

**ANALISIS PERAWATAN MESIN *DIGESTER* MENGGUNAKAN METODE  
*RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PT. KARYA TANAH  
SUBUR**

Tugas Akhir

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

**DI SUSUN OLEH:**

**NAMA : FADILLAH PRATAMA**

**NIM : 1705903030064**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS TEUKU UMAR FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**ACEH BARAT**

**2022**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
KAMPUS UTU MEULABOH-ACEH BARAT 23615 PO BOX 59  
Laman: [www.industri.utu.ac.id](http://www.industri.utu.ac.id), Email : [teknikindustri@utu.ac.id](mailto:teknikindustri@utu.ac.id)

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

Telah dipertahankan Didalam Seminar Tugas Akhir Dihadapan Dewan Penguji dan Telah Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Industri.

Pada Tanggal, 29 Juni 2022

Di

Meulaboh – Aceh Barat

**DENGAN JUDUL TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERAWATAN MESIN *DIGESTER* MENGGUNAKAN  
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PT.  
KAYA TANAH SUBUR**

DI SUSUN OLEH:

**NAMA : FADILLAH PRATAMA**

**NIM : 1705903030064**

Mengetahui Dewan Penguji Tugas Akhir:

Penguji I

**ARIE SAPUTRA, S.T., M.Si**

**NIP. 19830418 201504 1001**

Penguji II

**MARLINDA, S.Pd., M.Pd**

**NIDN.021088104**

Pembimbing Tugas Akhir

**GAUSTAMA PUTRA, S.T., M.Sc**

**NIP. 197908102021211006**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri  
Universitas Teuku Umar

**NISSA PRASANTI, S.Si., M.T**

**NIP. 198906092018032001**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
1  
ACEH BARAT

2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
KAMPUS UTU MEULABOH-ACEH BARAT 23615 PO BOX 59  
Laman: [www.Industri.utu.ac.id](http://www.Industri.utu.ac.id), Email : [teknikindustri@utu.ac.id](mailto:teknikindustri@utu.ac.id)

LEMBAR PENGESAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

DENGAN JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERAWATAN MESIN *DIGESTER* MENGGUNAKAN  
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT.  
KAYA TANAH SUBUR

DI SUSUN OLEH:

NAMA : FADILLAH PRATAMA  
NIM : 1705903030064

Di Setujui Oleh:

Pembimbing Tugas Akhir

GAUSTAMA PUTRA, S.T., M.Sc  
NIP.197908102021211006

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Industri

NISSA PRASANTI, S.Si., M.T  
NIP. 198906092018032001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
ACEH BARAT

2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
KAMPUS UTU MEULABOH-ACEH BARAT 23615 PO BOX 59  
Laman: [www.Industri.utu.ac.id](http://www.Industri.utu.ac.id), Email : [teknikindustri@utu.ac.id](mailto:teknikindustri@utu.ac.id)

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS TEKNIK

DENGAN JUDUL TUGAS AKHIR

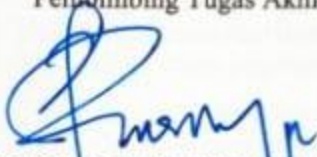
ANALISIS PERAWATAN MESIN *DIGESTER* MENGGUNAKAN  
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PT.  
KAYA TANAH SUBUR

DI SUSUN OLEH:

NAMA : FADILLAH PRATAMA  
NIM : 1705903030064

Di Setujui Oleh:

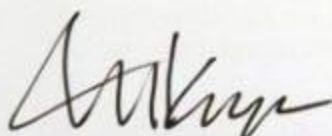
Pembimbing Tugas Akhir

  
GAUSTAMA PUTRA, S.T., M.Sc  
NIP.197908102021211006

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Industri

  
DR. IR. M. ISYA, M.T  
NIP. 196204111989031002

  
NISSA PRASANTI, S.Si., M.T  
NIP. 198906092018032001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
ACEH BARAT

2022

iii



## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim...*

*Yang utama dan paling Utama Sembah Sujud serta Syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat beriring salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.*

*Untuk ribuan tujuan yang harus dicapai, untuk jutaan impian yang akan dikejar, untuk sebuah pengharapan, agar hidup jauh lebih bermakna, karena tragedi terbesar dalam hidup bukanlah kematian tapi hidup tanpa tujuan. Teruslah bermimpi untuk sebuah tujuan, pastinya juga harus diimbangi dengan tindakan nyata, agar mimpi dan juga angan, tidak hanya menjadi sebuah bayangan semu.*

*Alhamdulillahirrahil alamin....*

*Sebuah langkah usai sudah, Satu cita telah ku gapai, Namun...*

*Itu bukan akhir dari perjalanan, Melainkan awal dari satu perjuangan.*

*Hari takkan indah tanpa mentari dan rembulan, begitu juga hidup takkan indah tanpa tujuan, harapan serta tantangan. Meski terasa berat, namun manisnya hidup justru akan terasa, apabila semuanya terlalui dengan baik, meski harus memerlukan pengorbanan.*

*Kupersembahkan karya kecil ini, untuk cahaya hidup, yang senantiasa ada saat suka maupun duka, selalu setia mendampingi, saat kulemah tak berdaya yaitu orang-orang yang kusayangi dan kukasih*

*Ibu Tercinta ( **FARJDAH SUSANTI** )*

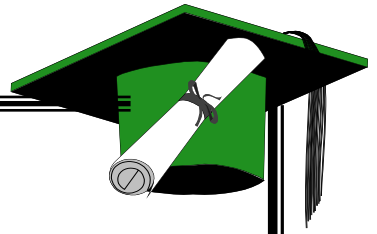
*Ayah Terkasih ( **HAMDAN** )*

*Ibu... Ayah... melalui persembahan ini ku ungkapkan rasa syukurku karena terlahir dan dibesarkan oleh orangtua yang sangat hebat dan kuat, yang selalu menghembuskan doa dalam setiap helaan nafas untuk putri tercintamu ini. Terimakasih Ibu dan Ayah yang tersayang...*

*Ketikan kata demi kata kutuangkan dalam selembar kertas ini bersama air mata kebahagiaan, sungguh ku sayang kalian dari lubuk hati yang paling dalam. Selamanya....*

*Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tak ada bandinganya, kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang selalu memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tak terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga karya kecil ini bisa membuat Ibu dan Ayah bangga, walaupun persembahan karya kecil ini belum seberapa dengan pengorbanan dan cinta kasih kalian. Karna kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik,*

*Terima Kasih Ibu.... Terima Kasih Ayah.....*



*Dosen Pembimbing Tugas Akhirku...*

*Bapak GAUSTAMA PUTRA, S.T., M.Sc*

*Selaku dosen pembimbing dalam Penelitian saya, terima kasih banyak, Bapak yang selalu sabar dalam membimbing penulisan tugas akhir ini. Doa yang tak pernah henti agar selalu diberi kesehatan, kebaikan, dan kebahagiaan. Terimakasih atas bantuan dan kesabaran dari Bapak selama membimbing saya.*

*Seluruh Dosen Pengajar S1. Teknik Industri:*

*Terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yg sangat berarti yang telah kalian berikan*

*For My Self*

*Terimakasih telah berjuang dalam segala hal walaupun lelah dan mengalirnya air mata mu, tapi tetap berjuang untuk meraih titik gelar sarjana mu. Kamu hebat pertahankan ya..... Agar bisa meraih impian mu, bisa membuat orang tua bahagia dan bangga atas pencapaian mu.*

*My Best friend's*

*Untuk Sahabat KOS 5 terimakasih atas dukungan dan do'anya. Yang selalu menyempatkan waktu untuk duduk bercerita, bercanda dan mendengar keluh kesahku. Nasihat baik kalian sangat berarti untukku. Semoga keakraban persahabatan kita terjalin selamanya walaupun nanti sudah terpisah oleh jarak,*

*Untuk teman terbaikku (Annnisa Havizta Zikri, Oni Fariana, M.Iqbal, Ruri Muhararrir, Cut Lirma, Cut Wilda, Khalisud Zulri, Muhammad Rasoki, Rafimad Abu Bakar, Fauzan, Fahmi, dan Husnatil Ismi) terimakasih banyak atas bantuan dan dukungan baik dari moril maupun materil dari masa perkuliahan hingga bergelar sarjana.*

*For Something*

*Terima kasih telah mempersamainku disegala keadaanku. Kamu adalah sosok terbaik, yang tidak bisa tetap acuh pada masalah orang-orang yang membutuhkan bantuan. Betapa beruntungnya aku bertemu denganmu di jalan hidupku. Kamu menjadi salah satu orang yang layak kupersembahkan bentuk perjuanganku ini. Tanpamu aku yakin hari-hariku tidak akan sesempurna ini.*

*Angkatan 2017*

*Teman-teman seperjuangan yang tidak bisa disebutkan satu persatu dan yang sekaligus menjadi saudara*

*angkat dan saudara seperjuangan terima kasih atas bantuan, baik moril maupun materil serta doa, nasehat, hiburan, traktiran, ejection, dan semangat yang kalian berikan selama saya kuliah, saya tak akan melupakan semua yang telah kalian berikan dan lakukan untuk saya selama ini.*

*"Dreams, Believe and make it happen. Allah loves me and you"*

*(FADILLAH PRATAMA\* S.T.)*

## **PERNYATAAN ORIGINALITAS**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **FADILLAH PRATAMA**

NIM : **1705903030064**

Judul Tugas Akhir : Analisis Perawatan Mesin Digester Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT. Kaya Tanah Subur.

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini merupakan hasil karya asli saya yang diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh Gelar Strata 1 Program Studi Teknik Industri di Universitas Teuku Umar.
2. Semua sumber yang saya gunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini telah saya cantumkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku Prodi Teknik Industri di Universitas Teuku Umar.
3. Apabila ternyata dalam skripsi saya terdapat bagian-bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya akan mendapatkan sanksi sebagaimana semestinya.

Alue Peunyareng, 06 Juli 2022

**FADILLAH PRATAMA**  
**NIM. 1705903030064**



# MOTTO

*"Jangan Biarkan Kesulitan Membuat Dirimu Gelisah, Karena Bagaimanapun  
Juga Hanya Dimalam Yang Paling Gelap Bintang-Bintang Tampak Bersinar  
Lebih Terang"*

*(Ali Bin Abi Thalib)*

*"Percayalah pada dirimu sendiri dan ketahuilah bahwa ada sesuatu di dalam  
dirimu yang lebih besar daripada rintangan apapun."*

*(Christian D. Larson)*

*"Bangun Kesuksesan Dari Kegagalan. Keputusan Dan Kegagalan Adalah Dua  
Batu Loncatan Yang Paling Baik Menuju Kesuksesan."*

*(Dale Carnegie)*

*"Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian banyak kesabaran (yang  
kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya  
rasa sakit,"*

*(Ali Bin Abi Thalib)*

*"Jika kamu ingin hidup bahagia, terikatlah pada tujuan, bukan orang atau  
benda"*

*(Albert Einstein)*

*"Satu langkah bisa berubah apapun bahkan jika kamu hanya diam pun, jalan  
atau berhenti itu akan menentukan takdirmu tidak tahu itu baik atau buruk"*

*(Fadullah Pratama, S.T)*





## RIWAYAT HIDUP



**FADILLAH PRATAMA S.T** dilahirkan di Sabang, Kecamatan Suka Jaya, Provinsi Aceh pada Tanggal 19 Februari 1999 merupakan anak pertama dari lima bersaudara, dari pasangan Ayahanda saya Hamdan dan Ibunda saya Faridah Susanti. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada Tahun 2011 di SDN 14 Meulaboh Menyelesaikan Sekolah Madrasah Tsyanawiyah Pada Tahun 2014 di MTS's Harapan Bangsa Kuta Padang, menyelesaikan Sekolah Menengah Atas pada Tahun 2017 di SMA Negeri 1 Sabang dan menyelesaikan pendidikan S1 pada Bidang Manajemen Rekayasa dan Sistem Produksi di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Teuku Umar Meulaboh Kabupaten Aceh Barat Provinsi Aceh pada Tahun 2022. Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di berbagai bidang kegiatan organisasi dan kepanitian. Penulis pernah menjabat sebagai ketua UKM Bahasa UTU periode 2021/2022, pernah tercatat sebagai KABID Wirausaha HMTI UTU periode 2018/2019, dan juga pernah tercatat sebagai Asisten Laboratorium MIPA UTU periode 2020/2021 Penulis dapat dihubungi melalui email [ancpbfadil123@gmail.com](mailto:ancpbfadil123@gmail.com).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat Hidayah dan Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Perawatan Mesin *Digester* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Di PT. Karya Tanah Subur”** Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi tugas dan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri di Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Shalawat berserta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada pangkuan baginda Nabi Besar Muhammad SAW karena dengan berkat perjuangan beliau kita dapat hidup sejahtera di bumi Allah SWT.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ishak Hasan M.Si selaku Rektor Universitas Teuku Umar.
2. Dr. Ir. M. Isya, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.
3. Nissa Prasanti, S.Si., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri terimakasih atas dorongan semangatnya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Gaustama Putra, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktunya dan terimakasih atas segala kesabaran dan dorongan semangatnya selama membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Arie Saputra, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji I proposal Tugas Akhir (TGA).
6. Ibu Marlinda S.Pd., M.Pd selaku Dosen Penguji II proposal Tugas Akhir(TGA).
7. Keluarga besar PT. Karya Tanah Subur di Desa Padang Sikabu Kabupaten Aceh Barat yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian dan menerima penulis dengan sangat baik.
8. Kepada ayah dan ibu yang selalu mendoakan. Terimakasih untuk kasih

sayang, pengorbanan, dukungan dan semangat moril dan materil yang telah diberikan.

9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 telah memberikan semangat dan dukungan serta kebersamaannya selama ini dalam menyelesaikan gelar sarjana.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam bentuk apapun kepada penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dilihat dari isi maupun pembahasan. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Alue Peunyareng, 07 Juli 2022

Penulis,

Fadillah Pratama

NIM.1705903030064

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xivx</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB 2</b> .....	<b>6</b>
<b>LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1 Manajemen Perawatan.....	6
2.2 Mesin <i>Digester</i> .....	7
2.2.1 Komponen-Komponen Pada Mesin <i>Digester</i> .....	8
2.3 Kerusakan Peralatan Pada Mesin Industri .....	14
2.4 <i>Downtime</i> .....	15
2.5 <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> .....	16
2.5.1 Pengumpulan Informasi dan Seleksi Pemilihan Sistem.....	17
2.5.2 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional .....	17
2.5.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	18
2.6 Keandalan ( <i>Reliability</i> ).....	20
2.6.1 Penentuan Distribusi Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR) 20	

2.6.2	Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> dan <i>Mean Time to Repair</i> .....	21
2.6.3	Perhitungan Waktu Interval Perawatan .....	23
2.7	Program Pemeliharaan Mesin.....	23
2.7.1	Pemeliharaan Kerusakan ( <i>breakdown maintenance</i> ).....	24
2.7.2	Pemeliharaan Pencegahan ( <i>preventive maintenance</i> ).....	25
2.7.3	Pemeliharaan Peramalan ( <i>predictive maintenance</i> ).....	26
2.7.4	Pemeliharaan Perbaikan ( <i>corrective maintenance</i> ) .....	27
BAB 3	.....	22
METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Pendahuluan.....	22
3.1.1	Studi Lapangan .....	22
3.1.2	Studi Literatur .....	23
3.2	Identifikasi Masalah.....	23
3.3	Pengumpulan Data.....	23
3.3.1	Data Primer .....	24
3.3.2	Data Sekunder.....	24
3.4	Pengolahan Data .....	24
3.5	Analisa dan Pembahasan .....	25
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	25
3.7	Posisi Penelitian.....	26
3.8	Metodologi Penelitian.....	29
BAB 4	.....	30
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		30
4.1	Pengumpulan Data.....	30
4.1.1	Pengumpulan Data Jam kerja mesin digester .....	30
4.1.2	Data Komponen Mesin <i>Digester</i> .....	30
4.1.3	Data Waktu <i>History</i> Perbaikan Mesin <i>Digester</i> .....	31
4.1.4	Data Waktu Perbaikan Komponen Pada Mesin <i>Digester</i> .....	31
4.2	Pengolahan Data .....	32
4.2.1	<i>Failure Modes and Effect Analyze</i> (FMEA) .....	32
4.2.2	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) <i>Decision Worksheet</i> .....	38
4.2.3	Perhitungan <i>Downtime</i> Kerusakan Komponen pada Mesin <i>Digester</i> .....	39

4.2.4	Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) dan Perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan (TTR) .....	40
4.2.5	<i>Least Square Curve Fitting</i> TTF ( <i>Time to Failure</i> ) .....	40
4.2.5.4	Uji <i>Goodness Of Fit Test</i> Untuk <i>Time to Failure</i> (TTF) .....	44
4.2.6	<i>Least Square Curve Fitting</i> TTR ( <i>Time to Repair</i> ).....	44
4.2.7	Perhitungan Parameter <i>Time to Failure</i> (TTF) .....	49
4.2.8	Perhitungan <i>Parameter Time to Repair</i> (TTR).....	50
4.2.9	Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF) dan <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR).....	50
4.2.10	Perhitungan <i>Reliability</i> Komponen.....	51
4.2.11	Penentuan Interval Perawatan Komponen .....	51
BAB 5	.....	53
ANALISA DAN PEMBAHASAN .....		53
5.1	Analisis Komponen Kritis Berdasarkan Frekuensi Kersakan Komponen....	53
5.2	Analisis Sistem Kritis Berdasarkan <i>Downtime</i> .....	53
5.3	Analisis <i>Failure Modes and Effect Analyze</i> (FMEA).....	54
5.4	Analisis Pola Distribusi Kerusakan .....	55
5.5	Analisis Uji Kecocokan Data ( <i>Godnest of Fit</i> ).....	55
5.6	Analisis Nilai MTTF dan Nilai MTTR.....	56
5.7	Analisis Interval Penggantian Pencegahan dan Pemeriksaan Komponen <i>Exepler arm</i> .....	56
BAB 6	.....	58
KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
6.1	Kesimpulan.....	58
6.2	Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		60
LAMPIRAN.....		62

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Kerusakan Mesin Pada Tahun 2021 .....	2
<b>Tabel 3.1a</b> Posisi Penelitian .....	27
<b>Tabel 3.1b</b> Posisi Penelitian .....	28
<b>Tabel 4.1</b> Jumlah Jam Kerja Tersedia Tahun 2021 .....	30
<b>Tabel 4.2</b> Data Komponen Mesin <i>Digester</i> .....	31
<b>Tabel 4.3</b> <i>History</i> Perbaikan Mesin <i>Digester</i> .....	31
<b>Tabel 4.4</b> Data Waktu Perbaikan Kerusakan Komponen Pada Mesin <i>Digester</i> ..	32
<b>Tabel 4.5</b> Kriteria dan Nilai Ranging untuk <i>Severity</i> .....	32
<b>Tabel 4.6</b> Kriteria dan Nilai Ranging untuk <i>Occurance</i> .....	33
<b>Tabel 4.7</b> Kriteria dan Nilai Ranging untuk <i>Detection</i> .....	33
<b>Tabel 4.8a</b> <i>Failure Modes and Effect Analyse</i> Pada Mesin <i>Digester</i> .....	34
<b>Tabel 4.8b</b> <i>Failure Modes and Effect Analyse</i> Pada Mesin <i>Digester</i> .....	35
<b>Tabel 4.8c</b> <i>Failure Modes and Effect Analyse</i> Pada Mesin <i>Digester</i> .....	36
<b>Tabel 4.9</b> RCM <i>Decision Worksheet</i> .....	37
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Presentase <i>Downtime</i> Kerusakan Mesin .....	38
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Perhitungan TTF dan TTR Komponen <i>Explor Arm</i> .....	39
<b>Tabel 4.12</b> Perhitungan <i>Index of Fit</i> Berdasarkan Distribusi <i>Eksponensial</i> Data Waktu <i>Time to Failure</i> (TTF) Komponen <i>Explor Arm</i> .....	40
<b>Tabel 4.13</b> Perhitungan <i>Index of Fit</i> Berdasarkan Distribusi <i>Lognormal</i> Data Waktu <i>Time to Failure</i> (TTF) Komponen <i>Explor Arm</i> .....	41
<b>Tabel 4.14</b> Perhitungan <i>Index of Fit</i> Berdasarkan Distribusi <i>Weibull</i> Data Waktu <i>Time to Failure</i> (TTF) Komponen <i>Explor Arm</i> .....	42
<b>Tabel 4.15</b> Hasil Perhitungan <i>Index of Fit</i> TTF .....	42
<b>Tabel 4.16</b> <i>Least Square Curve Fitting</i> Komponen <i>Explor Arm</i> Untuk Distribusi <i>Eksponensial</i> .....	44
<b>Tabel 4.17</b> <i>Least Square Curve Fitting</i> Komponen <i>Explor Arm</i> Untuk Distribusi <i>Lognormal</i> .....	45
<b>Tabel 4.18</b> <i>Least Square Curve Fitting</i> Komponen <i>Explor Arm</i> Untuk Distribusi <i>Weibull</i> .....	46
<b>Tabel 4.19</b> Hasil Perhitungan <i>Index of Fit</i> untuk TTR.....	47

<b>Tabel 4.20</b> Uji <i>Mann's</i> Pada <i>Explor Arm</i> Berdistribusi <i>Weibull</i> .....	48
<b>Tabel 5.1</b> Kegiatan Perawatan dan Interval Perawatan Yang Optimal .....	52



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Mesin <i>Digester</i> .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Motor Listrik.....	9
<b>Gambar 2.3</b> <i>Gearbox</i> .....	9
<b>Gambar 2.4</b> <i>cone coupling</i> .....	10
<b>Gambar 2.5</b> <i>Shaft</i> .....	10
<b>Gambar 2.6</b> <i>Short arm</i> dan <i>long arm</i> .....	11
<b>Gambar 2.7</b> Mesin <i>Digester</i> .....	11
<b>Gambar 2.8</b> <i>Expeller arm</i> .....	12
<b>Gambar 2.9</b> <i>Bearing</i> .....	12
<b>Gambar 2.10</b> <i>V-block</i> .....	13
<b>Gambar 2.11</b> <i>V-Belt</i> .....	13
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	29

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung kegiatan produksi dalam suatu industri. Perawatan dan perbaikan mesin di suatu industri terutama di industri manufaktur merupakan hal yang sangat dibutuhkan guna menjaga kinerja mesin agar selalu berada pada kondisi optimal. Selain itu, perawatan yang baik mampu memperpanjang umur mesin dan mampu mencegah kerusakan yang dapat menimbulkan beberapa kerugian seperti banyak dihasilkannya produk yang tidak memenuhi kualifikasi, bahkan hingga terjadi berhentinya proses produksi.

Beberapa tujuan dan fungsi perawatan adalah mampu memenuhi kebutuhan sesuai rencana produksi, menjaga kualitas produksi, membantu mengurangi biaya modal pemakaian yang diinvestasikan sesuai kebijakan sehingga tercapainya keuntungan *return of investment* dan menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Dalam usaha untuk menggunakan fasilitas produksi agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka perlu direncanakan kegiatan perawatan yang dapat mendukung keandalan suatu mesin. Keandalan mesin merupakan salah satu aspek yang sangat penting sehingga dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi serta produk yang dihasilkan. Keandalan ini dapat membantu memperkirakan peluang suatu komponen mesin untuk dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan pada jangka waktu tertentu.

PT. Karya Tanah Subur merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur, salah satu perusahaan pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Aceh Barat yang berlokasi di Desa Padang Sikabu. PT. Karya Tanah Subur merupakan perusahaan yang memproduksi minyak mentah kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) dan pengolahan biji (*Palm Kernel*) dengan kapasitas produksi 40 ton/jam.

Permasalahan yang timbul di perusahaan tersebut adalah terkait dengan kerusakan mesin produksi kelapa sawit. hal tersebut dapat mengakibatkan jam berhenti (*downtime*) dan *delay* pada proses produksi yang mengakibatkan kinerja mesin menjadi kurang efektif dan efisien. Efektivitas dalam proses produksi perlu didukung adanya manajemen perawatan dan pemeliharaan pada mesin untuk itu diperlukan langkah-langkah yang efektif dalam pemeliharaan mesin untuk dapat menanggulangi dan mencegah masalah tersebut. Dalam pemeliharaan mesin tersebut dapat ditangani dan diupayakan secara berkelanjutan sehingga mampu meningkatkan efektivitas dari mesin tersebut.

**Tabel 1.1** Kerusakan Mesin Pada Tahun 2021

Mesin	Jumlah Kerusakan
<i>Sterilizer</i>	7
<i>Thresher</i>	11
<i>Digester</i>	27
<i>Screw Press</i>	23
<i>Sand Trap</i>	4
<i>Vibrating Screen</i>	11
<i>Vacum Drayer</i>	14

(Sumber PT.Karya Tanah Subur)

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin

sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus. Penekanan terbesar pada RCM adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. Berdasarkan prinsipnya RCM memelihara fungsional sistem memelihara agar fungsi sistem/alat tersebut sesuai dengan harapan dengan fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, mendefinisikan kegagalan sebagai kondisi yang tidak memuaskan atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai *standard performance* yang ditetapkan serta memberikan hasil-hasil yang nyata/jelas, tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan (Suwandy, 2019).

Wahyuni (2021), menggunakan metode RCM mendapatkan hasil analisis waktu perawatan untuk masing-masing komponen kritis adalah: komponen *worm screw interval* waktu perawatan 307,84 jam, jadwal pergantian setiap 2035,3 jam. Komponen *extention shaft* interval waktu perawatan 279,5 jam, jadwal pergantian setiap 1824,5 jam. Komponen *bearing* interval waktu perawatan 300,2 jam, jadwal pergantian setiap 1492,5 jam. Komponen *oil seal* interval waktu perawatan 286,1 jam, jadwal pergantian setiap 2769,9 jam. Komponen *press cage* interval waktu perawatan 250,72 jam, jadwal pergantian setiap 3277,8 jam. Mulia (2017), mendapatkan hasil analisis berfrekuensi kerusakan sebesar 44,86% dan jam kerja yg hilang akibat *breakdown* mesin sebesar 56,12 %. (RCM ) juga berguna untuk meningkatkan kualitas produk, sekaligus perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendekteksi kegagalan atau menemukan *Hidden Failure*.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis melakukan sebuah penelitian tentang “**ANALISIS PERAWATAN MESIN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM)**”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka penulis dapat merumuskan permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana cara menentukan penjadwalan interval waktu perawatan?
2. Tindakan yang harus dilakukan dalam perawatan mesin dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Menentukan waktu interval perawatan untuk komponen kritis yang sering mengalami kerusakan
2. Menentukan tindakan dalam perawatan mesin untuk kedepannya.

## **1.4 Batasan Masalah**

Diperlukan ruang lingkup atau batasan masalah dalam melakukan penelitian sehingga pembahasan dapat lebih terarah dan jelas. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data keterangan waktu kerusakan pada mesin *Digester*.
2. Hanya membahas tentang perawatan mesin pada mesin kritis

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini diharapkan dapat diambil beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat bagi mahasiswa:
  - a. Sebagai bahan perbandingan dalam menerapkan teor-teori yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan dengan keadaan yang ada di lapangan.
  - b. Dapat menambah wawasan bagi penulis yang akan datang khususnya tentang manajemen perawatan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)
2. Manfaat bagi perusahaan:
  - a. Mampu memberikan contoh perhitungan bagi perusahaan tentang nilai efektivitas mesin.
  - b. Dapat memberikan gambaran penjadwalan perawatan mesin.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Manajemen Perawatan

Perawatan adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan dan pembersihan terhadap objek yang dimilikinya. Konsep ini berawal dari keinginan manusia untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan terhadap objek yang dimilikinya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia dapat berfungsi dengan baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang diinginkan. Dengan adanya kegiatan perawatan ini maka fasilitas/peralatan pabrik dapat digunakan untuk produksi sesuai rencana, sehingga dapat diharapkan proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan terjamin, karena kemungkinan kegagalan yang disebabkan tidak baiknya beberapa fasilitas atau peralatan produksi telah dihilangkan atau dikurangi (Kurniawan dan Fajar, 2013).

Perlu diketahui oleh seorang perawat dan bagian lainnya bagi suatu pabrik adalah pemeliharaan yang murah sedangkan perbaikan adalah mahal. Secara umum tujuan perawatan menurut (Kurniawan dan Fajar, 2013) adalah:

1. Mengatasi segala permasalahan yang berkenaan dengan kontinuitas aktivitas produksi.
2. Memperpanjang umur pengoperasian peralatan dan fasilitas industri.
3. Meminimasi *downtime*, yaitu waktu selama proses produksi terhenti yang dapat mengganggu kontinuitas produksi.
4. Meningkatkan efisiensi sumber daya produksi.
5. Peningkatan *profesionalisme* personil departemen perawatan industri.

6. Meningkatkan nilai tambah produk, sehingga perusahaan dapat bersaing di pasar global.
7. Membantu para pengambil keputusan, sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan perawatan fasilitas industri.
8. Melakukan perencanaan terhadap perawatan *preventif*, sehingga memudahkan dalam proses pengontrolan aktivitas perawatan.
9. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari terhentinya proses karena permasalahan kehandalan mesin.

Fungsi pemeliharaan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang ada serta mengusahakan agar mesin dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi. Keuntungan yang diperoleh dengan adanya perawatan, mesin dan peralatan produksi yang ada dapat dipergunakan dalam jangka waktu panjang, pelaksanaan proses produksi dalam perusahaan berjalan dengan lancar, dapat menghindarkan diri atau dapat menekan sekecil mungkin terdapatnya kemungkinan kerusakan berat dari mesin dan peralatan produksi selama proses produksi berjalan. Apabila mesin dan peralatan produksi berjalan dengan baik, maka penyerapan bahan baku dapat berjalan dengan normal (Ahyari dan Agus, 2002).

## 2.2 Mesin *Digester*

Digester seperti pada gambar 2.1 merupakan alat untuk melumatkan buah sawit dengan cara mengaduk menggunakan *stirring arm* dan bisa disebut pisau pengaduk dengan kecepatan putaran di dalam bejana silinder tegak. Proses



pengadukan juga dibantu oleh *live steam injection* kedalam bejana dengan temperatur 90-95 °C, hingga daging buah menjadi lebih lunak dan minyak sawit mudah terpisah dari daging buah.



**Gambar 2.1 Mesin *Digester***

Adapun fungsi mesin *digester* pabrik kelapa sawit adalah untuk melumatkan buah sawit (brondolan) sehingga daging buah sawit ini bisa terpisah dari biji/*nut* dan hal ini akan memudahkan proses pres buah sawit di dalam mesin *screw press*.

#### 2.1.1 Komponen-Komponen Pada Mesin *Digester*

##### 1. Motor Listrik

Motor listrik pada Gambar 2.2 merupakan tenaga penggerak mula pada bagian utama dari mesin *digester* untuk proses pengadukan, sebagai suatu sistem penggerak menggunakan motor listrik AC 3 Phase, Ip 55 *splash proof*, dengan daya kemampuan untuk beban kontinyu dan jumlah putaran yang sesuai untuk *digester*.



**Gambar 2.2 Motor Listrik**

## 2. *Gearbox*/Transmisi

Pada Gambar 2.3 *gearbox* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Gearbox* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar pada mesin *digester*, dan pergerakan putaran pada *gearbox* yang teruskan pada poros lengan pengaduk (pisau *digester*). Dengan kecepatan putaran pada poros 21-24 Rpm.



**Gambar 2.3 Gearbox**

## 2 *Coupling Digester*

*Coupling* merupakan bagian dari mesin *digester* yang digunakan untuk menghubungkan dua poros, yaitu poros transmisi dengan poros lengan pengaduk (pisau *digester*) dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis (putaran),

*coupling* yang di pergunakan pada mesin *digester* berjenis *cone coupling*, bisa dilihat pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4** *cone coupling*

### 3 *Squire Shaft* (poros)

Poros merupakan suatu bagian yang terpenting dari setiap mesin, hampir setiap mesin meneruskan tenaga melalui putaran. poros pada mesin *digester* terdiri dari dua bagian, satu pendek dan satu panjang, poros ini di sambung tegak lurus dengan poros *reduction gearbox* yaitu poros pendek yang berasal dari *gearbox* yang menggunakan sambungan berupa kopling, Gambar 2.5 poros pada *digester* ini sebagai tempat pisau-pisau pengaduk.



**Gambar 2.5** *Shaft*

#### 4 *Short arm* dan *long arm*

*Short arm* dan *long arm* merupakan mata pisau *digester* yang mempunyai fungsi yang sama, yaitu berfungsi sebagai pemecah dan pengaduk buah kelapa sawit di dalam *digester*, pisau-pisau ini dipasang pada poros utama, yang terdiri dari 3 tingkat dan terdapat 6 jumlah pisau di dalam *digester*. Perbedaan dari kedua pisau ini yaitu dari segi panjang dan pendek pada pisau *digester*, bisa kita lihat Gambar 2.6 pisau *digester* sebagai berikut:



**Gambar 2.6** *Short arm* dan *long arm*

#### 5 *Liner*

*Liner* merupakan sebuah tabung atau selinder yang terbuat dari plat besi baja yang tahan dari korosi dan aus yang berperan sebagai wadah atau tempat di dalam proses pengadukan berjalan pada *digester*.



**Gambar 2.7** *Liner*

### 7. *Expeller arm*

*Expeller arm* merupakan pisau digester yang berfungsi sebagai pelempar berondolan sawit yang sudah di lumat menuju mesin *press*, Gambar 2.8 merupakan contoh *expeller arm*.



**Gambar 2.8** *Expeller arm*

### 8. *Bearing*

*Bearing* atau bantalan adalah elemen mesin yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua komponen sehingga bisa bergerak sesuai dengan tujuannya. Komponen yang dimaksud lebih spesifik kepada batang poros (*shaft*) dan lubang tempat poros berputar. Sekiranya tidak ada bearing, maka bisa saja lubang akan membesar atau batang poros yang mengecil dikarenakan adanya gesekan yang mengikis permukaan dia benda tersebut.



**Gambar 2.9** *Bearing*

### 9. *V-Block*

*V-block* adalah berupa balok baja dengan alur V untuk tempat kedudukan benda kerja terutama benda kerja dengan penampang bulat, sedangkan alur lurus adalah untuk tempat kedudukan penjepit. Fungsi penjepit ini adalah untuk mengikat benda kerja yang dikerjakan agar ia tidak dapat bergerak. Dalam pelaksanaan pengikatan benda kerja sering digunakan dua atau tiga buah *V blok* secara bersamaan, karena benda kerja yang akan dikerjakan panjang.



**Gambar 2.10** *V-block*

### 11. *V-Belt*

*V-Belt* merupakan sebuah transmisi penghubung berbahan karet dengan penampang trapesium. Pada sebuah mesin mesin, *V-Belt* bekerja dengan mengalirkan tenaga dari satu poros ke poros lainnya. *V-Belt* dipasang pada dua buah *pulley* sehingga dapat bergerak sesuai laju putaran mesin. pada umumnya sangat berfungsi untuk untuk meneruskan putaran *electric motor*.



**Gambar 2.11** *V-Belt*

### 2.3 Kerusakan Peralatan Pada Mesin Industri

Peralatan dan desain mesin industri di desain sedemikian rupa sesuai dengan jenis proses produksinya yang hendak dikerjakan. Apabila terhadap sebuah peralatan tidak diberlakukan program pemeliharaan yang tepat, maka akan terjadi kerusakan sebelum waktu yang telah ditetapkan berdasarkan desain mesin tersebut. Waktu kerusakan yang telah ditetapkan dalam desain mesin adalah pada akhir umur teknis, lamanya bervariasi untuk setiap peralatan. Adapun dampak yang sering terjadi pada kerusakan mesin industri manufaktur, yaitu (Baroto dan Teguh, 2003):

1. Fasilitas produksi yang senantiasa beroperasi, akan tetapi menghasilkan barang yang tidak sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan dalam desain.
2. Barang yang dihasilkan dapat memenuhi standar mutu yang ditetapkan, tetapi jumlahnya di bawah kapasitas desain mesin tersebut.
3. Untuk mencapai standar mutu yang harus ditetapkan dan jumlahnya harus sesuai dengan desain kapasitas yang diperlukan untuk beberapa perbaikan. Hal ini mengakibatkan naiknya biaya perbaikan yang secara langsung berpengaruh pada total biaya produksi.
4. Peralatan atau mesin industri yang telah berada pada kondisi yang tidak baik untuk dioperasikan, akan tetapi dipaksakan untuk terus beroperasi yang berakibat fatal. Akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan mesin tersebut juga mengancam keselamatan kerja atau kesehatan lingkungan karyawan yang secara langsung berhubungan dengan mesin.

5. Berbagai akibat tidak tepat sistem fasilitas produksi bekerja akan berakibat pada pengiriman barang ke konsumen. Setiap kerusakan, penyimpangan mutu atau kecelakaan, maka jumlah pengiriman akan berkurang, atau bahkan tidak dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Keterlambatan pengiriman akan dapat menyebabkan pelanggan mencari produk pengganti Untuk menghindari dampak yang tidak diinginkan, maka program pemeliharaan harus dilaksanakan sesuai dengan desain masing-masing mesin industri yang digunakan.

#### 2.4 *Downtime*

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan. Berdasarkan kenyataan bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum, maka keputusan penggantian komponen sistem berdasarkan *downtime* minimum menjadi sangat penting. Pembahasan berikut akan difokuskan pada proses pembuatan keputusan penggantian komponen sistem yang meminimumkan *downtime*, sehingga tujuan utama dari manajemen sistem perawatan untuk memperpendek periode kerusakan sampai batas minimum dapat dicapai. Penentuan tindakan *preventif* yang optimum dengan meminimumkan *downtime* akan dikemukakan berdasarkan interval waktu penggantian (*replacement interval*). Tujuan untuk menentukan penggantian komponen yang optimum berdasarkan interval waktu, diantara penggantian *preventif* dengan menggunakan kriteria meminimumkan



total *downtime* per unit waktu (Gaspersz dan Vincent, 1992).

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak beroperasi, sehingga berakibat fungsi sistem tidak berjalan. Berdasarkan kenyataan bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan sampai batas minimum, maka keputusan penggantian komponen sistem berdasarkan *downtime* minimum menjadi sangat penting. Perhitungan presentase *downtime* kerusakan untuk komponen adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Downtime} = \frac{\text{Downtime Komponen}}{\sum \text{Downtime Komponen}} \times 100\% = \text{Downtime \%} \dots\dots\dots(2.1)$$

## 2.5 Reliability Centered Maintenance (RCM)

RCM merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus. Penekanan terbesar pada RCM adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. Berdasarkan prinsipnya RCM memelihara fungsional sistem memelihara agar fungsi sistem/alat tersebut sesuai dengan harapan dengan fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal, mendefinisikan kegagalan sebagai kondisi yang tidak memuaskan atau tidak memenuhi harapan, sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sesuai *standar performance* yang ditetapkan serta memberikan hasil-hasil yang nyata/jelas, tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

Tujuan dari RCM untuk membangun suatu prioritas desain untuk

memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif, merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem, mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan. Untuk mencapai tujuan tersebut dengan biaya yang minimum, RCM sangat menitikberatkan pada penggunaan *preventive maintenance* dengan keuntungan dapat menjadi program perawatan yang paling efisien, biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan, meminimisasi frekuensi *overhaul* dan peluang kegagalan peralatan secara mendadak, dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis, serta meningkatkan *reliability* komponen.

#### 2.5.1 Pengumpulan Informasi dan Seleksi Pemilihan Sistem

Pengumpulan informasi berfungsi untuk mendapatkan gambaran dan pengertian yang lebih mendalam mengenai sistem dan bagaimana sistem bekerja. Pengumpulan informasi ini dapat digunakan dalam analisis RCM pada tahapan selanjutnya. Informasi yang dikumpulkan dapat melalui observasi langsung dilapangan, wawancara, dan sejumlah literatur. Pemilihan sistem sebaiknya terlebih dahulu membatasi masalah yang ada, proses analisis RCM dilakukan pada tingkat sistem bukan tingkat komponen.

#### 2.5.2 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Sub sistem yang ada memiliki fungsi berbeda-beda yang mendukung kinerja satu sama lain agar mesin dapat bekerja dengan baik. Sedangkan

kegagalan fungsional merupakan kegagalan yang terjadi pada mesin selama waktu beroperasi. Beberapa *information reference* yaitu: F (*function*) fungsi komponen yang dianalisis, FF (*failure function*) kegagalan fungsi, dan FM (*failure mode*) penyebab kegagalan fungsi.

### 2.5.3 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi pada setiap *failure* atau kegagalan yang terjadi pada komponen, maka dilakukan analisis dengan menggunakan FMEA dengan beberapa tahapan yaitu (Bangun dkk., 2014):

1. Identifikasi kegagalan (*failure*)
2. Identifikasi fungsi kegagalan mesin (*function failure*)
3. Identifikasi penyebab kegagalan (*failure mode*)
4. Identifikasi efek dari kegagalan (*failure effect*)
5. Perhitungan *severity*
6. Perhitungan *occurance*
7. Perhitungan *detection*
8. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Rumus perhitungan pada FMEA ini yaitu (Bangun dkk, 2014):

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan. Segera lakukan perbaikan terhadap *potencial cause*, alat kontrol, dan efek yang diakibatkan.

1. *Severity*

Langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu suatu penilaian dari tingkat keparahan keseriusan efek yang ditimbulkan dari model kegagalan dengan nilai rangking dimulai dari nilai terendah 1 hingga nilai tertinggi 10. Penilaian didasarkan pada jenis kerusakan jika jenis kerusakan dapat menyebabkan *downtime* produksi yang semakin besar maka semakin besar pula nilai rangkingnya.

2. *Occurance*

Kejadian atau *occurance* adalah probabilitas dari frekuensi terjadinya kesalahan. Kejadian yang identik dengan kemungkinan terjadinya resiko. Dengan nilai rangking dimulai dari nilai terendah 1 hingga nilai tertinggi 10. Penilaian didasarkan pada lama waktu mesin rusak jika kerusakan mesin semakin parah dan membutuhkan waktu lama maka semakin besar pula nilai *occurance*.

3. *Detection*

*Detection* adalah kemungkinan untuk mendeteksi kesalahan akan terjadi atau sebelum dampak kesalahan tersebut terjadi. Deteksi identik dengan pemahaman sumber resiko atau pemahaman terhadap pengendalian proses yang

diamati. Dengan nilai ranking dimulai dari nilai terendah 1 hingga nilai tertinggi 9. Penilaian didasarkan pada deteksi kerusakan jika kerusakan tidak dapat terdeteksi maka nilai deteksi semakin besar.

## 2.6 Keandalan (*Reliability*)

Pemeliharaan komponen atau peralatan tidak bisa lepas dari pembahasan mengenai keandalan (*reliability*). Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem pemeliharaan juga keandalan digunakan untuk menentukan penjadwalan pemeliharaan sendiri. Akhir-akhir ini konsep keandalan digunakan juga pada berbagai industri, misalnya dalam penentuan interval penggantian komponen mesin/*spare part*. Ukuran keberhasilan suatu tindakan pemeliharaan (*maintenance*) dapat dinyatakan dengan tingkat *reliability*. Secara umum *reliability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem atau produk dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan (Prayitno, 2017).

### 2.6.1 Penentuan Distribusi *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR)

Data waktu kerusakan yang digunakan adalah *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTR) dimana TTR adalah lamanya perbaikan hingga mesin dapat berfungsi kembali, sedangkan TTF adalah selang waktu kerusakan awal yang telah diperbaiki hingga terjadi kerusakan berikutnya. Proses penentuan distribusi untuk data TTF dan TTR masing-masing komponen kritis adalah dengan membuat hipotesa apakah data kerusakan mengikuti distribusi dimana distribusi

tersebut berkaitan dengan laju kerusakan. Setelah menduga jenis distribusi data TTF dan TTR, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji *goodness of fit* terhadap data TTF dan TTR yang diperoleh untuk meyakinkan pola distribusi data yang diduga sudah sesuai dengan pola distribusi tertentu untuk diolah lebih lanjut untuk memperoleh parameter dari komponen sesuai dengan distribusi yang terpilih. Perhitungan parameter untuk *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) berdistribusi *Weibull* ini dilakukan dengan menggunakan rumus (Sari dkk., 2016):

$$\mathbf{a} = \bar{y} - \mathbf{b}\bar{X} \quad \dots(2.2)$$

$$\mathbf{b} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad \dots(2.3)$$

Perhitungan nilai parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah sebagai berikut

$$\mathbf{a} = \mathbf{b} \quad \dots(2.4)$$

$$\beta = e^{-(\mathbf{a} \mathbf{b})} \quad \dots 2.5$$

Dimana :

a = intercept

b = slope

$\alpha$  = parameter bentuk

$\beta$  = parameter skala

### 2.6.2 Perhitungan *Mean Time to Failure* dan *Mean Time to Repair*

Perhitungan MTTF dan MTTR dengan menggunakan parameter untuk masing-masing komponen. MTTF merupakan waktu rata-rata terjadinya kerusakan dan MTTR merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk

melakukan perbaikan.

### 1. Distribusi *Weibull*

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah  $T$  mengikuti distribusi *Weibull* dengan tiga parameter  $\beta, \eta, \gamma$  (Putra dan Isma, 2010).

*Mean time to failure* dari distribusi *Weibull*

$$MTTF = \eta \Gamma (1/\beta + 1) \dots \dots \dots (2.6)$$

*Mean time to repair* dari distribusi *Weibull*

$$MTTR = \eta \Gamma (1/\beta + 1) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan fungsi keandalannya:

$$F(t) = e^{-(t-\gamma/n)^\beta} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana  $\Gamma(x)$  adalah fungsi *gamma*:

$$\Gamma(x) = \int_0^\infty y^{x-1} e^{-y} \cdot dy \dots \dots \dots (2.9)$$

### 2. Distribusi *Log Normal*

*Time to failure* dari suatu komponen dikatakan memiliki distribusi *lognormal* bila  $y = \ln T$ .

*Mean time to failure* dari distribusi *lognormal* (Putra dan Isma, 2010):

$$MTTF = t_{med} \exp (s^2/2) \dots \dots \dots (2.10)$$

Dan fungsi keandalan:

$$F(t) = 1 - \Phi (1/s \ln t/t_{me}) \dots \dots \dots (2.11)$$

### 3. Distribusi *Eksponensial*

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah terdistribusi secara dengan parameter  $\lambda$ . *Mean time to failure* dari distribusi *Eksponensial* (Putra dan Isma, 2010):

$$MTTF = \int_0^{\infty} f(t)t = 1/\lambda \dots \dots \dots (2.12)$$

Dan fungsi keandalannya :

$$f(t) = e^{-\lambda t} \dots \dots \dots (2.13)$$

### 2.6.3 Perhitungan Waktu Interval Perawatan

Penentuan *maintenance task* dilakukan dengan menganalisis *information worksheet* dan *decision worksheet*. Analisis pada *information worksheet* dilakukan dengan mengamati *record failure*. Tabel *information worksheet* terdiri dari fungsi sistem, kegagalan sistem dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Hasil *maintenance task* yang telah ditentukan kemudian akan ditentukan interval waktu yang tepat untuk melakukan perawatan. Perhitungan interval waktu ini tergantung pada jenis *task* yang ada pada komponen. Rumus untuk menghitung interval perawatan *schedule on condition task* yaitu (Dhamayanti dkk, 2016)

$$PM = 1/2 \times P - F \text{ interval} \dots \dots \dots (2.14)$$

Setelah mendapatkan nilai untuk melakukan perawatan

(Cm) yaitu dengan menjumlahkan downtime + tenaga kerja + perbaikan. Jika nilai Cf dan Cm diketahui maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan interval waktu yang tepat untuk kegiatan *maintenance*. Rumus penentuan interval waktu pada setiap masing-masing *task* yaitu (Dhamayanti dkk, 2016):

$$TM = \eta \times ( / Cf(\beta-1) ) 1/\beta ) \dots \dots \dots (2.16)$$

## 2.7 Program Pemeliharaan Mesin

Sepanjang pengoperasian, sistem peralatan dan mesin industri yang diterapkan dalam program pemeliharaan kerusakan (*breakdown maintenace*),



pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), pemeliharaan peramalan (*predictive maintenance*), pemeliharaan ketika peralatan atau mesin masih dalam keadaan beroperasi biasanya disebut *productive maintenance* (Baroto, 2003). Kerusakan sebuah peralatan mesin industri dengan program pemeliharaan pencegahan yang baik, kebanyakan sering tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan menunjukkan gejala yang memburuk, sebelum rusak parah (*broken*). Berbagai macam jenis program pemeliharaan peralatan mesin industri dijelaskan sebagai berikut:

#### 2.7.1 Pemeliharaan Kerusakan (*breakdown maintenance*)

Program pemeliharaan ini yang lebih tepatnya dikatakan sebagai perbaikan. Program dilakukan pada saat peralatan mesin sudah mencapai kondisi yang tidak dapat dioperasikan lagi. Beberapa keuntungan pada program ini adalah sebagai berikut (Baroto, 2003):

1. Mesin dapat dioperasikan pada jangka waktu yang tidak terputus-putus.
2. Petugas pemeliharaan tidak perlu bekerja selama mesin beroperasi.

Sedangkan kerugian yang didapat pada program ini adalah sebagai berikut:

1. Sekali waktu terjadi kerusakan mesin, pada saat situasi yang sedang dalam beban puncak dan dibebani target produksi.
2. Kondisi kerusakan biasanya terjadi tanpa perencanaan yang mengakibatkan banyak hal yang terburu-buru yang harus diselesaikan.
3. Akibat dari tidak terencananya situasi, maka biaya akan menjadi berlipat.

Terutama menyangkut pengadaan peralatan, bila harus terjadi penggantian.

Dan kalau sampai terjadi begitu banyak kerusakan, maka bisa saja tenaga yang ada tidak mencukupi untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dalam waktu yang telah ditentukan.

Pada beberapa perusahaan cara ini masih dianggap cukup memadai, karena ketika kerusakan terjadi maka seluruh kekuatan pemeliharaan akan bekerja keras. Cara ini digunakan untuk meminimasi jam mati mesin. Kondisi demikian bisa saja dilakukan dengan syarat sebagai berikut (Baroto, 2003):

1. Menambah jumlah karyawan pada bagian pemeliharaan, sehingga jam mati mesin tidak berarut-larut.
2. Menyediakan mesin pengganti siap operasi (*back-up machinery*).
3. Mempersiapkan karyawan dari bagian produksi yang sebelumnya hanya ahli dalam mengoperasikan mesin menjadi ahli memperbaiki mesin.
4. Mengupayakan tingkat keselamatan kerja yang optimum, sehingga tidak terjadi kecelakaan selama pengoperasian dan perbaikan.

#### 2.7.2 Pemeliharaan Pencegahan (*preventive maintenance*)

Suatu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan spesifikasi peralatan mesin. Kegiatan ini melibatkan hal-hal sebagai berikut (Baroto, 2003):

1. Pemasangan dan desain yang tepat pada peralatan dan mesin.
2. Pengamatan dan kegiatan pemeliharaan yang mencegah terjadinya kerusakan
3. Pembongkaran dan penggantian secara terencana dan berulang untuk mempertahankan kondisi mesin sehingga memenuhi persyaratan operasi.
4. Pemeliharaan meliputi pelumasan, penambahan bahan pembantu, pengecatan dan lain-lain agar mesin dapat beroperasi kembali.

Syarat dalam tercapainya program pemeliharaan pencegahan mesin adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi dan desain peralatan yang secara jelas dan tepat untuk menggambarkan kebutuhan program pemeliharaan.
2. Kelengkapan kartu historis masing-masing peralatan.
3. Jadwal pengamatan dan kegiatan pemeliharaan yang sesuai dengan spesifikasi peralatan dan mesin.
4. Tenaga kerja yang terampil untuk melakukan pengamatan dan pengambilan kesimpulan tentang kondisi mesin.
5. Persediaan peralatang yang memadai.
6. Dukungan perencanaan pemeliharaan terjadwal, kebutuhan tenaga kerja, kebutuhan peralatan dan berakhir pada biaya.
7. Banyak keadaan kerusakan mesin yang disebabkan oleh kesalahan atau ketidaktepatan dalam pengoperasian.

Beberapa keuntungan yang diperoleh pada program terencana adalah sebagai berikut:

1. Tenaga kerja dapat dijadwalkan untuk kegiatan sepanjang tahun.
2. Pengadaan peralatan terjadwal.
3. Jadwal produksi dapat disesuaikan dengan program pemeliharaan.

### 2.7.3 Pemeliharaan Peramalan (*predictive maintenance*)

Sistem ini biasa disebut sebagai program peramalan untuk perawatan mesin. Program ini merupakan bagian dari program perawatan pencegahan yang dilengkapi dengan metode analisis statistik atas data untuk kerja mesin dan

peralatan yang dicatat dalam kartu historis (Baroto, 2003). Program ini sangat membantu terutama untuk peralatan mesin dengan ketelitian dan resiko yang tinggi serta berakibat fatal bila sewaktu-waktu terjadi kerusakan. Biasanya mesin yang tergolong dalam program *predictive maintenance* seperti mesin utama yang tidak mempunyai pengganti (*stand-by machinery*), sehingga apabila terjadi kerusakan pada mesin tersebut maka akan memberhentikan kegiatan produksinya.

Meskipun telah dilakukan program pemeliharaan pencegahan dengan berjalannya waktu maka mesin-mesin mengalami keausan. Keausan akan berakibat menurunnya unjuk kerja yang ada. Penurunan unjuk kerja ditunjukkan dengan gejala yang sama dengan ketidaktepatan bekerjanya sistem fasilitas produksi. Untuk menanggulangi ketidaktepatan ini maka dilakukan perbaikan yang biasa disebut dengan *de-bottlenecking*, dan dinyatakan sebagai tindakan koreksi.

#### 2.7.4 Pemeliharaan Perbaikan (*corrective maintenance*)

Agar peralatan dan mesin kembali mendekati kondisi spesifik yang ditetapkan pada desain perlu diadakan pemeliharaan perbaikan. Dapat berupa penambahan peralatan ataupun pergantian peralatan. Bagaimanapun penjadwalan yang dilakukan, suatu ketika akan dihadapi keadaan suatu mesin atau peralatan harus menjalani program pemeliharaan (Baroto, 2003).

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### 3.1 Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan melalui pengamatan terhadap situasi dan kondisi perusahaan. Pengamatan dilakukan untuk memperoleh informasi-informasi tentang keadaan perusahaan, sehingga dapat mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Studi pendahuluan yang dilakukan pada penelitian yaitu mengenai sistem *maintenance* di PT. Karya Tanah Subur dengan objek penelitian adalah mesin *Digester*.

##### 3.1.1 Studi Lapangan

###### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada perusahaan pengolahan kelapa sawit PT. Karya Tanah Subur, Kabupaten Aceh Barat yang berlokasi di Desa Padang Sikabu. penelitian dilakukan dalam masa 2 bulan.

###### 2. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat *Case Study* yang bertujuan menganalisa suatu objek untuk memberikan gambaran secara detil berdasarkan latar belakang suatu permasalahan yang ada pada perusahaan (Sinulingga, 2011).

###### 3. Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah pada mesin proses produksi yang berada pada areal pabrik, yaitu mesin yang sering mengalami *Downtime*.

### 3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur mempermudah peneliti dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada. Studi Literatur berupa teori-teori dalam melaksanakan penelitian yang berguna sebagai sumber informasi dalam melaksanakan penelitian yang digunakan yaitu mengenai penjadwalan, perencanaan perawatan, *Preventive Maintenance*, *Reliability Centered Maintenance* (RCM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Functional Block Diagram*, dan *Logic Tree Analysis* (LTA), *Breakdown*, *Downtime*.

### 3.2 Identifikasi Masalah

Pengidentifikasian masalah dilakukan untuk mendapatkan pokok permasalahan yang terjadi. Peneliti perlu melakukan observasi lapangan terlebih dahulu, jika observasi lapangan telah selesai dilakukan maka selanjutnya peneliti dapat melakukan identifikasi masalah apa saja yang terjadi di lokasi penelitian. Setelah berbagai masalah didapatkan, kemudian diidentifikasi untuk selanjutnya akan dirumuskan dalam rumusan masalah. Penelitian ini dilakukan di PT. Karya Tanah Subur, permasalahan yang ada yaitu sering terjadinya kerusakan pada mesin *Digester* sehingga membuat produksi tidak berjalan dengan lancar.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini penulis terlebih dahulu melakukan observasi pada area kerja tersebut agar mendapatkan informasi secara detail mengenai pokok permasalahan yang ada. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

### 3.3.1 Data Primer

Adapun data primer pada penelitian ini berupa data yang diperoleh langsung dari observasi dan interview langsung karyawan bagian *Maintenance* di PT. Karya Tanah Subur. Data-data primer dikumpulkan dengan cara pengamatan secara langsung antara lain seperti:

1. Data hasil wawancara secara langsung
2. Data di perusahaan yang akan dijadikan data primer

### 3.3.2 Data Sekunder

Data Sekunder adalah data pendukung. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perusahaan dalam bentuk yang sudah jadi. Data sekunder yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada seperti:

1. Data dari literatur
2. Data dari penelitian-penelitian
3. Data perawatan perusahaan

## 3.4 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian, maka langkah selanjutnya melakukan pengolahan data. Adapun pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA)

Digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaikinya.

2. Perhitungan Parameter TTF (*Time to Failure*) dan TTR (*Time to Repair*)

Proses penentuan distribusi untuk data TTF dan TTR masing-masing

komponen kritis adalah dengan membuat hipotesa apakah data kerusakan mengikuti distribusi Weibull dimana distribusi tersebut berkaitan dengan laju kerusakan. Setelah menduga jenis distribusi data TTF dan TTR

### 3. Perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR) dan *Mean Time to Failure* (MTTF)

Perhitungan MTTF dan MTTR dengan menggunakan parameter untuk masing-masing komponen. MTTF merupakan waktu rata-rata terjadinya kerusakan dan MTTR

### 4. Perhitungan Interval Waktu Perawatan

Hasil *maintenance task* yang telah ditentukan kemudian akan ditentukan interval waktu yang tepat untuk melakukan perawatan. Perhitungan interval waktu ini tergantung pada jenis *task* yang ada pada komponen.

## 3.5 Analisa dan Pembahasan

Setelah didapatkan hasil dari pengolahan data yang dilakukan, maka dapat dianalisa lebih dalam. Analisa yang dilakukan dari hasil pengolahan data. Analisa juga dilakukan sebagai bahan untuk melakukan perbaikan dan untuk mempermudah peneliti dalam mengambil kesimpulan.

## 3.6 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan, maka akan ditarik kesimpulan untuk menjawab permasalahan yang ada serta saran yang diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pelaku utama dan penelitian selanjutnya.



### 3.7 Posisi Penelitian

Pada bagian ini akan dicantumkan beberapa penelitian sejenis yang telah dilakukan peneliti terdahulu sehingga dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan dengan penelitian yang dilakukan. Dengan merujuk pada penelitian terdahulu maka dapat dilihat perbedaan dari masing-masing penelitian termasuk kelemahan penelitian terdahulu sehingga dapat dilengkapi pada penelitian yang akan dilakukan ini. Berikut beberapa penelitian terdahulu. Tujuan dari posisi penelitian dilakukan agar penelitian ini tidak terjadi penyimpangan dan penyalinan maka perlu ditampilkan posisi penelitian sebagai berikut:

Tabel 3.1a. Posisi penelitian

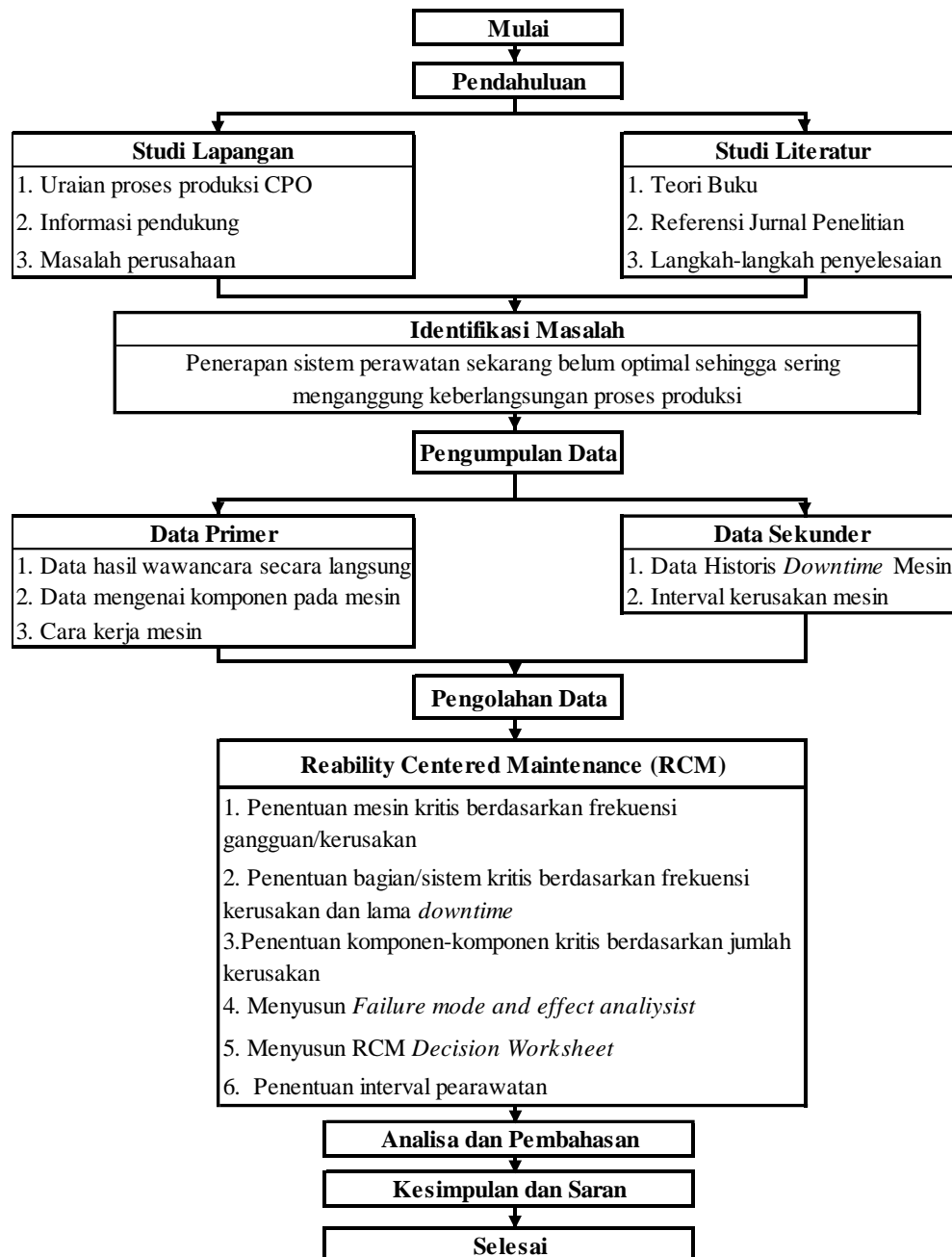
No	Judul Penelitian	Penulis	Metode					Tahun	Keterangan
			RCM	FMEA	LTA	MC	CMMS		
1	Usulan Perencanaan Perawatan Mesin <i>Screw Press</i> Dengan Metode (RCM) PT. PP. Londonsumatra Indonesia Tbk, <i>Turangie Palm Oil Mill</i>	Bagus Mulia	✓	✓	✓	-	-	2017	Berdasarkan frekuensi kerusakan sebesar 44,86% dan jam kerja yg hilang akibat breakdown mesin sebesar 56,12%. (RCM) <i>Reliability Centered Maintenance</i> juga berguna untuk meningkatkan kualitas produk, sekaligus perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendekteksi kegagalan atau menemukan <i>Hidden Failure</i>
2	Usulan Penjadwalan Perawatan mesin dengan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) pada mesin produksi kertas	Arri Ismail Wicaksono	✓	✓	-	-	-	2019	Setelah menerapkan pemeliharaan <i>preventif</i> , ada peningkatan keandalan pada sub-sistem pers bagian dari mesin produksi kertas 2 dari hanya 43% menjadi 56%, sedangkan biaya perbaikan telah berkurang Rp 393.258.670 dari Rp 5.724.825.736 menjadi Rp 5.331.567.066 setiap kali penggantian komponen di bagian pers
3	Perencanaan Perawatan Mesin Menggunakan Metode <i>Markov Chain</i> Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan	Rochmoeljati	-	-	-	-	✓	2012	Dari hasil penelitian diperoleh adalah Mesin Potong diperoleh penghematan sebesar Rp 6.190.037,- atau 55% dari biaya pemeliharaan perusahaan. Untuk Mesin Tekuk diperoleh penghematan sebesar Rp. 2.447.442,- atau 36% dari biaya pemeliharaan perusahaan. Sedangkan Mesin Plong diperoleh penghematan sebesar Rp 2.782.404,- atau 29.5% dari biaya pemeliharaan perusahaan.

Tabel 3.1b Posisi Penelitian

No	Judul Penelitian	Penulis	Metode					Tahun	Keterangan
			RCM	FMEA	LTA	MC	CMMS		
4	Usulan Perbaikan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Computerized Maintenance Management System (CMMS)	Amal Witonoh adi	-	-	-	✓	-	2011	Dari ke-32 mesin terdapat 5 mesin yang termasuk mesin kritis maka dengan menggunakan perhitungan OEE didapatkan hasil penjadwalan perawatan yang mudah dan efisien dengan dukungan <i>maintenance information systems</i> .
5	Analisa Perawatan Mesin Digester Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PTPN II Pagar Merbau	Ninny Siregar & Sirmas Munthe	✓	-	-	-	-	2019	Dengan mengeliminasi tingkat kerusakan komponen dapat diperoleh <i>Reliability Bearing House</i> sebesar 72% dan <i>Shaft Driver</i> sebesar 70.5% dengan masa interval perawatan <i>Bearing House</i> 299.6 Jam dan mengalami <i>breakdown</i> sebanyak 5 kali dalam 1 tahun. Dan <i>Shaft Driver</i> 295.65 Jam dan mengalami <i>breakdown</i> sebanyak 6 kali dalam setahun.
6	Analisis Perawatan Mesin Digester Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT . Karya Tanah Subur	Fadilah Pratama	✓	✓	-	-	-	2020	Interval perawatan berdasarkan perhitungan RCM <i>Decision Worksheet</i> untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial adalah komponen <i>Exepler arm</i> dengan interval perawatan selama 105,85 jam lebih kurang (6 hari).

### 3.8 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan dan langkah- langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian ini, yaitu seperti pada *flowchart* berikut:



**Gambar 3.1** *Flowchart* Metodologi Penelitian

## BAB 4

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Pengumpulan Data Jam kerja mesin digester

Pengumpulan data sekunder jam kerja dari Bulan Januari sampai Bulan Desember Tahun 2021, yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan *distribusi* parameter perawatan.

**Tabel 4.1.** Jumlah Jam Kerja Tersedia Tahun 2021

No	Bulan	Jumlah Kerja Ditahun 2021 Tersedia (Jam)
1	Januari	15,27
2	Februari	12,85
3	Maret	17,48
4	April	17,83
5	Mei	13,87
6	Juni	20,24
7	Juli	18,47
8	Agustus	20,87
9	September	19,55
10	Oktober	21,18
11	November	13,52
12	Desember	15
Rata-rata		17,1775

(Sumber. PT. Karya Tanah Subur)

##### 4.1.2 Data Komponen Mesin *Digester*

Data yang diperlukan adalah data yang komponen pernah bermasalah di Tahun 2021 pada mesin *Digester*. Mesin *Digester* tersebut memiliki komponen sebagai berikut:

**Tabel 4.2.** Data Komponen Mesin *Digester*

No	Komponen	No	Komponen
1	<i>Bearing</i>	6	<i>Shaft holder</i>
2	<i>Oil seal</i>	7	<i>Bottom plate</i>
3	<i>Short arm</i>	8	<i>V-block</i>
4	<i>Long arm</i>	9	<i>V belt</i>
5	<i>Expeller arm</i>	10	<i>Chain Coupling</i>

(Sumber. PT. Karya Tanah Subur)

#### 4.1.3 Data Waktu *History* Perbaikan Mesin *Digester*

Data waktu *history* perbaikan mesin dimulai pada Bulan Januari tahun 2021 sampai dengan bulan Desember Tahun 2021. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 data *historis* di kumpulkam untuk menentukan waktu selesih antara perbaikan dan kerusakan.

**Tabel 4.3** *History* Perbaikan Mesin *Digester*

No	Tanggal	Penggantian Komponen
1	20 Januari 2021	<i>Short Arm, Long Arm, Expler Arm, V Block, V Belt</i>
2	14 februari 2021	<i>Shaft Holder, Bottom Plate, Bearing</i>
3	24 Maret 2021	<i>V Belt</i>
4	02 April 2021	<i>Short Arm, Long Arm, Expler Arm, Bearing</i>
5	18 Juni 2021	<i>Expler Arm, V Belt</i>
6	20 Agustus 2021	<i>Bearing</i>
7	04 September 2021	<i>Long Arm, Expler Arm</i>
8	25 September 2021	<i>V Belt, Bearing, Chain Coupling, Oil Seal</i>
9	20 Oktober 2021	<i>Short Arm, Long Arm, Expler Arm, V Block</i>
10	30 November 2021	<i>Bottom Plate</i>

(Sumber. PT. Karya Tanah Subur)

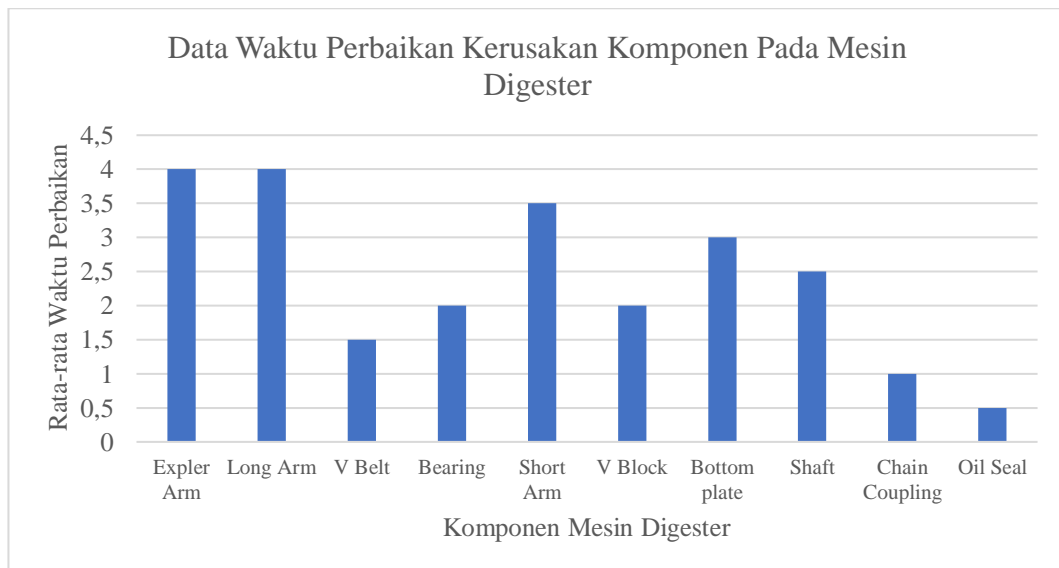
#### 4.1.4 Data Waktu Perbaikan Komponen Pada Mesin *Digester*

Selain komponen mesin terdapat juga data perbaikan komponen dari mesin *digester*. Data yang diambil dimulai pada Bulan Januari Tahun 2021 sampai dengan Bulan Desember Tahun 2021. Data tersebut digunakan untuk menentukan jumlah *Downtime* pada komponen-komponen mesin *Digester*, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Data Waktu Perbaikan Kerusakan Komponen Pada Mesin *Digester*

No	Komponen	Waktu perbaikan rata-rata (jam)	No	Komponen	Waktu perbaikan rata-rata (jam)
1	<i>Explor Arm</i>	4	6	<i>V Block</i>	2
2	<i>Long Arm</i>	4	7	<i>Bottom plate</i>	3
3	<i>V Belt</i>	1,5	8	<i>Shaft</i>	2,5
4	<i>Bearing</i>	2	9	<i>Chain Coupling</i>	1
5	<i>Short Arm</i>	3,5	10	<i>Oil Seal</i>	0,5

(Sumber. PT. Karya Tanah Subur)



**Gambar 4.1** Histogram Data Perbaikan Kerusakan Komponen Pada Mesin *Digester*

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA)

Dalam perhitungan ini menggunakan nilai rating yang mana menggambarkan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada mesin saat proses produksi. Berikut ini nilai rating yang digunakan untuk menghitung total *Risk Priority Number* (RPN) diantaranya yaitu *severity*, *occurance*, dan *detection*.

**Tabel 4.5** Kriteria dan Nilai Rangkaing untuk *Severity*.

<b>Efek</b>	<b>Kriteria : <i>Severity</i> untuk <i>Failure Mode Effect Analyze (FMEA)</i></b>	<b>Rangkaing</b>
Proses produksi berhenti	- mesin rusak parah - tidak tersedianya komponen pengganti	10
Proses produksi berjalan dengan sangat lambat	- mesin rusak cukup parah - tidak tersedianya komponen pengganti	9
Proses produksi berjalan dengan lambat	- mesin rusak cukup parah - komponen atau sparepart tersedia	8
Proses produksi berjalan dengan sedikit tersendat	- mesin rusak cukup parah - mesin dapat beroperasi secara manual	7
Proses produksi berjalan cukup lancar	- mesin rusak ringan - mesin dapat beroperasi secara manual	6
Proses produksi berjalan lancar	- mesin rusak ringan - rusak pada settingan mesin	5
Proses produksi berjalan dengan bantuan operator	- mesin rusak ringan	4
Proses produksi sedikit terganggu	- mesin rusak ringan - menunggu komponen atau sparepart	3
Proses produksi tetap berjalan	- mesin error - salah settingan	2
Proses produksi tidak terganggu	- mesin kotor	1

**Tabel 4.6** Kriteria dan Nilai Rangkaing untuk *Occurance*.

<b><i>Probability Of Failure</i></b>	<b><i>Failure Rates</i></b>	<b>Rangkaing</b>
Sangat tinggi	Setiap hari rusak	10
Kerusakan hampir tidak dapat dihindari	Setiap 2 hari sekali rusak	9
Tinggi	Setiap 3 hari sekali rusak	8
Kerusakan terulang kali terjadi	Setiap 4 hari sekali rusak	7
Sedang	Setiap 5 hari sekali rusak	6
Kerusakan sesekali terjadi	Setiap 6 hari sekali rusak	5
Kerusakan jarang terjadi	Setiap seminggu sekali rusak	4
Rendah	Setiap 2 minggu sekali rusak	3
Relatif sedikit kerusakannya	Setiap 3 minggu sekali rusak	2
Rendah	Setiap sebulan sekali	1



**Tabel 4.7** Kriteria dan Nilai Ranging untuk *Detection*.

<b>Deteksi</b>	<b><i>Criteria Likelihood Of Detection</i></b>	<b>Ranging</b>
Sepenuhnya tidak Pasti	- Alat atau informasi tidak dapat mendeteksi penyebab kerusakan	10
Sangat jarang	- Sangat jarang kemungkinannya alat atau informasi mendeteksi penyebab kerusakan - Alat untuk mendeteksi kerusakan mengalami keausan dan di dalam alat tersebut ada komponen rusak	9
Jarang	- Jarang kemungkinannya alat atau informasi untuk mendeteksi penyebab Kerusakan	8
Sangat rendah	- Kemampuan alat atau informasi untuk mendeteksi kerusakan sangat rendah	7
Rendah	- Alat atau informasi untuk mendeteksi kerusakan rendah	6
Cukup	- Alat atau informasi untuk mendeteksi kerusakan cukup untuk mendeteksi penyebab kerusakan	5
Cukup tinggi	- Alat atau informasi cukup tinggi kemungkinannya dalam mendeteksi penyebab kerusakan	4
Tinggi	- Alat atau informasi tinggi kemungkinannya dalam mendeteksi penyebab kerusakan	3
Sangat tinggi	- Alat atau informasi sangat tinggi dapat mendeteksi penyebab kerusakan	2
Hampir pasti	- Operator produksi dalam memberikan laporan kerusakan sama dengan apa yang terjadi di lapangan	1

Berdasarkan analisis melalui FMEA maka didapat nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing komponen yang didapatkan dari penentuan nilai *rating severity*, *occurance* dan *detection*. Berikut contoh hasil perhitungan nilai RPN yang diambil dari komponen *Expeller Arm* pada mesin *Digester*.

Dimana:

S = *severity* dengan nilai rangking 1-10

O = *occurance* dengan nilai rangking 1-10

D = *detection* dengan nilai rangking 1-10

$$RPN = S \times O \times D$$

$$= 8 \times 6 \times 8 = 384$$

**Tabel 4.8a** *Failure Modes and Effect Analyse* Pada Mesin *Digester*

FMEA Worksheet				SISTEM: OPERASI STATION PRESS				
				SUBSISTEM: MESIN DIGESTER				
Part/process	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause Of Failure	Severity (1-10)	Occurrence (1-10)	Detection (1-10)	RPN
<i>Expeller Arm</i>	Pelembar berondolan sawit yang sudah di lumat menuju mesin selanjutnya	<i>Expeller arm</i> mengalami keausan dan patah	Tidak dapat mengumpankan buah ke mesin <i>press</i> dengan optimal	Mesin <i>press</i> akan kekurangan umpan menyebabkan mesin tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya	8	6	8	384

Tabel 4.8b Failure Modes and Effect Analyze Pada Mesin Digester

FMEA Worksheet				SISTEM: OPERASI STATION DIGESTER				
				SUBSISTEM: MESIN DIGESTER				
Part/process	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause Of Failure	Severity (1-10)	Occurrence (1-10)	Detection (1-10)	RPN
<i>Long Arm</i>	Mengaduk dan mencabik buah	<i>Stirring arm</i> mengalami keausan dan patah	Tidak dapat mengaduk dan mencabik berondolan masak	<i>Press cake</i> kurang homogen dan jika patah merusak mesin <i>screw press</i>	8	6	7	336
<i>V Belt</i>	Meneruskan putaran putaran <i>electric motor</i>	<i>V-belt</i> mengalami keausan dan putus	Tidak Meneruskan putaran putaran <i>electric motor</i>	Proses pelumatan tidak berjalan	7	5	8	280
<i>Bearing</i>	Menahan dan menumpu putaran dari <i>shaft</i>	<i>Bearing</i> mengalami keausan dan pecah	Tidak dapat menahan atau menumpu putaran dari <i>shaft</i>	Proses pelumatan terganggu	6	6	7	252
<i>Short arm</i>	Mengaduk dan mencabik buah	<i>Stirring arm</i> mengalami keausan dan patah	Tidak dapat mengaduk dan mencabik berondolan masak	<i>Press cake</i> kurang homogen dan jika patah merusak mesin <i>screw press</i>	8	5	6	240
<i>V Block</i>	Menumpu <i>stirring arm</i> dan <i>expeller arm</i> pada <i>shaft</i>	<i>V-block</i> mengalami keausan	Tidak dapat menumpu <i>stirring arm</i> dan <i>expeller arm</i>	Berpotensi terlepasnya <i>stirring arm</i> dan <i>expeller arm digester</i>	9	5	5	225
<i>Bottom Plate</i>	Menyaring minyak hasil pelumatan buah	<i>Bottom plate</i> mengalami keausan dan kebocoran	Tidak dapat menyaring minyak hasil pelumatan buah	Press cake masuk ke <i>Oil gutter</i>	6	5	4	120

**Tabel 4.8c** *Failure Modes and Effect Analyze* Pada Mesin *Digester*

FMEA Worksheet				SISTEM: OPERASI STATION DIGESTER				
				1				
Part/process	Funtion	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause Of Failure	Severity (1-10)	Occurance (1-10)	Detection (1-10)	RPN
<i>Shaft</i>	Meneruskan daya dan putaran	<i>Shaft</i> aus dan patah	Tidak dapat meneruskan daya dan putaran	Proses pengadukan dan pelumatan tidak berjalan	7	5	6	210
<i>Chai Coupling</i>	Meneruskan putaran dan daya dari <i>shaft gearbox</i> ke <i>main shaft</i>	Baut <i>coupling</i> putus dan <i>coupling</i> pecah	Tidak dapat meneruskan daya <i>shaft gearbox</i> ke <i>main shaft</i>	Proses pelumatan tidak berjalan	6	5	6	180
<i>Oil Seal</i>	Mencegah kebocoran pelumas/oli	<i>Oil seal</i> koyak	Tidak dapat mencegah kebocoran pelumas/oli	Kebocoran pelumas/oli	5	4	4	80
<b>TOTAL RPN</b>								<b>3208</b>

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 4.6 *Failure Modes and Effect Analyze* pada mesin *digester* diketahui nilai total RPN yang tertinggi terdapat pada komponen yaitu *exeppler arm* dengan nilai RPN sebesar 384. Dari hasil perhitungan FMEA tersebut selanjutnya akan dilakukan tindakan perawatan menggunakan metode *Reliability Contered Maintenance*.

#### 4.2.2 Reliability Centered Maintenance (RCM) Decision Worksheet

*Reliability Centerd Maintenance (RCM) Decision Worksheet* digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure mode*. Kerusakan pada mesin *digester* menyebabkan produksi akan terhenti yang akan mempengaruhi target sehingga akan mengakibatkan kerugian terhadap perusahaan. Pada Tabel 4.9 menampilkan RCM *decision worksheet* pada komponen kritis.

**Tabel 4.9** RCM *Decision Worksheet*.

RCM <i>Decision Worksheet</i>			SISTEM: SISTEM OPERASI STATION PRESS			Date: 31 January		
			SUBSISTEM: MESIN DIGESTER			Year: 2022		
No	Komponen	Funtion	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause of Failure	Konsekuensi Kegagalan	Tindakan yang Diberikan	Tindakan Perawatan yang Dilakukan
1	<i>Explor Arm</i>	Mengumpankan buah ke mesin <i>Screw press</i>	<i>Expeller arm</i> mengalami keausan dan patah	Tidak dapat mengumpankan buah ke mesin <i>Screw press</i> dengan optimal	Mesin <i>press</i> akan kekurangan umpan menyebabkan mesin tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya	Operasional konsekuensi	Diakukan pemeriksaan dan pendeteksian potensi kegagalan	Penggantian Komponen

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Pada Tabel 4.9 RCM *Decision Worksheet* di atas dimana pada perawatan mesin *Digester* untuk komponen *Explor arm* harus dilakukan pemeriksaan dengan penggantian komponen.

#### 4.2.3 Perhitungan *Downtime* Kerusakan Komponen pada Mesin Digester

Untuk mengetahui penentuan komponen yang banyak mengalami kerusakan dapat diketahui menggunakan perhitungan pada masing masing komponen dengan presentase *downtime* kerusakan komponen yang paling tinggi. Perhitungan presentase *downtime* kerusakan untuk mesin *Digester* dapat di lihat pada rumus 2.1

$$\% \text{ Downtime} = \frac{20}{7,5} \times 100\% = 22,22\%$$

Dapat dilihat bahwa komponen *Explor Arm* merupakan komponen kritis karena memiliki waktu *downtime* terbesar diantara komponen lainnya yaitu sebesar 22,22%. Berikut hasil perhitungan presentase *downtime* kerusakan komponen dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini

**Tabel 4.10** Hasil Presentase *Downtime* Kerusakan Mesin.

No	Nama Komponen	Jumlah Kerusakan	Downtime (Jam)	% Downtime	% Downtime Kumulatif
1	<i>Explor Arm</i>	5	20	27,59	27,59
2	<i>Long Arm</i>	4	14	19,31	46,90
3	<i>V Belt</i>	4	6	8,28	55,17
4	<i>Bearing</i>	4	8	11,03	66,21
5	<i>Short Arm</i>	3	10,5	14,48	80,69
6	<i>V Block</i>	2	4	5,52	86,21
7	<i>Bottom plate</i>	2	6	8,28	94,48
8	<i>Shaft</i>	1	2,5	3,45	97,93
9	<i>Chain Coupling</i>	1	1	1,38	99,31
10	<i>Oil Seal</i>	1	0,5	0,69	100,00
<b>Jumlah</b>		<b>27</b>	<b>72,5</b>	<b>100,00</b>	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa komponen *Explor Arm* merupakan komponen kritis karena memiliki waktu *downtime* terbesar.

#### 4.2.4 Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) dan Perhitungan Waktu Perbaikan

##### Kerusakan (TTR)

Pada tahap ini waktu perbaikan kerusakan merupakan selang waktu dari proses terjadinya kerusakan hingga diperbaiki sampai terjadinya kerusakan kembali. Untuk perhitungan selang waktu kerusakan (*Time to Failure*) untuk jadwal kerusakan *Explor Arm* pada tanggal 20 Januari 2021 sampai dengan 02 April 2021 adalah:

Antara tanggal 20 Januari 2021 sampai dengan 02 April 2021, banyaknya hari kerja hari kerja atau sama dengan  $92 \text{ hari kerja} \times 17,17 \text{ jam kerja/hari} = 1253,95 \text{ jam}$ .

**Tabel 4.11** Hasil Perhitungan TTF dan TTR Komponen *Explor Arm*

No	Tanggal	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	20 Januari 2021	4,1	
2	02 April 2021	3,9	1253,95
3	18 Juni 2021	3,8	1339,84
4	4 September 2021	3,9	1339,84
5	30 November 2021	4,3	1494,44

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

#### 4.2.5 *Least Square Curve Fitting* TTF (*Time to Failure*)

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

#### 4.2.5.1 Distribusi *Eksponential*

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* pada komponen *Explor Arm* dengan distribusi *eksponential* dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.4, perhitungan dapat dijelaskan di bawah ini.

$$X_i = t_i = 1253,95$$

$$F(t_i) = (i - 0,03) / (n + 0,4)$$

$$F(t_i) = (1 - 0,3) / (4 + 0,4) \\ = 0,16$$

$$y_i = \ln \left[ \frac{1}{1 - F(t_i)} \right] = 0,17$$

$$r = \frac{4(4890,76) - (5428) \cdot (3,45)}{\sqrt{[(4 \cdot 7396084) - (1253,95)^2] [(4 \cdot 4,5215) - (3,45)^2]}}$$

$$r = \frac{836,44}{862,8114} = 0,969943$$

**Tabel 4.12** Perhitungan *Index of fit* berdasarkan distribusi *eksponensial* data waktu *time to failure* (TTF) komponen *Explor Arm*

I	ti (Jam)	Xi	In	f(ti)	Yi	xi.yi	xi2	yi2
1	1253,95	1253,95	7,134	0,16	0,17	213,172	1572391	0,0289
2	1339,84	1339,84	7,2	0,38	0,51	683,318	1795171	0,2601
3	1339,84	1339,84	7,2	0,61	0,94	1259,45	1795171	0,8836
4	1494,44	1494,44	7,309	0,84	1,83	2734,83	2233351	3,3489
Σ	5428,07	5428,07	28,843		3,45	4890,76	7396084	4,5215
	<b>Index of fit</b>				0,969943			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari perhitungan di atas dapat diketahui hasil *index of fit* ( $r$ ) untuk komponen *Explor Arm* sebesar 0,969943 pada distribusi *eksponensial*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.



#### 4.2.5.2 Distribusi Lognormal

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* pada komponen *Explor Arm* dengan distribusi *Lognormal* dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.5 contoh perhitungan dapat dijelaskan di bawah ini.

$$y_i = \Phi^{-1} [F(t_i)] = 0,994$$

$$r = \frac{4(2697,06) - (5428,07) \cdot (1,962)}{\sqrt{[(4 \cdot 7396084) - (1253,95)^2] [(4 \cdot 2,147) - (1,962)^2]}}$$

$$r = \frac{138,3819}{755,2841} = 0,18324$$

**Tabel 4.13** Perhitungan *Index of fit* berdasarkan distribusi *Lognormal* data waktu *time to failure* (TTF) komponen *Explor Arm*

I	ti (Jam)	Xi	f(ti)	Yi	xi.yi	xi2	yi2
1	1253,95	1253,95	0,16	0,994	1246,43	1572391	0,988
2	1339,84	1339,84	0,38	-0,305	-408,65	1795171	0,093
3	1339,84	1339,84	0,61	0,279	373,815	1795171	0,078
4	1494,44	1494,44	0,84	0,994	1485,47	2233351	0,988
$\Sigma$	5428,07	5428,07		1,962	2697,06	7396084	2,147
<b>Index of fit</b>				<b>0,18324</b>			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data.)

Dari perhitungan di atas dapat diketahui hasil *index of fit* ( $r$ ) untuk komponen *Explor Arm* sebesar 0,18324 pada distribusi *Lognormal*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.13.

#### 4.2.5.3 Distrusi Weibull

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* pada kompponnen *Explor Arm* dengan distribusi *weibull* dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.6, contoh perhitungan dapat dijelaskan di bawah ini.

$$y_i = \ln \left( \ln \left( \frac{1}{1 - 0,16} \right) \right) = -1,754$$

$$r = \frac{4(-2364,5) - (5428,07) \cdot (-1,947)}{\sqrt{[(4 \cdot 7396084) - (1253,95)^2] [(4 \cdot 3,99079) - (-1,947)^2]}}$$

$$r = \frac{1110,515}{1210,558} = 0,917358$$

**Tabel 4.14** Perhitungan *Index of fit* berdasarkan distribusi *Weibull* data waktu *time to failure* (TTF) komponen *Explor Arm*

I	ti (Jam)	Xi	f(ti)	Yi	xi.yi	xi2	yi2
1	1253,95	1253,95	0,16	-1,754	-2199,4	1572391	3,07652
2	1339,84	1339,84	0,38	-0,738	-988,8	1795171	0,54464
3	1339,84	1339,84	0,61	-0,06	-80,39	1795171	0,0036
4	1494,44	1494,44	0,84	0,605	904,136	2233351	0,36603
Σ	5428,07	5428,07		-1,947	-2364,5	7396084	3,99079
<b>Index of fit</b>				<b>0,917358</b>			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data.)

Dari perhitungan di atas dapat diketahui hasil *index of fit* ( $r$ ) untuk komponen *Explor Arm* sebesar 0,18324 pada distribusi *Weibull l*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Selanjutnya hasil perhitungan dari masing-masing distribusi pada komponen kritis (komponen *Explor Arm*) dengan *index of fit* yaitu diperoleh sebagai berikut.

**Tabel 4.15** Hasil Perhitungan *Index Of Fit* TTF

<b>Index Of Fit</b>			
Nama Komponen	Distribusi Eksponential	Distribusi Lognormal	Distribusi Weibull
<i>Explor Arm</i>	<b>0,969943</b>	0,18324	0,917358

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dengan melihat table 4.15 maka dapat diketahui nilai *index of fit* terbesar yaitu untuk komponen *Explor Arm* dengan Distribusi Eksponential sebesar **0,969943**.

#### 4.2.5.4 Uji *Goodness Of Fit Test* Untuk *Time to Failure* (TTF)

Setelah memperoleh *index of fit* dari setiap distribusi untuk komponen *Explor Arm*, maka harus diuji dulu kesesuaiannya. Pengujian-pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

Distribusi *Eksponensial* Nilai *index of fit* terbesar yang diperoleh komponen *Explor Arm* adalah distribusi *eksponensial*, dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.7, maka uji yang digunakan adalah *Bartlett Test*.

Dimana: H0: Data berdistribusi *eksponensial*

H1: Data tidak berdistribusi *eksponensial*

Taraf nyata  $\alpha = 0.05$   $n = 4$ ,

$n = r$  Wilayah kritis :  $X_1 < B < X_2$

$$X^1 1 - \left(\frac{0,05}{2}\right), (4 - 1) = 0,975,3 = 0,215 \text{ Chi Square Distribution Table}$$

$$X^2 \frac{0,05}{2}, (4 - 1) = 0,025,3 = 9,348 \text{ Chi Square Distribution Table}$$

Uji *Bartlett* sebagai berikut :

$$B = \frac{2(4) \left[ \ln \left( \frac{5428,07}{4} \right) - \left( \frac{28,8435}{4} \right) \right]}{1 + \frac{(4+1)}{6(4)}}$$

$$B = \frac{8(0,103)}{1,2} = 0,824$$

Karena  $X 0.975, 3 (0,215) < B (0,824) < X 0.025.3(0,348)$  maka dapat dinyatakan bahwa data berdistribusi *eksponensial*.

#### 4.2.6 *Least Square Curve Fitting TTR (Time to Repair)*

Untuk dapat menentukan distribusi yang sesuai untuk data waktu kerusakan TTR (*Time to Repair*), maka dilakukan perhitungan *index of fit* dari tiap distribusi tersebut. Dan pemilihan distribusi berdasarkan pada nilai *index of fit*

yang terbesar dari masing-masing komponen. Pengidentifikasian distribusi ini meliputi distribusi *Eksponensial*, distribusi *Lognormal*, dan distribusi *Weibull*.

#### 4.2.6.1 Distribusi Eksponensial

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* pada komponen *Explor Arm* dengan distribusi *Eksponensial* dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.8, contoh perhitungan dapat dijelaskan di bawah ini.

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{5 + 0,4} = 0,12963$$

$$y_i = \ln \left[ \frac{1}{1 - 0,12963} \right] = 0,13883$$

$$r = \frac{5(19,5824) - (20) \cdot (4,8952)}{\sqrt{[(5 \cdot 80) - (20)^2] [(5 \cdot 8,37908) - (4,8952)^2]}}$$

$$r = \frac{0,008}{4,23466} = 0,0018$$

**Tabel 4.16** *Least Square Curve Fitting* Komponen *Explor Arm* Untuk Distribusi *Eksponensial*.

I	ti (Jam)	Xi	f(ti)	Yi	xi.yi	xi2	yi2
1	4,1	4,1	0,1296	0,1388	0,5552	16	0,01927
2	3,9	3,9	0,3148	0,378	1,512	16	0,14288
3	3,8	3,8	0,5	0,6931	2,7724	16	0,48039
4	3,9	3,9	0,0685	1,1557	4,6228	16	1,33564
5	4,3	4,3	0,92	2,53	10,12	16	6,4009
$\Sigma$	20	20	1,9329	4,8956	19,5824	80	8,37908
<b>Index of fit</b>				<b>0,0018</b>			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari perhitungan di atas dapat diketahui hasil *index of fit* ( $r$ ) untuk komponen *Explor Arm* sebesar 0,0018 pada distribusi eksponensial, hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.16

#### 4.2.6.2 Distribusi Lognormal

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* pada komponen *Explor Arm* dengan distribusi *Lognormal* dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.9, contoh perhitungan dapat dijelaskan di bawah ini

$$F(t_i) = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{5 + 0,4} = 0,12963$$

$$y_i = \Phi^{-1} 0,12963 = -1,13$$

$$r = \frac{5(0,01) - (6,93) \cdot (0,01)}{\sqrt{[(5 \cdot 9,605) - (6,93)^2] [(5 \cdot 3,0423) - (0,01)^2]}}$$

$$r = \frac{0,0193}{80,8446} = 0,0002$$

**Tabel 4.17** *Least Square Curve Fitting* Komponen *Explor Arm* Untuk Distribusi *Lognormal*.

I	ti (Jam)	xi = ln ti	f(ti)	Yi	xi.yi	xi <sup>2</sup>	yi <sup>2</sup>
1	4,1	1,4110	0,1296	-1,13	-1,5662	1,921	1,2769
2	3,9	1,3610	0,3148	-0,48	-0,6653	1,921	0,2304
3	3,8	1,3350	0,5	0	0	1,921	0
4	3,9	1,3610	0,685	0,49	0,67914	1,921	0,2401
5	4,3	1,4586	0,87	1,13	1,56618	1,921	1,2769
Σ	20	6,93	2,4994	0,01	0,01	9,605	3,0243
<b><i>Index of fit</i></b>				<b>0,0002</b>			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari perhitungan di atas dapat diketahui hasil *index of fit* (r) untuk komponen *Explor Arm* sebesar 0,0002 pada distribusi weibull, hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.17.

#### 4.2.6.3 Distrusi Weibull

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* pada komponen *Explor Arm* dengan distribusi *weibull* dengan menggunakan perhitungan pada rumus 2.8, contoh perhitungan dapat dijelaskan di bawah ini

$$xi = \ln ti$$

$$F(ti) = \frac{1 - 0,3}{5 + 0,4} = 0,12963$$

$$yi = \ln \left[ \ln \frac{1}{1 - 0,12963} \right] = -1,974$$

$$r = \frac{5(-3,41) - (6,93) \cdot (-2,46)}{\sqrt{[(5 \cdot 9,605) - (6,93)^2] [(5 \cdot 5,4824) - (-2,46)^2]}}$$

$$r = \frac{0,0022}{0,046217}$$

**Tabel 4.18** *Least Square Curve Fitting* Komponen *Explor Arm* Untuk Distribusi *Weibull*.

I	ti (Jam)	xi = ln ti	f(ti)	Yi	xi.yi	xi <sup>2</sup>	yi <sup>2</sup>
1	4,1	1,4110	0,1296	-1,97	-2,7304	1,921	3,8809
2	3,9	1,3610	0,3148	-0,97	-1,3444	1,921	0,9409
3	3,8	1,3350	0,5	-0,37	-0,5128	1,921	0,1369
4	3,9	1,3610	0,685	0,14	0,19404	1,921	0,0196
5	4,3	1,4586	0,87	0,71	0,98406	1,921	0,5041
∑	20	6,93	2,4994	-2,46	-3,41	9,605	5,4824
<b>Index of fit</b>				<b>0,0476</b>			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari perhitungan di atas dapat diketahui hasil *index of fit* ( $r$ ) untuk komponen *Explor Arm* sebesar 0,0467 pada distribusi *weibull*, hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Hasil perhitungan dari *least square curve fitting* untuk masing-masing distribusi pada ketiga komponen dengan *index of fit* yaitu diperoleh sebagai berikut.

**Tabel 4.19** Hasil Perhitungan *Index of Fit* untuk TTR.

<i>Index Of Fit TTR</i>			
Nama Komponen	Distribusi Eksponential	Distribusi Lognormal	Distribusi Weibull
<i>Explor Arm</i>	0,0018	0,0002	<b>0,0476</b>

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dengan melihat table 4.19 maka dapat diketahui nilai *index of fit* terbesar yaitu untuk komponen *Explor Arm* dengan Distribusi *Weibull* sebesar **0,0476**

#### 4.2.6.4 Uji *Goodness of Fit Test* Untuk *Time to Repair* (TTR)

Setelah memperoleh *index of fit* dari setiap distribusi untuk komponen *Explor Arm*, maka harus diuji dulu kesesuaiannya. Pengujian-pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut :

*Mann's test*,  $\alpha = 0.05$  untuk menguji distribusi *weibull*.

untuk menguji distribusi lognormal. Langkah-langkah perhitungan uji *goodness of fit test* untuk tiap komponen adalah sebagai berikut

##### 1. *Explor Arm* (Distribusi *Weibull*)

Nilai *index of fit* terbesar yang diperoleh oleh komponen *Explor Arm* adalah berdasarkan distribusi *weibull*, maka uji kesesuaian yang digunakan adalah *Mann's test*. dimana:

H0: Data berdistribusi *weibull*

H1: Data tidak berdistribusi *weibull*

Taraf nyata  $\alpha = 0.05$

Wilayah kritik : tolak H0 bila  $M > F_{\text{tabel}}$

Dengan menggunakan tabel distribusi F:

Untuk  $V_1 = 3$ ,  $V_2 = 2$ ,  $\alpha = 0.05$ , maka  $F_{\text{tabel}} = 19.16$

$$k_1 = \left[ \frac{r}{2} = \left[ \frac{5}{2} \right] = 2,5 \right]$$

$$k_2 = \left[ \frac{5-1}{2} \right] = 2$$

$$\text{LN}(t_i) = \text{LN}(4) = 1,386$$

$$z_i = \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1-0,5}{5+0,25} \right) \right] = -2,30175$$

$$M_1 = -1,08924 - (-2,30175) = 1,21251$$

$$\ln(t_2) - \ln(t_1) = 3,9 - 4,1 = -0,2$$

$$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} = \frac{-0,2}{1,21251} = -0,164947$$

$$M = \frac{2,5 (-0,911555)}{2 (-0,911555)} = 1,25$$

**Tabel 4.20** Uji Mann's Pada Explor arm Berdistribusi Weibull

I	ti (Jam)	xi = ln ti	Zi	Mi	ln(ti+1) - ln(ti)	ln(ti+1) - ln(ti) / Mi	M
1	4,1	1,411	-2,30175	1,21251	-0,2	-0,164947	<b>1,25</b>
2	3,9	1,361	-1,08994	0,06533	-0,1	-1,530808	
3	3,8	1,335	-0,43599	1,18329	0,1	0,084510	
4	3,9	1,361	0,094008	0,57168	0,4	0,699690	
5	4,3	1,4586	0,66573	-	-	-	
k1	2,5		∑	3,03281	0,2	-0,911555	
k2	2						

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Karena  $M (1,25) < F_{\text{tabel}} 0,05(19,16)$ , maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi *weibull*.

#### 4.2.7 Perhitungan Parameter *Time to Failure* (TTF)

Setelah dilakukan uji *goodness of fit test*, perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan parameter. Perhitungan parameter untuk *time to failure* pada



komponen *Explor arm* yang berdistribusi *Eksponensial*, menggunakan rumus sebagai berikut.

#### 1. *Explor arm* (Distribusi *Eksponensial*)

Parameter yang digunakan dalam distribusi *eksponensial* adalah  $\lambda$  maka perhitungannya adalah :

$$\lambda = n/t = 4/5428,07 = 0,0007369$$

#### 4.2.8 Perhitungan *Parameter Time to Repair* (TTR)

Perhitungan parameter untuk time to repair pada komponen *Explor arm* yang berdistribusi *Weibull* menggunakan rumus sebagai berikut :

#### 1. *Explor arm* (Distribusi *Weibull*)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk ( $\alpha$ ), dan parameter skala ( $\beta$ ).

$$b = \frac{5 \cdot (-3,41) - (6,93) \cdot (-2,46)}{5 \cdot (9,605) - (6,93)^2} = \frac{-0,0022}{-5,0249} = 0,000438$$

$$a = -0,492 - 0,000438(1,386) = 0,49261$$

$$\beta = e^{-\left(\frac{-0,49261}{0,00438}\right)} = 2178^{(112,467)} = 26,5 \text{ Jam}$$

#### 4.2.9 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR)

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR) pada komponen *Explor arm* sesuai dengan distribusi masing-masing dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. *Explor arm*

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,000737} = 1357,018 \text{ Jam}$$

$$MTTR = \beta = 19,77$$

4.2.10 Perhitungan *Reliability* Komponen

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

1. *Explor arm* diketahui:

$$R(t) = 2.718^{(0,000737(1347,018))} = 0,43$$

Hasil dari perhitungan komponen *reliability Explor arm* sebesar 0.43 atau 43%.

## 4.2.11 Penentuan Interval Perawatan Komponen

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

1. *Explor arm*

Rata-rata jam produksi per bulan = 429.7 Jam

Jumlah kerusakan dalam 1 tahun = 5 Kali

## a. Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata - rata jam kerja per bulan}} = \frac{19,77}{429,7} = 0,46$$

$$\mu = \frac{1}{0,46} = 21,735$$

## b. Waktu rata-rata pemeriksaan

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata - rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata - rata jam kerja per bulan}} = \frac{0,5}{429,7} = 0,001164$$

$$i = \frac{1}{0,001164} = 859,4$$

c. Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan 1 tahun}}{5} = \frac{5}{12} = 0,41667$$

d. Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{00,41667 \cdot 859,4}{21,735}} = \sqrt{16,475} = 4,055891$$

e. Interval waktu perawatan

$$t_i = \frac{\text{rata - rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{429,7}{2,8111} = 105,8561 \text{ Jam}$$

Dari hasil perhitungan interval waktu perawatan di atas diperoleh interval waktu perawatan komponen *Explor arm* setiap 105,85 Jam selama jam produksi dengan *mean time to failure* selama 1357,018 Jam serta *mean time to repair* selama 19,77 jam, selanjutnya interval ini akan digunakan sebagai penjadwalan perawatan komponen kritis.

## BAB 5

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Komponen Kritis Berdasarkan Frekuensi Kersakan Komponen

Mesin kritis merupakan mesin yang mengalami frekuensi kerusakan terbesar dengan total waktu *downtime* terbesar. Untuk penentuan mesin kritis ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur lamanya waktu *downtime* produksi dari tiap-tiap mesin yang ada. Sehingga demikian akan diketahui mesin yang mengalami *downtime* terbesar yang dapat dilihat pada Tabel 4.10. Penjelasan dari Tabel 4.10 yaitu kerusakan mesin berdasarkan frekuensi dengan jumlah mesin 27 kali selama 1 tahun sedangkan kerusakan mesin yang mengalami *downtime* yaitu sebesar 72,5 jam selama 1 tahun mesin tersebut beroperasi. Hal ini terjadi karena kurangnya pengecekan mesin secara teratur agar dapat mengurangi kerusakan disetiap minggunya.

#### 5.2 Analisis Sistem Kritis Berdasarkan *Downtime*

*Downtime* merupakan penghentian operasional industri yang dilakukan oleh perusahaan manufaktur. Ada kalanya, proses produksi industri manufaktur tiba-tiba terhenti untuk perawatan karena kerusakan yang berasal dari internal ataupun eksternal, atau salah pengoperasian mesin dan berbagai hal tidak terduga lainnya. Pencegahan *downtime* perusahaan bisa dilakukan dengan berbagai cara. Namun, seefektif apapun program pencegahan yang perusahaan lakukan, tidak akan berjalan apabila tidak didukung dengan sumber daya manusia yang disiplin dan berdedikasi untuk menjalankan program tersebut.

Dari Tabel 4.10 maka dapat di ketahui bahwa jumlah *downtime* komponen paling terbesar *Explor Arm* dengan total downtime 20 dan total downtime yang paling terendah yaitu komponen *Oil Seal* dengan total downtime 0,5. Dapat disimpulkan bahwa *Explor Arm* terlalu sering digunakan dalam proses produksi, apabila *Explor Arm* ini mengalami kerusakan maka akan berdampak pada proses produksi yang menyebabkan kurangnya berkualitasnya hasil CPO.

### 5.3 Analisis *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* artinya yaitu analisa yang dilakukan untuk menemukan efek apa saja yang dapat berpotensi membuat kesalahan di dalam suatu produk atau proses produksi. FMEA ini bertujuan untuk membuktikan bahwa sebuah perusahaan sudah dapat membuat sistem analisa terhadap prediksi kegagalan secara sistematis, Serta antisipasi terhadap kemungkinan munculnya kegagalan, sehingga kegagalan tersebut dapat dicegah atau dikurangi risikonya.

Bagian dari evaluasi dan analisis FMEA adalah penilaian resiko *atau risk assessment*, berikut 3 tahap penilaian tersebut

- *Severity* penilaian tingkat dampak permasalahan di pelanggan
- *Occurrence* seberapa sering penyebab kesalahan terjadi
- *Detection* Penilai mengenai kemampuan control produk atau proses untuk mendeteksi penyebab masalah atau *failure mode*

Dari Tabel 4.8 maka dapat di ketahui semua hasil perhitungan menggunakan *tabel Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA) untuk menentukan komponen kritis dari mesin *Digester* diperoleh 1 komponen kritis yaitu *explor arm* dengan nilai RPN sebesar 384. Berdasarkan *RCM decision worksheet* diperoleh bahwa

tindakan yang perlu dilakukan untuk setiap komponen yang sering mengalami kerusakan.

#### 5.4 Analisis Pola Distribusi Kerusakan

Pola distribusi kerusakan dipilih dengan melakukan pengujian terhadap keempat distribusi yaitu distribusi *weibull*, *eksponensial*, dan *lognormal*. Pengujian pola distribusi dilakukan terhadap data waktu antar kerusakan (*Time to failure*) dan waktu perbaikan (*time to repair*) komponen kritis yaitu *Exepler arm*. Pemilihan distribusi dilakukan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* yang berdasarkan nilai *index of fit*(r) paling besar. Hasil *index of fit* (r) untuk data waktu antar kerusakan pada komponen *Exepler arm* dapat dilihat pada Tabel 4.15 untuk TTR dan 4.19 untuk TTF.

#### 5.5 Analisis Uji Kecocokan Data (*Godnest of Fit*)

Distribusi yang didapatkan dari nilai *index of fit* (r) diuji kembali untuk memastikan apakah distribusi yang terpilih benar-benar mewakili data waktu kerusakan dan perbaikan. Hasil dari *index of fit* untuk data kerusakan diperoleh distribusi *Weibull*, maka uji kecocokan distribusi dilakukan menggunakan uji *Mann's test*. Hasil untuk uji *Mann's test* dapat dilihat pada Tabel 4.20 yang berarti keputusan  $H_0$  diterima yaitu data antar kerusakan berdistribusi *Eksponensial*. Sedangkan pada data antar perbaikan yang sebelumnya memperoleh hasil nilai *index of fit* (r) berdistribusi *Eksponensial* diuji menggunakan *Bartlett Test*. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.18 yang berarti keputusan  $H_0$  diterima yaitu data antar perbaikan berdistribusi *Eksponensial*.

## 5.6 Analisis Nilai MTTF dan Nilai MTTR

Setelah pola distribusi data antar kerusakan dan data waktu antar perbaikan diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan estimasi parameter dari distribusi untuk mendapatkan nilai MTTF (*Mean Time to Failure*) dan MTTR (*Mean Time to Repair*). Data waktu antar kerusakan komponen *Exepler arm* mengikuti distribusi *Weibull* dan data waktu antar perbaikan komponen *Exepler arm* mengikuti distribusi *Eksponensial*, maka hasil perhitungan MTTF dan MTTR adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.2** Nilai MTTF dan Nilai MTTR

Komponen Kritis	MTTF	MTTR
<i>Exepler arm</i>	1357,018 Jam	19,77 Jam

Untuk komponen *Exepler arm* didapatkan bahwa selang waktu antar kerusakan sebesar 1357,018 jam, yang berarti komponen *Exepler arm* akan mengalami kerusakan setelah beroperasi selama 19,77 jam.

## 5.7 Analisis Interval Penggantian Pencegahan dan Pemeriksaan Komponen

### *Exepler arm*

Dari hasil analisis yang sudah didapatkan maka peneliti mencoba memberi rekomendasi pada perusahaan untuk memakai metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang mana penentuan komponen kritis. Pada komponen *Exepler arm* dengan interval waktu perawatan selama 105,85 jam atau 6 hari kerja produksi guna mengetahui tingkat kerusakan komponen dengan memberikan tindakan langsung pada setiap kerusakan yang terjadi. Pada komponen *Exepler arm* dengan interval perawatan 105,85 jam dilakukan tindakan pengecekan

membrane secara berkala dan rutin yang mana pada komponen tersebut membutuhkan tindakan perawatan secara terjadwal untuk dapat mengurangi kemacetan produksi.



## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Adapun didapatkan hasil kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Interval perawatan berdasarkan perhitungan RCM untuk komponen yang memiliki kegagalan kritis adalah komponen *Exepler arm* dengan interval perawatan selama 105,85 jam atau lebih kurang 6 hari.
2. Untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada mesin *Digester* pada komponen *Exepler arm* dengan jenis kerusakan Membran aus dan patah dilakukan perawatan setiap 6 hari sekali, hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang dapat menyebabkan mesin berhenti beroperasi secara mendadak juga dapat memperpanjang umur dari sebuah komponen.

#### 6.2 Saran

Ada beberapa saran yang diberikan kepada perusahaan adalah:

1. Pihak perusahaan diharapkan mendata atau mengakses secara lengkap seluruh kerusakan yang terjadi pada mesin *Digester* sehingga dapat dibuatkan program tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan dengan tepat.
2. Untuk komponen yang mengalami *breakdown maintenance*, diharapkan dilakukan tindakan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang dapat mempengaruhi berhentinya proses produksi.

3. Sebaiknya pemeliharaan mesin dilakukan tepat waktu sesuai jadwal, agar menghindari penundaan pemeliharaan sehingga dapat mengakibatkan kerusakan mesin yang akan memakan waktu lebih lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari dan Agus. (2002). *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*. Edisi Empat. Yogyakarta: BPFE.
- Bangun, Irawan.H, Rahman, Arif dan Darmawan, Zefry. 2014. *Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode RCM II Pada Mesin Blowing Om*. Jurnal Teknik Industri, Hal.997-1008, Malang: Universitas Brawijaya.
- Baroto dan Teguh. (2003). *Pengantar Teknik Industri*. Malang: Universitas Muhammadiyah.
- Dhamayanti, Destina Surya, Alhilman, Judi dan Athari, Nurdinintya, (2016), “Usulan *Preventive Maintenance* Dengan Menggunakan *Reliability Centered Maintenance II* dan *Risk Based Maintenance*”, Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri, Vol.3, No.2, Hal.31-37, Telkom University.
- Ebeling, C. E. (1997). *Reliability and Maintainability Engineering*. The McRraw-Hill Companies, INC: USA.
- Fauzan, H. M. (2018). *Analisis Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Dan Maintenance Value Stream Map Di Rsud Bengkalis*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Gaspersz dan Vincent. 1992. *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Edisi Pertama Tassano, Bandung
- Kurniawan dan Fajar. (2013). *Manajemen Perawatan Industri: Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance dan Reability Centered Maintenance (RCM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putra dan Isma.B, (2010), “*Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance II*”, *Teknologi* Vol.5 Hal.59-66.
- Pratama, Ahmad Nizar, Prasetyawan dan Yudha, (2014), “*Perancangan Aktivitas Pemeliharaan Dengan Reliability Centered Maintenance II*”, *Jurnal Teknik*, Hal.1-6, ITS, Surabaya.
- Prayitno, B. E. (2017). *Analisis Perawatan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Prima Indah Saniton*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Sari, Diana Puspita, dan Ridho, Mukhammad Faizal. 2016. *Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance II Pada Mesin Blowing I Di Plant I PT. Pisma Putra Textile*. Jurnal Teknik Industri, Vol.XI, No.2, Hal.73-80, Universitas Diponegoro.

- Suwandy, 2019. *Analisa Perawatan Mesin Digester Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PTPN II Pagar Merbau*. NPM 13 815 0021.
- Syahrudin. 2010. *Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD "X"*. Balikpapan: Jurnal Teknologi Terpadu, No.1 vol.1.
- Wahyuni, 2021. *Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Screw Press Di PT. Persada Agro Sawita*.
- Yamit dan Zulian, 2010. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Yogyakarta: Ekonisia.

## LAMPIRAN 1

### **Kuisisioner Penentuan *Risk Priority Number***

#### **I. Identitas Responden**

**Nama :** \_\_\_\_\_

**Usia :** \_\_\_\_\_

**Jabatan:** \_\_\_\_\_

#### **II. Petunjuk Pengisian**

Pengisian kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keseriusan *effect* yang ditimbulkan apabila terjadi kerusakan mesin (*severity*), kemungkinan terjadinya kegagalan yang berhubungan dengan effect (*occurance*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan (*detection*) komponen mesin *Digester* di PT. Karya Tanah Subur









## LAMPIRAN 2

*Table of Standard Normal Probabilities for Negative Z-scores*

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

### LAMPIRAN 3

**Tabel Chi-Square**

DF	P										
	0.995	0.975	0.20	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.0000393	0.000982	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	9.550	10.828
2	0.0100	0.0506	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597	12.429	13.816
3	0.0717	0.216	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	14.796	16.266
4	0.207	0.484	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.860	16.924	18.467
5	0.412	0.831	7.289	9.236	11.070	12.833	13.388	15.086	16.750	18.907	20.515
6	0.676	1.237	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	20.791	22.458
7	0.989	1.690	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	22.601	24.322
8	1.344	2.180	11.030	13.362	15.507	17.535	18.168	20.090	21.955	24.352	26.124
9	1.735	2.700	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	26.056	27.877
10	2.156	3.247	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	27.722	29.588
11	2.603	3.816	14.631	17.275	19.675	21.920	22.618	24.725	26.757	29.354	31.264
12	3.074	4.404	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.300	30.957	32.909
13	3.565	5.009	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819	32.535	34.528
14	4.075	5.629	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	34.091	36.123
15	4.601	6.262	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801	35.628	37.697
16	5.142	6.908	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32.000	34.267	37.146	39.252
17	5.697	7.564	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	38.648	40.790
18	6.265	8.231	22.760	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	40.136	42.312
19	6.844	8.907	23.900	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	41.610	43.820
20	7.434	9.591	25.038	28.412	31.410	34.170	35.020	37.566	39.997	43.072	45.315

LAMPIRAN 4

**Tabel F *Distribution*  $\alpha = 0.05$**

/	<b>f<sub>1</sub>=1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>df<sub>2</sub>=1</b>	61.4476	199.5000	15.7073	224.5832	230.1619	233.9860	236.7684	238.8827	240.5433	241.8817
<b>2</b>	18.5128	19.0000	19.1643	19.2468	19.2964	19.3295	19.3532	19.3710	19.3848	19.3959
<b>3</b>	10.1280	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8867	8.8452	8.8123	8.7855
<b>4</b>	7.7086	6.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942	6.0410	5.9988	5.9644
<b>5</b>	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725	4.7351
<b>6</b>	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067	4.1468	4.0990	4.0600
<b>7</b>	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870	3.7257	3.6767	3.6365
<b>8</b>	5.3177	4.4590	4.0662	3.8379	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881	3.3472
<b>9</b>	5.1174	4.2565	3.8625	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789	3.1373
<b>10</b>	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204	2.9782
<b>11</b>	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.9480	2.8962	2.8536
<b>12</b>	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964	2.7534
<b>13</b>	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144	2.6710
<b>14</b>	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458	2.6022
<b>15</b>	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876	2.5437
<b>16</b>	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377	2.4935
<b>17</b>	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143	2.5480	2.4943	2.4499
<b>18</b>	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563	2.4117
<b>19</b>	4.3807	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227	2.3779
<b>20</b>	4.3512	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.5990	2.5140	2.4471	2.3928	2.3479
<b>21</b>	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3660	2.3210
<b>22</b>	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419	2.2967
<b>23</b>	4.2793	3.4221	3.0280	2.7955	2.6400	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201	2.2747
<b>24</b>	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002	2.2547
<b>25</b>	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.6030	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821	2.2365
<b>26</b>	4.2252	3.3690	2.9752	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655	2.2197
<b>27</b>	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501	2.2043
<b>28</b>	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360	2.1900
<b>29</b>	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2783	2.2229	2.1768
<b>30</b>	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107	2.1646

## LAMPIRAN 5

**Tabel Gamma Power, Weibull distribution**

Sample size		$\lambda = 1.5$	$\lambda = 2$	$\lambda = 2.5$	$\lambda = 3$
$\theta = 1$	10	0.282	0.664	0.893	0.986
	20	0.412	0.905	1.000	1.000
	50	0.730	0.999	1.000	1.000
	100	0.956	1.000	1.000	1.000
	200	0.999	1.000	1.000	1.000
	500	1.000	1.000	1.000	1.000
$\theta = 2$	10	0.274	0.622	0.898	0.981
	20	0.413	0.900	0.993	1.000
	50	0.739	1.000	1.000	1.000
	100	0.947	1.000	1.000	1.000
	200	1.000	1.000	1.000	1.000
	500	1.000	1.000	1.000	1.000
$\theta = 3$	10	0.282	0.637	0.909	0.983
	20	0.415	0.902	0.992	1.000
	50	0.729	0.999	1.000	1.000
	100	0.949	1.000	1.000	1.000
	200	1.000	1.000	1.000	1.000
	500	1.000	1.000	1.000	1.000

## LAMPIRAN 6

### DOKUMENTASI

