesin, namun pada beberapa kondisi terkadang tidak terdeteksi

7. Kesulitan apa yang dihadapi ketika terjadi kerusakan?

Jawab: Kesulitan yang dihadapi yaitu tenaga kerja mekanik yang hanya berjumlah 1 orang, sistem kerja mesin yang berkelanjutan mengakibatkan harus bolak balik melakukan pengecekan.



