

**ANALISA PERBAIKAN DAN UNJUK KERJA UNIT  
*SCREEN WASH PUMP* DENGAN PENDEKATAN  
*LEAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*  
DI PT. UBJOM PLTU REMBANG**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



Disusun Oleh:

**ADITYA TRI ANGGORO PUTRO**

**31601400996**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**2021**

**ANALISA PERBAIKAN DAN UNJUK KERJA UNIT  
SCREEN WASH PUMP DENGAN PENDEKATAN  
LEAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE  
DI PT. UBJOM PLTU REMBANG  
TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1  
(S-1) Pada Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang**



Disusun Oleh :

**ADITYA TRI ANGGORO PUTRO**  
31601400996

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
SEPTEMBER/2021**

***REPAIR AND PERFORMANCE ANALYSIS UNIT  
SCREEN WASH PUMP USING LEAN TOTAL  
PRODUCTIVE MAINTENANCE  
AT PT. UBJOM PLTU REMBANG  
FINAL REPORT***



Written By :

**ADITYA TRI ANGGORO PUTRO**

**31601400996**

**DEPARTMENT INDUSTRIAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY  
SEMARANG  
SEPTEMBER/2021**

## HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Perbaikan Dan Ujuk Kerja Unit *Screen Wash Pump* Dengan Pendekatan *Lean Total Productive Maintenance* di PT. UBJOM PLTU Rembang “ yang disusun oleh :

Nama : Aditya Tri Anggoro Putro  
NIM : 31601400996  
Program Studi : S1 Teknik Industri

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Jum'at  
Tanggal : 31 Desember 2021

Pembimbing I

Pembimbing II

Digitally signed by  
Akhrad Syakhroni  
DN: cn=Akhrad  
Syakhroni,  
o=UNISSULA, ou=FTI,  
email=syakhroni@uniss  
Date: 2022.01.02  
18:51:26 +07'00

Akhrad Syakhroni, ST, M.Eng.




Digitally signed  
by Wiwiek  
Fatmawati

Date: 2022.01.02

19:42:54 +07'00'

Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng.



Mengetahui,



Ka. Program Studi Teknik Industri

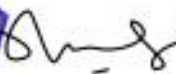
Nuzulia

Khoiriyah

2022.01.03

04:11:06 +07'00'

Nuzulia Khoiriyah, S.T., M.T.,



## HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Perbaikan Dan Unjuk Kerja Unit *Screen Wash Pump* Dengan Pendekatan *Lean Total Productive Maintenance* di PT. UBJOM PLTU Rembang “ini telah dipertahankan didepan penguji sidang tugas akhir pada :

Hari : Jum'at  
Tanggal : 31 Desember 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. Sukarno Budi Utomo, MT  
Ketua

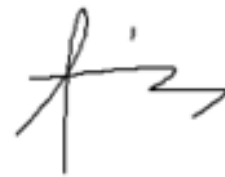


Irwan Sukendar, ST, MT IPM, ASEAN Eng



Anggota I

Ir. Eli Mas'idah, MT



Anggota II

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN JUDUL TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aditya Tri Anggoro Putro  
NIM : 31601400996  
Judul Tugas Akhir : ANALISA PERBAIKAN DAN UNJUK KERJA  
UNIT *SCREEN WASH PUMP* DENGAN  
PENDEKATAN *LEAN TOTAL PRODUCTIVE  
MAINTENANCE* DI PT UBJOM PLTU REMBANG

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan atau sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul tugas akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 21 Desember 2021

Yang menyatakan.

  
Aditya Tri Anggoro Putro

## HALAMAN MOTTO

*“Pendidikan bukan tentang mengenai mengisi wadah yang kosong,  
tapi pendidikan merupakan proses untuk menyalakan api pikiran.”*

*(B. Yeat)*



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aditya Tri Anggoro Putro  
NIM : 31601400996  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Teknologi Industri  
Alamat Asal : Semaki Gede UH 1/217  
No. HP / Email : 082241061626 / putroaditya@gmail.com

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul :  
**ANALISA PERBAIKAN DAN UNJUK KERJA UNIT *SCREEN WASH PUMP*  
DENGAN PENDEKATAN *LEAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* DI  
PT. UBJOM PLTU REMBANG**

dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 21 Desember 2021



Aditya Tri Anggoro Putro



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.

Tugas akhir yang berjudul “Analisa Perbaikan Dan Unjuk Kerja Unit *Screen Wash Pump* Dengan Pendekatan *Lean Total Productive Maintenance* di PT. UBJOM PLTU Rembang” ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang. Selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini telah menerima bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini kiranya berkenan mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:



Semarang, 21 Desember 2021

Aditya Tri Anggoro Putro

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN ENGLISH.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN JUDUL TUGAS AKHIR .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASARAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Tinjauan Pustaka.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Landasan Teori .....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Definisi Perawatan.....	9
2.2.2 Jenis-Jenis Perawatan Peralatan Mesin .....	10
2.2.3 Definisi Pompa .....	12
2.2.4 <i>Screen Wash Pump</i> (SWP) .....	12
2.2.5 <i>Circulating Water Pump</i> (CWP) .....	13

2.2.6	Sistem PLTU .....	14
2.2.6.1	<i>Cooling System</i> .....	14
2.2.6.2	<i>Cooling System</i> PLTU Rembang .....	14
2.2.7	<i>Lean</i> .....	15
2.2.7.1	Variabel yang Digunakan dalam MVSM .....	15
2.2.7.2	<i>Framework</i> yang Digunakan dalam MVSM .....	16
2.2.8	<i>Total Productive Maintenance</i> .....	20
2.3.	Hipotesa Awal dan Kerangka Teoritis.....	23
2.3.1	Hipotesa .....	23
2.3.2	Kerangka Teoritis .....	24
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1	Metode Penelitian .....	26
3.1.1	Objek dan Lokasi Penelitian.....	26
3.1.2	Teknik Pengumpulan Data .....	26
3.1.3	Pengumpulan Data.....	26
3.1.4	Teknik Analisa Data .....	27
3.1.5	Interpretasi .....	27
3.1.6	Pengujian Hipotesa.....	27
3.1.7	Penarikan kesimpulan.....	27
3.2	Diagram Alir.....	27
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1	Pengumpulan Data.....	30
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan .....	30
4.1.2	Proses Produksi.....	31
4.1.3	Data Produksi .....	32
4.1.4	Data <i>Downtime</i> .....	33
4.2	Pengolahan Data .....	34
4.2.1	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	34
4.2.2	Pembuatan <i>Maintenance Value Stream Mapping</i> .....	35
4.2.2.1	Penentuan <i>Framework</i> .....	35
4.2.2.2	Pembuatan <i>Current State Mapping</i> .....	36

4.3 Analisa dan Interpretasi .....	38
4.3.1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	38
4.3.2 <i>Current Maintenance Value Stream Mapping</i> .....	38
4.3.3 <i>Rekomendasi Perbaikan</i> .....	39
4.3.3.1 Peningkatan <i>Availability</i> dengan Penambahan <i>Backup Sealing SWP</i> .....	39
A. Identifikasi Permasalahan .....	39
B. Pemilihan Source .....	39
C. Perhitungan Pressure Drop .....	40
D. Desain Pemasangan .....	42
E. Manfaat Finansial .....	43
F. Manfaat Non Finansial.....	45
G. Analisa Risiko.....	45
4.3.3.2 Melakukan Manajemen <i>Spare Part</i> .....	47
4.3.4 <i>Future Overall Equipment Effectiveness</i> dan <i>Maintenance Value Stream mapping</i> .....	48
4.3.4.1 Simulasi <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	48
4.3.4.2 <i>Future Maintenance Value Stream Mapping</i> .....	49
4.4 Pengujian Hipotesa .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terdahulus .....	7
<b>Tabel 2.2</b> Spesifikasi <i>Screen Wash Pump</i> .....	13
<b>Tabel 2.3</b> Spesifikasi <i>Circulating Water Pump</i> .....	14
<b>Tabel 2.4</b> Kategori <i>Framework</i> dalam MVSM .....	17
<b>Tabel 4.1</b> Ouput <i>Screen Wash Pump</i> .....	32
<b>Tabel 4.2</b> Data <i>Downtime</i> Mesin SWP .....	33
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan OEE SWP Periode 2018 – 2021 .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Kegiatan dan Durasi Waktu Perbaikan Mesin SWP .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Kegiatan Perbaikan SWP .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Estimasi Biaya Modifikasi .....	43
<b>Tabel 4.7</b> Selisih Jumlah Cost Saving .....	44
<b>Tabel 4.8</b> Identifikasi Analisa Risiko .....	46
<b>Tabel 4.9</b> Simulasi Perhitungan OEE SWP Setelah Tindakan Perbaikan.....	49
<b>Tabel 4.10</b> Kegiatan Perbaikan SWP setelah Perbaikan .....	50

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Screen Wash Pump</i> .....	13
<b>Gambar 2.2</b> <i>Circulating Water Pump</i> .....	14
<b>Gambar 2.3</b> Diagram alir Sistem Pendingin PLTU Rembang .....	15
<b>Gambar 2.4</b> <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	21
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Metode Penelitian.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Perusahaan .....	31
<b>Gambar 4.2</b> Proses Produksi PLTU Rembang .....	32
<b>Gambar 4.3</b> <i>Current State Mapping</i> Perbaikan SWP.....	36
<b>Gambar 4.4</b> Flowcart Pembahasan Inovasi .....	39
<b>Gambar 4.5</b> Proses Pemilihan Source.....	40
<b>Gambar 4.6</b> Desain Jalur Pipa/ <i>Line Emergency Bearing Injection CWP</i> .....	42
<b>Gambar 4.7</b> Skema Pengambilan <i>Source</i> Dari <i>Venting Desal Pump</i> .....	43
<b>Gambar 4.8</b> Gambar Matriks Risiko.....	46
<b>Gambar 4.9</b> <i>Future State Mapping</i> Perbaikan SWP.....	50

## ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, mendorong pemerintah untuk meningkatkan produksi tenaga listrik di Indonesia. Masalah yang terjadi adalah terjadinya kegagalan proses pada unit *circulating water pump* dimana tiap tahun mengalami kenaikan lama waktu keagalannya. Tujuan Penelitian ini untuk mengidentifikasi perbaikan dan unjuk kerja unit *screen wash pump* serta memberikan usulan perbaikan dari parameter kinerja yang masih rendah. Metode yang digunakan adalah *Total Productive Maintenance* dengan pendekatan Lean. Kinerja SWP dengan menggunakan OEE pada periode 2018 – 2021 tingkat *availability* 82,84%, kemudian nilai *performance rate* diangka 97,09% serta untuk *quality rate* diangka 100%. Sehingga nilai OEE pada periode 2018 sampai 2021 diangka 80,43% serta *losses* terbesar dan dapat dilakukan tindakan perbaikan terkait *availability* yang. Pada *Current Maintenance Value Stream Mapping* didapatkan nilai efisiensi perbaikan sebesar 7,05% dengan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah 2.896,00 dengan presentase 92,95%. Kemudian berdasarkan mapping kegiatan penggantian dapat dilihat dengan waktu paling lama dalam kegiatan menunggu *tool* atau spare part sebesar 2.880 menit. Hal ini yang harus dilakukan tindakan perbaikan. Rekomendasi tindakan perbaikan adalah dengan melakukan penambahan *backup sealing* SWP untuk mengcover waktu kerusakan sehingga masih tetap running. Kemudian untuk diaktivasi perbaikan dengan melakukan manajemen *spare part* sehingga pada saat waktu terjadi kerusakan *spare part ready* dan hanya *plug and play*.

**Kata Kunci:** PLTU, Lean, OEE, TPM, MVSM

## ABSTRACT

*The increasing demand for electrical energy has prompted the government to increase the production of electric power in Indonesia. The problem that occurs is the occurrence of process failures in the circulating water pump unit where every year there is an increase in the time of failure. The purpose of this study is to identify the repair and performance of the screen wash pump unit and provide suggestions for improvement of performance parameters that are still low. The method used is Total Productive Maintenance with a Lean approach. SWP performance using OEE in the 2018-2021 period, the availability rate is 82.84%, then the performance rate value is 97.09% and the quality rate is 100%. So that the OEE value in the period 2018 to 2021 is 80.43% as well as the largest losses and corrective actions can be taken related to availability. In Current Maintenance Value Stream Mapping, the repair efficiency value is 7.05% with activities that do not have added value of 2896.00 with a percentage of 92.95%. Then based on the mapping of replacement activities, it can be seen that the longest time is the activity of waiting for tools or spare parts of 2,880 minutes. This requires corrective action. The recommended corrective action is to add a backup sealing SWP to cover the time of the damage so that it is still running. Then to activate repairs by managing spare parts so that when there is damage, spare parts are ready and only plug and play.*

**Keywords:** PLTU, Lean, OEE, TPM, MVSM





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pada era sekarang kebutuhan akan energi listrik yang semakin meningkat, hal ini mendorong pemerintah untuk meningkatkan produksi tenaga listrik di Indonesia. Upaya tersebut dilakukan dengan mempercepat diversifikasi energi untuk pembangkit tenaga listrik ke non-bahan bakar minyak (dalam hal ini adalah batubara) disisi lain Pemerintah Indonesia telah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2006 tentang penugasan kepada PT. PLN (persero) untuk melakukan percepatan pembangunan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan batubara.

UBJOM PLTU Rembang memiliki 2 (dua) unit pembangkit listrik yaitu unit 10 dan unit 20, masing-masing unit pembangkit listrik mempunyai 2 (dua) unit *circulating water pump* (CWP) yang berfungsi sebagai peralatan utama *supply cooling water* menuju ke *steam turbine condenser*. Masing-masing CWP memiliki kapasitas *water cooling quantity* 50% dari kapasitas *water cooling quantity* kondensor. Dalam oprasionalnya CWP memerlukan *supply water sealing* yang berasal dari *screen wash pump* (SWP) A dari unit 10 atau SWP B dari unit 20.

Pada pengoperasiannya SWP pernah terjadi vibrasi tinggi karena kurang tanggapnya operator dalam melakukan *action* berupa pelaporan, sehingga berdampak pada *guide bearing, shaft sleve aus, impeller* terkikis sehingga pompa SWP A mengalami *downtime* yang lama karena proses perbaikan. Karena pompa SWP A mengalami *downtime* yang lama maka hanya ada satu pompa SWP yang tersedia yaitu pompa SWP B. Apabila pompa SWP B mengalami kerusakan sebelum pompa SWP A selesai perbaikan maka tidak ada *supply water sealing* ke CWP. Hal ini akan mengakibatkan vibrasi pada CWP dan akan menyebabkan kerusakan pada pompa CWP. Kerusakan pompa SWP terlihat pada gambar 1 dibawah ini.



(a) Guide bearing



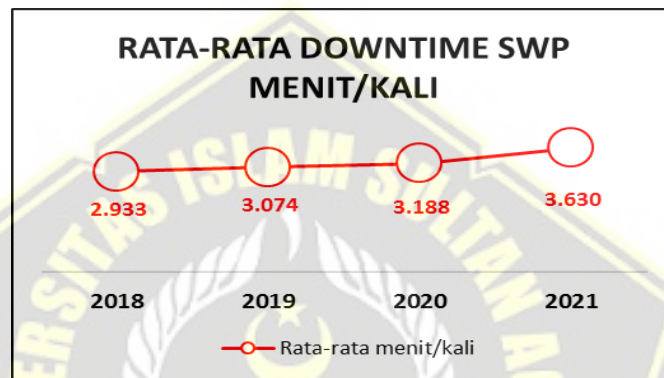
(b) Impeller



(c) Shaft Sleeve

**Gambar 1.1** Dampak vibrasi high pada SWP A

Serta terdapat *work order* (WO) SWP yang berulang-ulang. Seperti yang terlihat pada gambar 1.2 dan tabel 1.1 sebagai berikut :

**Gambar 1.2** Rata – rata *Downtime Screen Wash Pump* Periode 2018-2021**Tabel 1.1** Frekuensi *Downtime Screen Wash Pump* Periode 2018-2021

Item	Satuan	Tahun				Total
		2018	2019	2020	2021	
Lama	menit	52.794	58.410	51.000	14.520	<b>176.724</b>
Frekuensi	kali	18	19	16	4	<b>57</b>
Rata-rata	menit/kali	2.933	3.074	3.188	3.630	<b>3.100</b>

Berdasarkan gambar 1.2 dan tabel 1.1 maka untuk *downtime* di mesin *screen wash pump* mengalami kenaikan lama waktu perbaikannya untuk setiap kali terjadi kerusakan dari tahun 2018 sampai 2021. Hal ini berpotensi mengakibatkan terjadinya kegagalan proses produksi karena hanya satu SWP yang beroperasi dan akan membuat kerugian besar pada penilaian pembangkit dan kerugian keuangan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian yang diambil adalah melakukan analisa kinerja mesin, kemudian dilakukan perbaikan pada proses *maintenance* sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka perumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja pada unit *screen wash pump* di PT. UBJOM PLTU Rembang selama Periode 2018-2021?
2. Apa *losses* yang terbesar yang mempengaruhi tingkat kinerja pada unit *screen wash pump* di PT. PJB UBJOM PLTU Rembang selama Periode 2018-2021 serta bagaimana rekomendasi perbaikan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Melakukan identifikasi kinerja *screen wash pump*
2. Mengidentifikasi langkah – langkah serta waktu perbaikan pada saat terjadi kegagalan pada unit *screen wash pump*.
3. Memberikan usulan perbaikan supaya meningkatkan kinerja serta efisiensi perbaikan pada saat terjadi kegagalan proses.

## 1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Objek penelitian pada *screen wash pump* di PT. UBJOM PLTU Rembang.
2. Data yang digunakan pada unit *screen wash pump* periode 04 Juni 2018 – 09 Februari 2021.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam tugas akhir ini adalah:

1. Manfaat bagi Mahasiswa  
Meningkatkan kemampuan pengaplikasian teori yang diperoleh selama kuliah serta wawasan dalam menganalisis dan memecahkan masalah sebelum memasuki dunia kerja khususnya dalam menganalisa kinerja suatu unit.
2. Manfaat bagi Perusahaan  
Memberi rekomendasi bagi perusahaan untuk usulan perbaikan terkait kinerja suatu unit.

3. Bagi Prodi teknik Industri Unissula

Menjalin kerja sama antara perusahaan dengan prodi teknik industri Unissula serta dapat menambah literature perpustakaan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika dari penulisan laporan tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisikan teori yang dijadikan sebagai acuan literatur sesuai dengan bidang kajian yang diambil mengenai konsep Perawatan, Sistem di PLTU, *Lean*, *Total Productive Maintenance* serta metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan tentang langkah, metode penelitian serta diagram alir dari penelitian.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan tentang pengumpulan data, pengolahan data untuk mengidentifikasi kinerja unit SWP dan menganalisis terhadap data yang telah dihasilkan dari penelitian drts mrmberikan usulan perbaikan dari masalah yang ada.

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab V ini berisi kesimpulan dari penelitian dan hasil yang diperoleh untuk memberikan saran usulan perbaikan dan pengembangan terhadap penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASARAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Nadia Chintya Dewi pada tahun 2015 melakukan penelitian dengan judul “*Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Mesin Cavitec Pt. Essentra Surabaya*”. Permasalahan yang terdapat pada PT. Essentra terdapat banyaknya *breakdown* yang terjadi pada mesin Cavitec VD-02 yang berakibat kurang maksimalnya jumlah produksi serta menyebabkan kurangnya nilai indeks efektivitas total mesin secara keseluruhan (OEE) pada mesin Cavitec VD-02. Untuk dapat meningkatkan produktivitas maka dilakukan pengukuran Total Productive Maintenance (TPM) dengan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Hasil penelitian ini menunjukkan menunjukkan bahwa nilai OEE pada mesin Cavitec VD-02 sebesar 44,33 %, nilai efektivitas ini tergolong sangat rendah karena standar nilai OEE untuk perusahaan kelas dunia idealnya adalah 85%. Faktor terbesar yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah performance rate dengan faktor presentase *six big losses* pada *Idling and Minor Stoppages* sebesar 41,08% dari seluruh loss time. Hal yang dilakukan untuk mengantisipasi rendahnya nilai OEE pada mesin Cavitec VD-02 yaitu dengan diadakannya *autonomous maintenance* yang diberikan kepada setiap operator, melakukan *Preventive Maintenance* secara berkala untuk menjaga performansi mesin. Melakukan training bagi operator dan teknisi maintenance serta melakukan pengawasan terhadap operator tentang kebersihan tempat kerja.

Erni Krisnaningsih pada tahun 2015 melakukan penelitian dengan judul “*Usulan Penerapan TPM dalam Rangka Peningkatan Efektifitas Mesin dengan OEE Sebagai Alat Ukur di PT XYZ*”. Tujuan penelitian ini adalah menghitung tingkat efektifitas mesin, faktor-faktor penyebab rendahnya efektifitas, akar masalah yang dihadapi dan usulan penyelesaian yang berhubungan dengan perawatan mesin di PT XYZ. Pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan adalah *Total Productive Maintenance*. Hasil perhitungan OEE dalam penelitian ini adalah 65,43%. Analisa *Six big losses* yang dominan dengan

menggunakan pareto diagram adalah *setup and adjustment losses* sebesar 62,84% dan *reduced speed losses* sebesar 29,18%. Untuk mencari akar permasalahan menggunakan teknik 5 why dan selanjutnya digambarkan dengan *cause and effect diagram*. Permasalahan yang dihadapi oleh PT XYZ adalah faktor pemeliharaan mesin. Pelaksanaan *Autonomous Maintenance* dan *Focused Improvement* diharapkan dapat menyelesaikan masalah tersebut dan meningkatkan efektivitas mesin.

Popy Yuliarty dan Fachrurrozi pada tahun 2015 melakukan penelitian dengan judul “Pemeliharaan Circulating Water Pumps Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Blok 1 PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkit Muara Karang”. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui waktu perbaikan mesin *Circulating Water Pumps* dan mengetahui keandalan mesin *Circulating Water Pumps* pada PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) Unit Pembangkit Muara Karang agar dapat terjaga dengan baik untuk menghindari kerusakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *mean time between failures* (MTBF). Dari analisis diperoleh hasil bahwa perlu dilakukan *service* besar atau perawatan secara besar. Dan berdasarkan hasil analisis dengan nilai MTBF, Z dan standar deviasi waktu overhaul mesin *Circulating water pumps* adalah 1058 jam atau 45 hari adalah waktu turun mesin yang andal yang harus dilakukan *maintenance*.

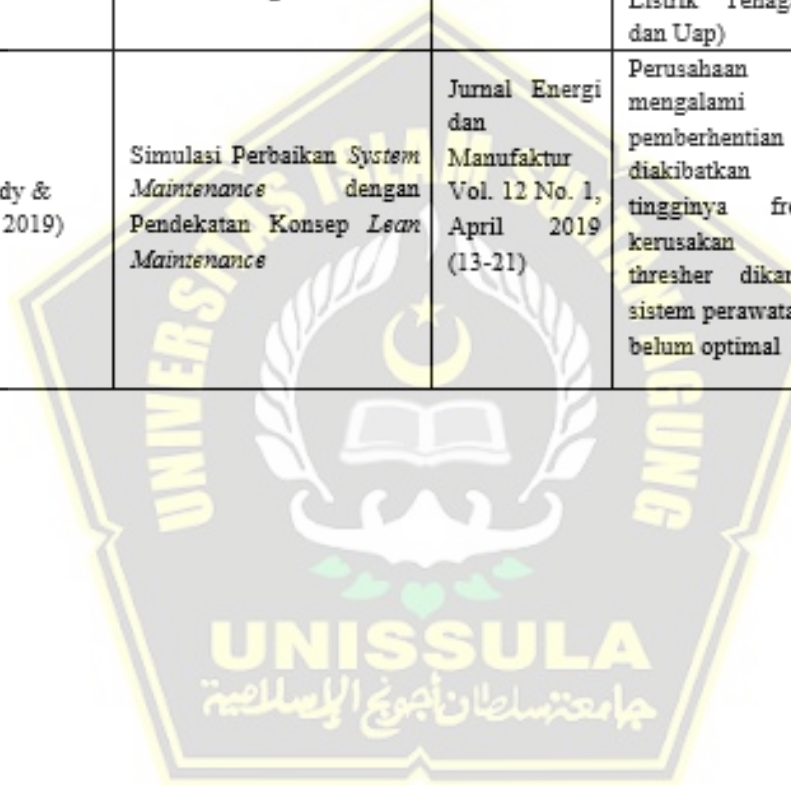
Muhammad Ikhsan Hamdy dan Irfan pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Simulasi Perbaikan *System Maintenance* dengan Pendekatan Konsep *Lean Maintenance*”. Maka dari itu pada penelitian ini akan dilakukan penentuan aktifitas perawatan mesin tresher agar kerusakan pada mesin dapat diminimalisir dengan pendekatan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Dari hasil FMEA terhadap 18 komponen mesin tresher dengan RPN terbesar adalah *Gearbox* dengan nilai 648 poin. Selanjutnya dari hasil RCM dengan aktifitas perawatan *schedule on condition* dan *schedule on restoration task* terdapat 9 komponen. Untuk hasil dari MVSM pada proses penggantian komponen mesin tresher terdapat delay maka dilakukan simulasi arena dan penjadwalan penggantian komponen mesin, maka nilai efisiensi penggantian meningkat untuk komponen *Gearbox* dari 40% naik menjadi 54,26%.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulus

No	Penulis	Judul	Sumber	Masalah	Metode				Solusi
					<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	<i>Lean (MVSM)</i>	<i>Reability</i>	
1	(Dewi, 2015)	Analisis Penerapan <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> Dengan Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> dan <i>Six Big Losses</i> Mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya	Tugas Akhir Teknik Industri Universitas Diponegoro Semarang 2015	PT. Essentra terdapat pada banyaknya breakdown yang terjadi pada mesin Cavitec VD-02 serta kurang maksimalnya jumlah produksi yang menyebabkan kurangnya nilai indeks efektivitas total mesin secara keseluruhan (OEE) pada mesin Cavitec VD-02	√	√			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. autonomous maintenance yang diberikan kepada setiap operator</li> <li>2. Preventive Maintenance secara berkala untuk menjaga performansi mesin</li> <li>3. Melakukan training bagi operator dan teknisi maintenance</li> </ol>
2	(Krisnaningsih, 2015)	Usulan Penerapan TPM Dalam Rangka Peningkatan Efektifitas Mesin Dengan OEE Sebagai Alat Ukur di PT XYZ	Jurnal PROSISKO Vol. 2 No. 2 September 2015	Jumlah output produk yang dihasilkan kurang dari target yang telah ditetapkan yang akhirnya shortage material di pelangga	√	√			Pelaksanaan Autonomous Maintenance dan Focused Improvement diharapkan dapat menyelesaikan masalah tersebut dan meningkatkan efektivitas mesin

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Penulis	Judul	Sumber	Masalah	Metode				Solusi
					<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	<i>Lean (MVSM)</i>	<i>Reability</i>	
3	(Yulianty & Fachrurrozi, 2015)	Pemeliharaan <i>Circulating Water Pumps</i> Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) BLOK 1 PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkit Muara Karang	Jurnal Ilmiah Teknik Industri (2015), Vol. 3 No. 2, 102 – 109	Kerusakan pada sistem Instalasi yang menyebabkan pemutusan tenaga sehingga pasokan listrik pun terputus. PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap)				√	Standar deviasi waktu overhaul mesin <i>Circulating water pumps</i> adalah 1058 jam atau 45 hari adalah waktu turun mesin yang andal yang harus dilakukan maintenance
4	(Hamdy & Irfan, 2019)	Simulasi Perbaikan <i>System Maintenance</i> dengan Pendekatan Konsep <i>Lean Maintenance</i>	Jurnal Energi dan Manufaktur Vol. 12 No. 1, April 2019 (13-21)	Perusahaan sering mengalami pemberhentian yang diakibatkan oleh tingginya frekuensi kerusakan mesin thresher dikarenakan sistem perawatan yang belum optimal				√	aktifitas perawatan <i>schedule on condition</i> dan <i>schedule on restoration task</i> terdapat 9 komponen





Dari beberapa referensi penelitian diatas dapat ambil kesimpulan bahwa penelitian ini akan menggunakan metode OEE dan MVSM untuk mengatasi kegagalan proses akibat proses perbaikan di unit *screen wash pump*.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1 Definisi Perawatan**

Menurut (Gasperz,2003), perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem produksi sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan *output* sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem perawatan juga dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif.

Perawatan juga dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Pada definisi lain perawatan (*maintenance*) didefinisikan sebagai suatu kegiatan merawat fasilitas sehingga fasilitas tersebut berada pada kondisi siap pakai sesuai dengan kebutuhan. Dengan kata lain, perawatan adalah kegiatan dalam rangka mengupayakan fasilitas produksi berada pada kemampuan yang dikehendaki.

Terdapat juga yang mengartikan Perawatan sebagai suatu aktifitas untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian.

Pada dasarnya terdapat dua prinsip utama dalam sistem perawatan yaitu:

1. Menekan periode kerusakan sampai dengan batas minimum dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekonomis.
2. Menghindarkan kerusakan tidak terencana dan kerusakan secara tiba-tiba.

Secara umum perawatan mempunyai tujuan-tujuan yang menurut (A. Corder, 1992):

1. Peluang tercapainya mutu produksi dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan dan pengoprasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimalkan *life time*.
3. Menjaga supaya sistem aman dan mencegah terjadi dan berkembangnya gangguan keamanan.
4. Meminimalkan total biaya produksi secara langsung serta dihubungkan juga dengan perbaikan.
5. Memaksimalkan produksi dari sumber-sumber sistem yang telah ada.
6. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan terhadap proses operasi.
7. Mempersiapkan presonel, fasilitas dan metode perawatannya supaya mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan.

### 2.2.2 Jenis-Jenis Perawatan Peralatan Mesin

(A. Corder, 1992) membagi kegiatan pemeliharaan kedalam dua bentuk, yaitu pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan tak terencana (*unplanned maintenance*) dalam bentuk darurat (*breakdown maintenance*).

Jenis-jenis pemeliharaan mesin antara lain:

#### 1. *First Line Maintenance* (FLM)

FLM (*First Line Maintenance*) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada saat unit/peralatan sedang beroperasi atau siaga (*standby*). FLM adalah semua kegiatan *Corrective maintenance* yang kecil peralatan yang sederhana (kunci inggris, obeng, tang dsb).

Kegiatan FLM merupakan kegiatan *Corrective Action* yang terintegrasi dengan kegiatan *Patrol Check* yang dilakukan oleh operator yang sedang bertugas shift (bukan *day time*) sehingga dengan demikian FLM tidak mencakup kegiatan *Preventive Maintenance*.

Kerja perawatan pencegahan diimplementasikan sebelum kerusakan terjadi. Program perawatan ini ditunjukkan untuk pengurangan kerja perawatan darurat dan kerektif, dengan mendeteksi permasalahan potensial dan penjadwalan tugas perawatan yang akan mencegah penurunan kondisi operasi peralatan (Higgins, 1995).

## 2. *Predictive Maintenance*

Merupakan jenis pemeliharaan yang dilakukan atas dasar hasil diagnosa atau *condition monitoring* serta kajian *failure analysis* berdasarkan timbulnya suatu gejala kerusakan yang dapat diketahui secara dini, sehingga pemeliharaan dapat dilakukan dengan tepat sebelum terjadi kerusakan/kegagalan.

Pelaksanaan *Predictive Maintenance* dilakukan tanpa harus melakukan *shutdown* unit pembangkit. Pelaksanaan *Predictive Maintenance* merupakan kegiatan monitoring secara berkala atas dasar interval waktu, interval operasi atau kriteria tertentu lainnya yang ditetapkan lebih dulu. *Predictive Maintenance* termasuk kategori pemeliharaan terencana jangka pendek.

## 3. *Corrective Maintenance*

Suatu pemeliharaan yang dilakukan untuk mengembalikan (termasuk memperbaiki dan *adjustment*) peralatan yang tak bekerja atau berfungsi sebagaimana mestinya. *Corrective maintenance* dapat dilakukan pada saat peralatan atau mesin sedang beroperasi maupun *strand by* ataupun peralatan sedang tidak beroperasi, tetapi secara keseluruhan Unit Pembangkit tetap beroperasi.

*Corrective Maintenance* juga dapat diartikan sebagai kegiatan pemeliharaan atau perbaikan peralatan yang tidak terjadwal serta dengan cakupan yang tidak terlalu luas dengan kriteria:

- a. Tindakan perbaikan selalu diawali dengan laporan kerusakan/kegagalan pada *Equipment*.
- b. Waktu penanganan yang efektif secara umum (diluar waktu tunggu material atau tunggu *shut down*) tidak lebih dari 2 x 24 jam terutama untuk *equipment* yang bersifat *Vital* serta *Essensial*.
- c. Perbaikan ringan yang dapat langsung ditangani tanpa perlu perencanaan sumber daya baik SDM, Material, dan Waktu Pelaksanaan yang terperinci dan detail disetiap sumbernya.
- d. Perbaikan yang dilakukan pada umumnya tidak sampai pada kegiatan bongkar pasang *equipmen* walaupun sampai dilakukan penggantian spare part.
- e. Tindakan atau perlakuan terhadap spare part hanya bersifat penggantian

dan tidak sampai pada tindakan rekondisi atau modifikasi *part*.

- f. Perbaikan yang dilakukan pada umumnya tidak memerlukan peralatan perbengkelan Mesin / Listrik / Instrument / Sipil maupun teknisi pemeliharaan dengan kualifikasi khusus.

Kerja perawatan korektif dijadwalkan untuk membetulkan permasalahan spesifik yang sudah didefinisikan sebelumnya. Perawatan korektif sebagai bagian dari program perawatan pencegahan yang menyeluruh, merupakan pendekatan sistem perawatan yang proaktif (A. . Corder, 1996)

#### 4. *Emergency maintenance*

Suatu pemeliharaan yang harus segera dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau akibat lain yang lebih serius. Perbedaan utama *Emergency Maintenance* dengan *Corrective Maintenance* terletak pada tingginya dampak terhadap operasional Unit maupun keselamatan kerja dan keselamatan instalasi (*safety*), dimana *Corrective Maintenance* dilakukan saat Unit Pembangkit sedang beroperasi sedang *Emergency Maintenance*.

#### 2.2.3 Definisi Pompa

Pompa merupakan salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui pipa dari satu tempat ke tempat yang lain. Pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu pada pompa sehingga menjadi energi kinetik dan tekanan pada fluida.

#### 2.2.4 *Screen Wash Pump (SWP)*

*Screen Wash Pump* merupakan suatu peralatan di area intake yang berfungsi sebagai *supply sealing Circulating Water Pump* dan sebagai *supply fluida Nozzle Spray Travelling Band Screen (TBS)*



**Gambar 2.1** Screen Wash Pump

**Tabel 2.2** Spesifikasi Screen Wash Pump

<b>SCREEN WASH PUMP (WPIL Limited Manufacture , 22 Ferry Fund Road, Panihati – 700114 ; 24 Parganas (N) ( W.Bengal ) , India</b>	
<i>SL.No</i>	<i>IBE6413</i>
<i>Type</i>	<i>Vertical</i>
<i>Size</i>	<i>660 - 300</i>
<i>Speed</i>	<i>1485</i>
<i>Discharge</i>	<i>592 M3 / h</i>
<i>Head</i>	<i>55.27 Metre</i>
<i>Pump Input</i>	<i>109.5 Kw</i>
<i>Pump Model</i>	<i>HM 16 TC</i>
<i>Temp Design</i>	<i>30 C</i>
<i>Number Of Stages</i>	<i>3</i>
<i>Liquid Pumped</i>	<i>Sea Water</i>

### **2.2.5 Circulating Water Pump (CWP)**

Berfungsi sebagai pompa air laut untuk pendingin ekstraksi steam dari LP turbin di condenser dan pendingin air di *cooling water heat exchanger*.



**Gambar 2.2** *Circulating Water Pump*

**Tabel 2.3** Spesifikasi *Circulating Water Pump*

SPESIFIKASI	DATA PABRIK
Manufacturer	XEMC CHANGSHA – CHINA
Type	Vertical
Capacity (m <sup>3</sup> /h)	25812
Head (m)	18
Fluid	Sea water
Speed (rpm)	425
Motor power (kw)	1800

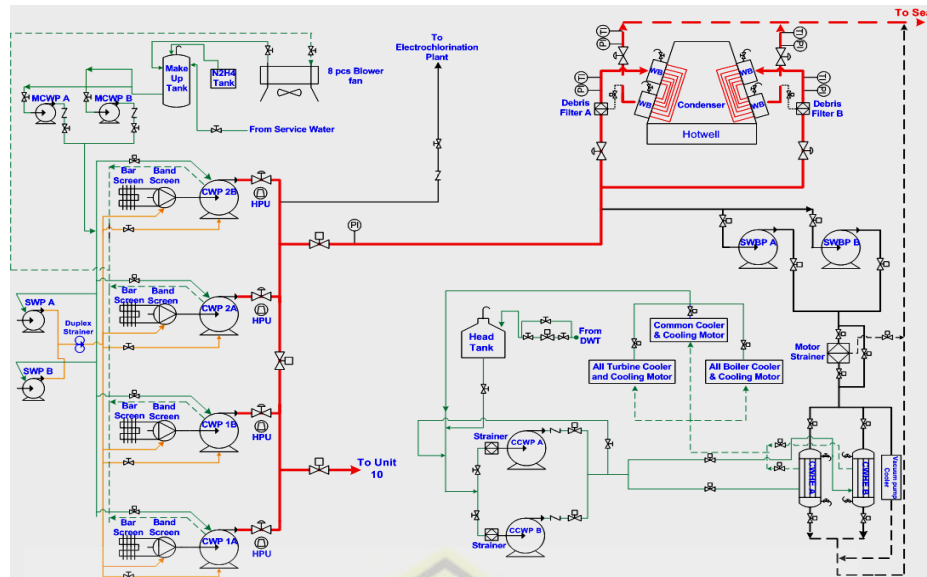
## 2.2.6 Sistem PLTU

### 2.2.6.1 *Cooling System*

Merupakan sistem pendingin yang berfungsi untuk mendinginkan komponen - komponen yang beroperasi pada unit pembangkit sehingga komponen tersebut terhindar dari kerusakan atau kegagalan yang diakibatkan oleh panas yang berlebih (*over heating*).

### 2.2.6.2 *Cooling System PLTU Rembang*

Sistem pendingin menggunakan air laut sebagai sumbernya. Air laut dipompa oleh *Circulating Water Pump* (CWP) yang masing–masing berkapasitas 50% dengan tipe *Centrifugal Pump axial mixed Flow*. Untuk kebutuhan satu unit operasi PLTU diperlukan 2 CWP.



Gambar 2.3 Diagram alir Sistem Pendingin PLTU Rembang

### 2.2.7 Lean

*Lean* adalah suatu metodologi sistematis untuk mengurangi kompleksitas dan melancarkan proses dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi sumber dari pemborosan (*waste*) dalam proses, karena pemborosan bisa mengakibatkan macetnya aliran.

Salah satu *tool* yang sangat efektif di perusahaan *lean* adalah *Value Stream Mapping* (VSM). VSM merupakan *tool* yang digunakan dalam memvisualisasikan atau memetakan suatu sistem yang merepresentasikan aliran proses baik material maupun informasi.

Jika diperhatikan lebih lanjut, dalam setiap kegiatan perawatan tentu terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memberikan nilai tambah. Sehingga, keunikan dari teknik ini adalah untuk mengembangkan VSM dalam kegiatan perawatan yang disebut dengan *Maintenance Value Stream Mapping* (MVSM).

*Maintenance Value Stream Mapping* salah satu *tool* yang menghasilkan *output* berupa jumlah waktu pada seluruh aktivitas perawatan yang didalamnya memiliki aktivitas nilai tambah (*value added*) dan aktivitas tidak memiliki nilai tambah (*non value added*) serta efisiensi perawatan.

#### 2.2.7.1 Variabel yang Digunakan dalam MVSM

*Maintenance Value Stream Mapping* tidak dilakukan pengujian terhadap

dampak dari buruk atau kurangnya strategi perawatan di lantai produksi, melainkan digunakan sebagai alat untuk mengukur keseluruhan waktu aktivitas perawatan. Secara matematis, MMLT dirumuskan dengan persamaan:

$$\text{MMLT} = \text{MTTO} + \text{MTTR} + \text{MTTY}$$

dimana:

MTTO = *Mean Time To Organize* (Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengkoordinasikan tugas-tugas).

MTTR = *Mean Time To Repair* (Rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan aktivitas perawatan mesin atau peralatan).

MTTY = *Mean Time To Yield* (Rata-rata waktu yang diperlukan untuk memastikan bahwa mesin atau peralatan dapat digunakan kembali setelah kegiatan perawatan mesin atau peralatan dilakukan).

Oleh karena itu, *value added time* dan *non value added time* ditunjukkan dengan persamaan:

$$\text{Value added time} = \text{MTTR}$$

$$\text{Non value added time} = \text{MTTO} + \text{MTTY}$$

Efisiensi perawatan dihitung dengan menggunakan persentase dari MMLT Aktual dibandingkan dengan MMLT. Secara matematis:

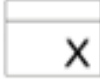
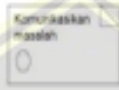



$$\text{Efisiensi Maintenance (\%)} = (\text{MTTR} / \text{MMLT}) \times 100 \%$$

#### **2.2.7.2 Framework yang Digunakan dalam MVSM**

Pada bagian ini akan dijelaskan *framework* (kerangka kerja) yang akan digunakan dalam mengembangkan MVSM, yaitu tujuh kategori kerangka kerja yang merupakan simbol-simbol dari konsep VSM secara umum dan dikembangkan menjadi beberapa simbol baru. Berikut ini adalah uraian terhadap tujuh kategori kerangka kerja yang digunakan dalam MVSM:







Tabel 2.4 Kategori *Framework* dalam MVSM

No	Kategori <i>Framework</i>	Sub-Kategori	Simbol	Nama Simbol	Keterangan	Kategori MMLT
1	<i>Equipment breakdown</i>			<i>Equipment breakdown</i>	Terjadi kerusakan atau perlunya dilakukan perawatan pada satu mesin/ perawatan yang dapat mempengaruhi proses produksi	MMTO, MTR, MTT
2	Proses	Communication		Komunikasi masalah	Operator pengguna Mesin atau peralatan mengkoordinasikan masalah kerusakan ke operator perawatan atau perbaikan	MTTO
		Identifikasi		Identifikasi masalah	Identifikasi hal-hal yang menyebabkan terhentinya mesin/ peralatan yang digunakan	MTTO
				Identifikasi sumber daya	Identifikasi sumber daya yang dibutuhkan dalam melakukan proses perawatan atau perbaikan atau perbaikan, seperti alat-alat (obeng, tang, palu, dll), spare part, operator, dll	MTTO
			Alokasi		Mengalokasikan sumber daya	Mempersiapkan sumber daya yang telah diidentifikasi



Tabel 2.4 Lanjutan

No	Kategori Framework	Sub- Kategori	Simbol	Nama Simbol	Keterangan	Kategori MMLT
2	Proses	Work Order		Mempersiapkan pekerjaan yang akan dilakukan	Menyusun rencana kerja	MTTO
				Pekerjaan perawatan/ perbaikan selesai	Rencana kerja telah disusun	MTTO
		Repair		Melakukan perawatan/ perbaikan	Pelaksanaan perawatan atau perbaikan terhadap mesin/ peralatan	MITR
		Field		Menjalankan mesin/ peralatan setelah diperbaiki	Waktu yang dibutuhkan untuk memastikan bahwa mesin/ peralatan dapat digunakan kembali setelah kegiatan perawatan mesin/ peralatan dilakukan	MTTY
3	Aliran fisik	Panah Maju		Panah maju	Menunjukkan adanya aliran fisik. Dua proses di dalam MVSM dihubungkan dengan panah ini	MTTO, MITR, MTTY
		Panah Turun		Panah turun	Menunjukkan aliran fisik antara equipment breakdown dengan aktivitas pertama dalam MVSM	MTTO
4	Aliran informasi	Manual		Panah lurus	Menunjukkan aliran informasi seperti memo, laporan, atau percakapan. Frekuensi aliran juga dicantumkan di symbol ini.	MTTO, MITR, MTTY

Tabel 2.4 Lanjutan

No	Kategori Framework	Sub- Kategori	Simbol	Nama Simbol	Keterangan	Kategori MMLT
4	Aliran informasi	Elektronik		Panah berkilat	Menggambarkan aliran informasi melalui internet, intranet, Local Area Network (LAN), Wide Area Network (WAN). Frekuensi aliran juga dicantumkan di symbol ini.	MTTO, MTTR, MTTY
5	Kotak data			Kotak data	Kotak data digunakan untuk merekam informasi dari setiap aktivitas perawatan/ perbaikan. Data yang terdapat di dalam kotak ini adalah data waktu setiap aktivitas.	MTTO, MTTR, MTTY
6	Delay	Delay akibat operator yang menggunakan mesin atau peralatan lambat dalam merespon masalah kerusakan		Delay 1	Delay dihitung sejak terjadinya equipment breakdown sampai operator perawatan mendapatkan informasi bahwa terjadi kerusakan (delay terjadi akibat lambatnya operator yang menjalankan mesin/ peralatan dalam merespon masalah kerusakan)	MTTO
		Delay akibat tidak tersedianya komponen		Delay 2	Delay terjadi karena tidak tersedianya komponen yang dibutuhkan meskipun informasi telah diterima oleh operator perawatan.	MTTO

Tabel 2.4 Lanjutan

No	Kategori Framework	Sub- Kategori	Simbol	Nama Simbol	Keterangan	Kategori MMLT
6	Delay	Delay akibat tidak tersedianya operator perawatan (tidak <i>standby</i> di tempat)		Delay 3	Aktivitas perawatan tertunda karena operator perawatan yang tidak berada di tempat pada waktu operator pengguna mesin/ peralatan menyampaikan kondisi <i>equipment breakdown</i>	MTTO, MTTY
7	Timeline			Timeline	Timeline digunakan untuk mencatat informasi tentang <i>value added time</i> (VA time) dan <i>non value added time</i> (NVA time). Pada bagian atas dicatat NVA time dan pada bagian bawah dicatat untuk VA time.	MTTO, MTTR, MTTY

### 2.2.8 Total Productive Maintenance

*Total Productive Maintenance* (TPM) di definisikan sebagai upaya berbasis tim lingkup perusahaan untuk membangun kualitas dan produktivitas kedalam sistem produksi dan meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

(OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan. Hasil dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. *Key Performance Indicator* (KPI) dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan indikator keberhasilan (Vivekprabhu, Karthick, & Kumar, 2014).

#### 1. Tujuan Implementasi

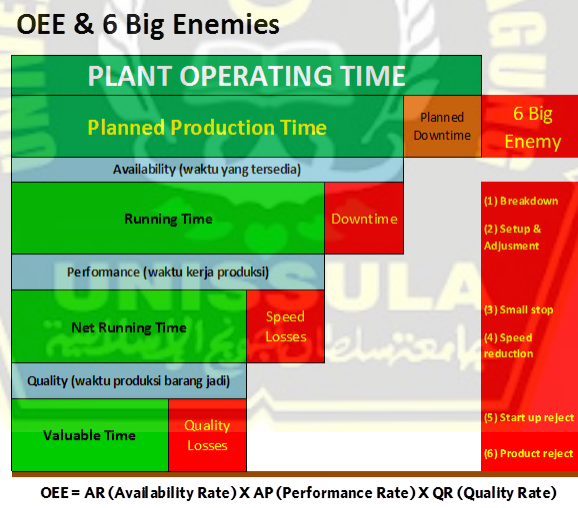
Penggunaan OEE sebagai *performance indicator* dan lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE dapat digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan.

Selain untuk mengetahui performa peralatan, OEE juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk keputusan pembelian peralatan baru.

OEE juga dapat digabungkan dengan metode lain, seperti *Basic quality tools* (seperti *Pareto Analysis*, *Cause-Effect Diagram*) sebagai lanjutan analisa dan rekomendasi perbaikan berdasarkan faktor penyebab menurunnya nilai OEE dapat diketahui.

## 2. Pengukuran Nilai (OEE)

Merupakan nilai efektivitas mesin secara menyeluruh, dimana perhitungan OEE berdasarkan kerugian dari mesin yang berhenti karena kerusakan, mesin harus diperlambat, dan produk yang dihasilkan cacat, atau yang umum disebut dengan enam kerugian besar (*six big losses*). Secara grafis prosedur perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* di gambarkan pada gambar 2.4 dimana perhitungan OEE dan semua fungsinya serta kerugian yang terjadi.



**Gambar 2.4** Overall Equipment Effectiveness

Idealnya parameter OEE tersebut adalah sebagai berikut :

- *Availability* > 90 %
- *Performance Efficiency* > 95 %
- *Quality rate product* > 99 %

Sehingga keberhasilan suatu program TPM adalah jika pencapai nilai OEE nya hingga > 85 %. Adapun bentuk pengukuran terhadap efektivitas suatu mesin memiliki tiga parameter ukur, diantaranya :

a. *Availability*

Merupakan perbandingan antara actual waktu operasi dengan waktu pembebanan. Parameter ini memperhatikan tingkat kesiapan alat yang ada dan yang digunakan untuk beroperasi. Ketersediaan yang rendah merupakan cerminan dari pemeliharaan yang buruk. Secara sederhana dan dasar perhitungan *Availability* atau ketersediaan adalah:

$$Availability = \frac{(Loading\ Time - Downtime\ Machine)}{Loading\ Time}$$

Dimana : *Loading time* : Waktu kerja keseluruhan

*Downtime machine* : Waktu saat *machine* berhenti

b. *Performance*

Efisiensi kinerja menggambarkan kondisi pengoperasian mesin dimana sebuah mesin bisa saja dioperasikan dibawah kapasitas sebenarnya dari mesin tersebut. Pada proses produksi sebuah produk, terdapat output atau standard waktu yang telah ditetapkan oleh bagian production engineering untuk menentukan lamanya waktu dari suatu produk tersebut diproses. Namun dalam pelaksanaannya seringkali mesin dioperasikan dibawah waktu standar atau *output* yang telah ditetapkan .

$$Performance\ Rate = (Total\ proses\ x\ cycle\ time) / (Loading\ time - Downtime)$$

c. *Quality Rate*

Merupakan kemampuan sebuah mesin untuk menghasilkan sejumlah produk yang memenuhi syarat mutu yang telah ditentukan oleh perusahaan. Hal ini tergantung dari kondisi mesin tersebut, apakah siap dipakai atau tidak. Salah satu faktor penunjang adalah kemampuan operator juga memegang peranan yang penting dalam setiap hasil produksi yang dihasilkan oleh mesin tersebut.

$$Quality\ Rate = \frac{Product\ OK}{Total\ Proses}$$

Hasil *quality rate* akan menunjukkan produktivitas sebuah mesin untuk menghasilkan produk yang bermutu. Semakin tinggi produk bermutu yang

dihasilkan, maka semakin kecil pula produk cacat yang dihasilkan dan semakin banyak pula produk baik yang dihasilkan.

OEE biasanya digunakan sebagai *Key Performance Index (KPI)* untuk mengukur tingkat keberhasilan dari usaha *lean manufacturing*. Dalam perhitungan selanjutnya, untuk mengetahui nilai OEE atau efektivitas mesin itu sendiri dapat dihitung dengan cara mengalikan ketiga faktor atau parameters tersebut yang sudah disebutkan diatas yaitu sebagai berikut :

$$OEE \text{ (efektivitas mesin)} = \text{Availability} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate}$$

### 2.3. Hipotesa Awal dan Kerangka Teoritis

#### 2.3.1 Hipotesa

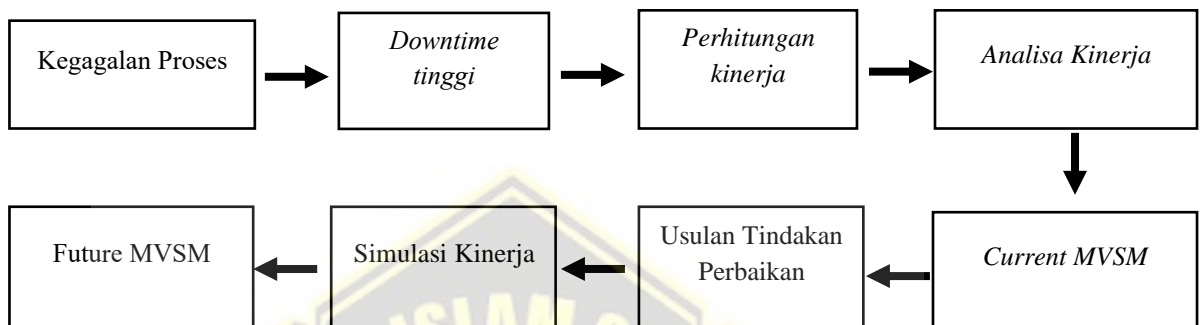
Pada studi literatur seperti penelitian yang dilakukan oleh Nadia Chintya Dewi dan Erni Krisnaningsih pada tahun 2015 tentang menghitung efektivitas dan performansi pada mesin dengan menggunakan metode TPM dan OEE. Kemudian ditahun yang sama Popy Yuliarty dan Fachrurrozi melakukan penelitian tentang pemeliharaan mesin *circulating water pump* menggunakan pendekatan *mean time between failures* (MTBF). Sedangkan Muhammad Ikhsan Hamdy dan Irfan pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan Simulasi Perbaikan *System Maintenance* dengan Pendekatan Konsep *Lean Maintenance* dengan *tool Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)*. Berdasarkan studi literature dan kesamaan antara permasalahan yang terjadi maka peneliti berhipotesa sebagai berikut :

1. Penggunaan OEE untuk mengetahui kinerja dari unit atau mesin *screen wash pump*.
2. Penggunaan MVSM sebagai *tool* untuk mengcover waktu perbaikan yang lama.

Berdasarkan hipotesa diatas dengan kombinasi metode ini diharapkan dapat mengidentifikasi serta dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses. Hal ini karena metode TPM atau OEE untuk mengidentifikasi efektivitas kinerja mesin, serta pendekatan lean (MVSM) untuk mengidentifikasi serta mengeleminiasi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah.

### 2.3.2 Kerangka Teoritis

Dibawah ini merupakan kerangka teoritis untuk penelitian ini :



**Gambar 2.10** Kerangka Teoritis

1. **Kegagalan Proses**  
Pada pengoprasian SWP terjadi vibrasi tinggi sehingga berdampak pada *guide bearing*, *shaft sleeve* aus, *impeller* terkikis sehingga pompa SWP mengalami *downtime* yang lama karena proses perbaikan.
2. **Downtime Tinggi**  
Pada kegagalan proses di *screen wash pump* menyebabkan terjadinya *downtime* pada unit *screen wash pump*.
3. **Perhitungan Kinerja**  
Perhitungan kinerja untuk unit *screen wash pump* menggunakan metode *overall equipment effectiveness*.
4. **Analisa Kinerja**  
Setelah dilakukan pengukuran kinerja maka dianalisa di tiga aspek sebagai parameter perhitungan kinerja mesin yaitu *avalailability rate*, *quality rate* dan *performance rate*. Selanjutnya akan dilihat aspek mana yang menjadi penyumbang nilai yang paling rendah.
5. **Current MVSM**  
Setelah melakukan analisa kinerja, maka akan dibuat *Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)* sebagai identifikasi tahapan proses perbaikan.



6. Usulan Tindakan Perbaikan

Berdasarkan *Current Maintenance Value Stream Mapping* maka akan ditindaklanjuti tahapan proses mana yang mengandung *non value added*.

7. Simulasi Kinerja

Selanjutnya dilakukan simulasi kinerja atas rekomendasi tindakan perbaikan tersebut sehingga akan di compare kinerja sebelum dan sesudah adanya tindakan perbaikan.

8. *Future MVSM*

Terakhir akan dibuat *Future Maintenance Value Stream Mapping* dimana akan menggambarkan perbedaan tahapan proses perbaikan sebelum dan sesudah terjadinya tindakan perbaikan.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan penelitian yang harus ditetapkan dahulu sebelum melakukan pemecahan masalah sehingga penelitian dapat dilakukan dengan terarah, terencana, sistematis dan memudahkan dalam menganalisis permasalahan yang ada.

##### **3.1.1 Objek dan Lokasi Penelitian**

Objek penelitian ini adalah unit *screen wash Pump* di PT UBJOM PLTU Rembang.

##### **3.1.2 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Teknik ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap keadaan sebenarnya yang terjadi didalam perusahaan sesuai dengan permasalahan yang akan diteliti. Pada penelitian ini observasi dilakukan mengenai proses perbaikan pada saat terjadi kegagalan.

2. Wawancara

Teknik pengumpulan data selanjutnya adalah dengan wawancara secara langsung dengan karyawan atau pihak yang berkepentingan. Teknik ini dilakukan untuk memperoleh alur kerja proses pada *screen wash pump* maupun data-data lainnya.

3. Dokumentasi

Teknik yang terakhir adalah dengan cara mengumpulkan data berupa arsip maupun catatan yaitu data *work order*, lama penggantian.

##### **3.1.3 Pengumpulan Data**

Pada tahap pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder.

### 1. Data Primer

Data primer yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu *flow* proses produksi dari unit *screen wash pump*.

### 2. Data Sekunder

Data sekunder yang dapat diperoleh bisa dari literature- literature, buku, catatan historis perusahaan, dan sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

#### 3.1.4 Teknik Analisa Data

Setelah melakukan pengumpulan data maka akan diolah secara manual dengan menggunakan *software excel*. Kemudian data tersebut akan diolah dengan menggunakan metode OEE untuk menghitung efektivitas mesin dan MVSM untuk mengurangi waktu perbaikan pada unit *Screen Wash Pump*..

#### 3.1.5 Interpretasi

Setelah dilakukan analisa data maka akan dilakukan pembahasan terkait hasil olahan atau output perhitungan OEE maupun MVSM kemudian akan dianalisa dan diberikan rekomendasi tindakan perbaikan.

#### 3.1.6 Pengujian Hipotesa

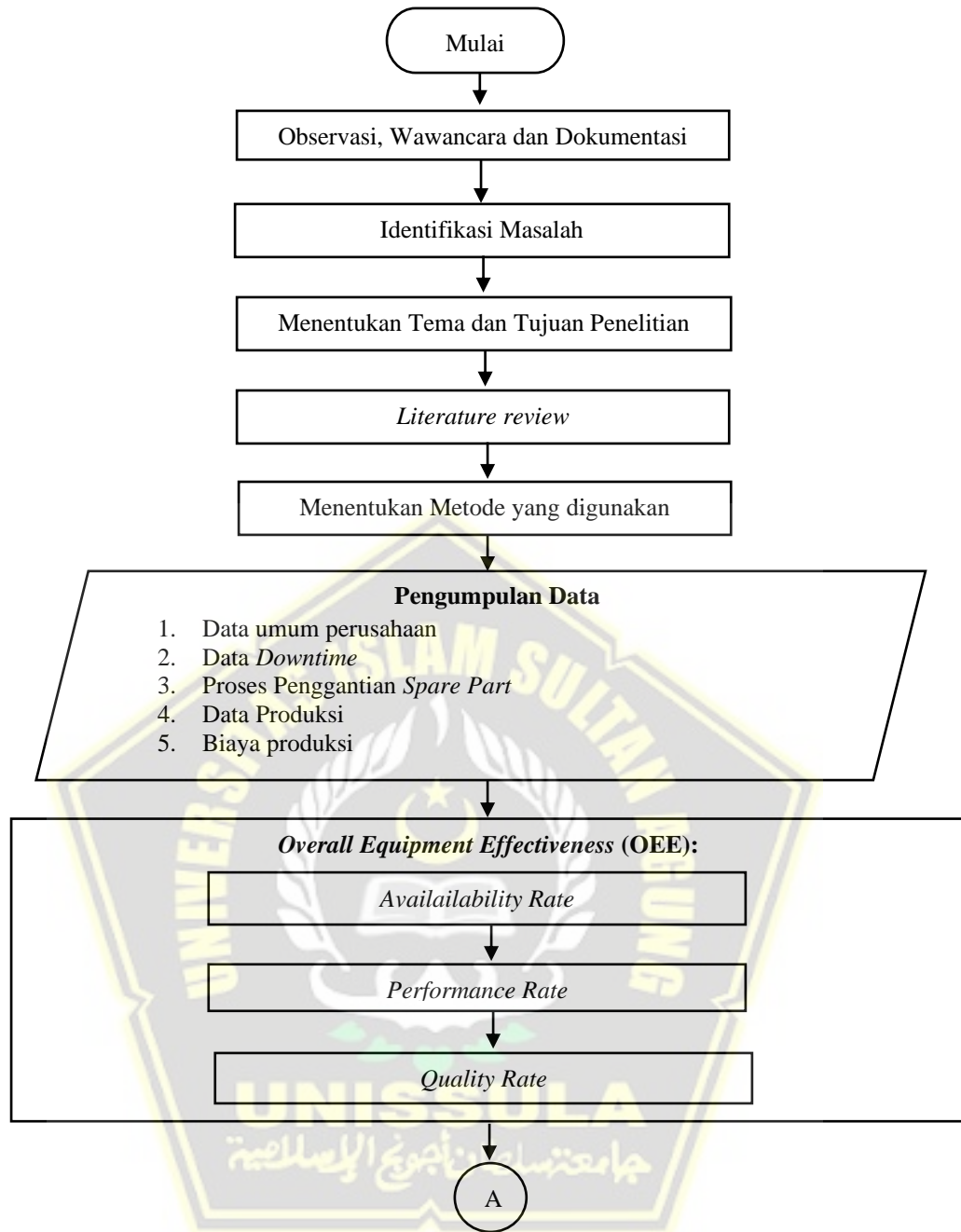
Setelah melakukan analisa data dan pembahasan kemudian akan dilakukan pengujian hipotesis dengan pengujian hipotesis awal yaitu meningkatkan kinerja mesin *screen wash pump*.

#### 3.1.7 Penarikan kesimpulan

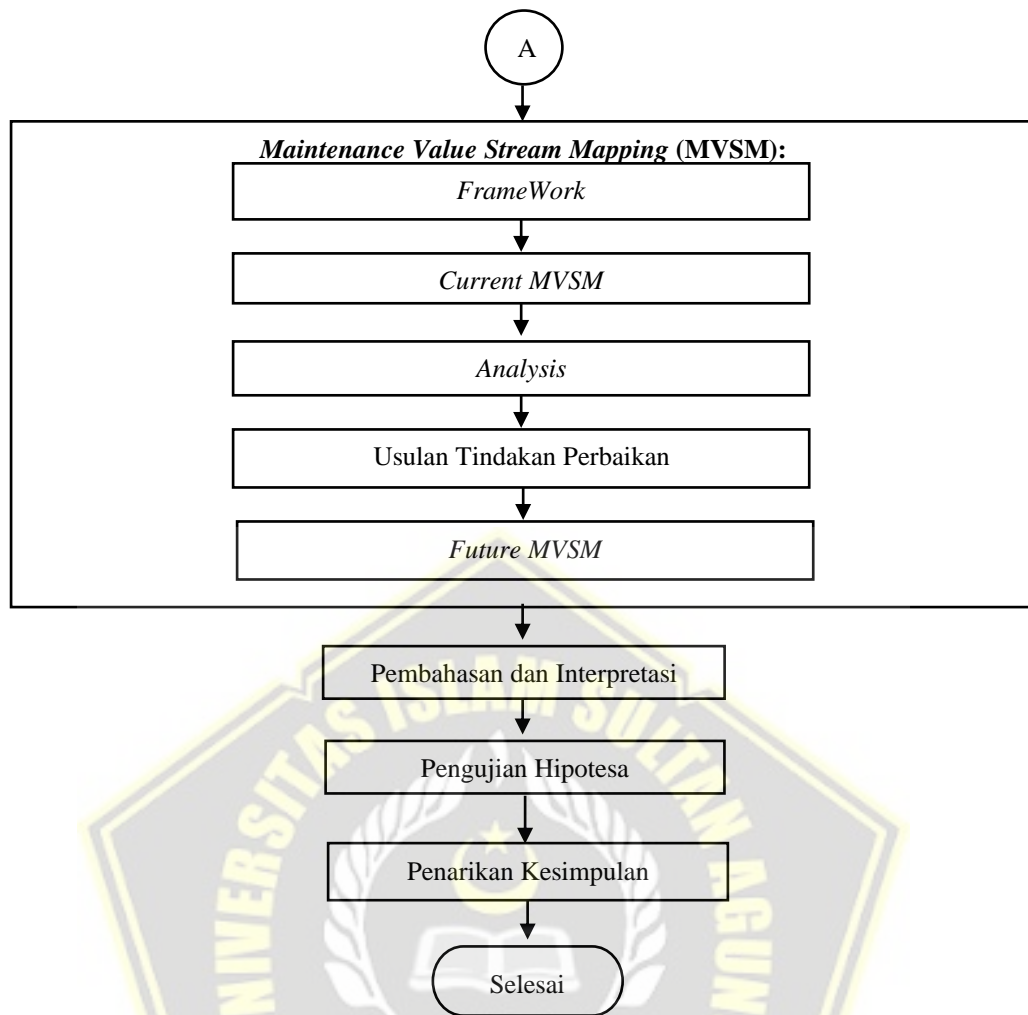
Tahapan ini merupakan hasil akhir dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan dari penelitian ini berupa hasil dari rumusan masalah, yang berisi ringkasan dari hasil pengolahan data dan analisa.

### 3.2 Diagram Alir

Berikut ini metodologi yang digunakan dalam penelitian, yang digambarkan melalui diagram alir dibawah ini:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Metode Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Metode Penelitian (Lanjutan)

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

##### **4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan**

Perkembangan perindustrian dan jasa dalam era sekarang ini semakin pesat sehingga hal tersebut semakin membuat persaingan industri semakin ketat. Dengan adanya hal tersebut, seringkali setiap perusahaan penyedia baik barang maupun jasa berlomba - lomba memenuhi beberapa standar yang menjadi penilaian terhadap kualitas dari hasil produksi maupun jasanya.

Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik nasional PT. PLN mengadakan proyek 10.000 MW dengan membangun PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dengan tenaga batubara di 42 lokasi di Indonesia, meliputi 10 pembangkit listrik dengan kapasitas 6.900 MW di Jawa-Bali dan 32 pembangkit listrik dengan kapasitas keseluruhan 2.252 MW di luar Jawa-Bali.

PT. PJB (Pembangkit Jawa Bali) sebagai rekanan/ mitra dari PT. PLN telah melakukan kerjasama dalam pengembangan tenaga pembangkit. Salah satunya di PLTU Rembang dengan pemilik aset PLTU pihak PT. PLN dan pemilik aset operator adalah PT. PJB, sehingga dikelola oleh cabang dari PT. PJB yaitu PT. PJB UBJ O&M (Unit Bisnis Jasa Operation & Maintenance) Rembang sebagai pengoperasi dan pemelihara PLTU Rembang.

Nama perusahaan adalah “PT. PJB UBJ O&M (Unit Bisnis Jasa *Operation & Maintenance*) Rembang“. Berdasarkan kajian kelayakan, maka PLTU 1 Jawa Tengah, Rembang dibangun di Desa Leran & Desa Trahan, Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang pada koordinat 110 ° - 111 ° 30' BT dan 6 ° 30' - 7 °LS.

Lokasi PLTU berjarak sekitar 137 km dari Semarang ke arah Timur menghadap Laut Jawa serta berjarak sekitar 600 m dari jalan utama pantura Jawa Tengah bagian Timur.



Gambar 4.1 Lokasi Perusahaan

#### 4.1.2 Proses Produksi

Sistem produksi merupakan kumpulan dari subsistem - subsistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. Subsistem - subsistem dari suatu sistem produksi terdiri dari beberapa hal, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan produksi
2. Pengendalian kualitas hasil produksi
3. Penentuan standar - standar operasi
4. Penentuan fasilitas produksi
5. Penentuan harga pokok produksi

Sistem distribusi merupakan proses yang menunjukkan penyaluran barang atau jasa dari produsen kemudian disalurkan ke konsumen. Dalam pembangkit listrik sistem distribusi sangatlah penting karena dengan adanya sistem ini kebutuhan / supplay listrik dapat dilakukan secara merata pada perkotaan maupun pelosok-pelosok negri.

Tujuan dari sistem ini sebagai berikut :

1. Kelangsungan kegiatan produksi dapat terjamin
2. Barang atau jasa hasil produksi dapat bermanfaat bagi konsumen

Kosumen memperoleh barang / jasa dengan mudah



**Gambar 4.2** Proses Produksi PLTU Rembang

#### 4.1.3 Data Produksi

Berikut adalah hasil output dari mesin *Screen Wash Pump* (SWP) output ini berupa satuan Bar, datanya sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Ouput *Screen Wash Pump*

Item	Satuan	2018	2019	2020	2021	Total
HK	Hari	366	365	365	39	1.135
SWP	Bar/Jam/Tahun	70.272	70.080	70.080	7.488	198.852



#### 4.1.4 Data Downtime

Dibawah ini merupakan data *downtime* dari SWP, berikut adalah data *downtimenya* :

**Tabel 4.2** Data Downtime Mesin SWP

<i>Work Order</i>	<i>Description</i>	<i>Actual Start</i>	<i>Actual Finish</i>	<b>Lama (menit)</b>	<b>Lama (hari)</b>
WO96428	SCREEN WASH PUMP A-28D	6/4/2018 8:00	7/4/2018 11:30	1650	1
WO96429	SCREEN WASH PUMP A-28D	15/4/2018 8:00	17/4/2018 11:30	3078	2
WO100215	SCREEN WASH PUMP A-28D	5/1/2018 8:00	5/1/2018 11:30	210	1
WO100216	SCREEN WASH PUMP A-28D	5/7/2018 8:00	5/8/2018 8:30	1470	1
WO103899	SCREEN WASH PUMP A-28D	6/15/2018 13:00	6/18/2018 16:30	4518	3
WO101476	SCREEN WASH PUMP A-28D	6/27/2018 13:00	6/29/2018 16:30	3078	2
WO101477	SCREEN WASH PUMP A-28D	7/12/2018 10:00	7/14/2018 16:00	3240	2
WO102715	SCREEN WASH PUMP A-28D	7/19/2018 10:00	7/20/2018 12:30	1590	1
WO102716	SCREEN WASH PUMP A-28D	8/22/2018 10:00	8/22/2018 06:00	1140	1
WO104994	SCREEN WASH PUMP A-28D	8/28/2018 10:00	8/29/2018 10:30	1470	1
WO104995	SCREEN WASH PUMP A-28D	9/9/2018 9:00	9/11/2018 09:00	2940	2
WO97748	SCREEN WASH PUMP A-28D	9/13/2018 9:00	9/15/2018 10:00	3000	2
WO97749	SCREEN WASH PUMP A-28D	10/19/2018 13:00	10/22/2018 15:30	4470	3
WO106491	SCREEN WASH PUMP A-28D	10/28/2018 13:30	10/30/2018 15:30	3000	2
WO106492	SCREEN WASH PUMP A-28D	11/5/2018 10:00	11/10/2018 12:00	7320	5
WO129230	SCREEN WASH PUMP A-28D	11/13/2018 8:00	11/14/2018 11:00	1620	1
WO130468	SCREEN WASH PUMP A-28D	12/16/2018 23:00	12/17/2018 2:00	1620	1
WO131514	SCREEN WASH PUMP A-28D	12/21/2018 11:00	12/26/2018 12:00	7380	5
WO133849	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/5/2019 8:30	1/8/2019 11:00	4470	3
WO135124	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/14/2019 13:30	1/16/2019 20:00	3270	2
WO132707	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/25/2019 11:00	1/28/2019 12:00	4380	3
WO97748	SCREEN WASH PUMP A-28D	2/8/2019 8:00	2/13/2019 8:00	7200	5
WO104994	SCREEN WASH PUMP A-28D	2/21/2019 8:00	2/24/2019 11:00	3060	2
WO102715	SCREEN WASH PUMP A-28D	3/1/2019 8:00	3/3/2019 11:00	3060	2
WO101476	SCREEN WASH PUMP A-28D	3/9/2019 11:30	3/11/2019 15:00	3090	2
WO100215	SCREEN WASH PUMP A-28D	3/16/2019 9:00	3/19/2019 13:00	4560	3
WO96428	SCREEN WASH PUMP A-28D	3/26/2019 9:00	3/28/2019 11:00	3000	2
WO118606	SCREEN WASH PUMP A-28D	4/3/2019 9:00	4/5/2019 11:00	3000	2
WO8947	SCREEN WASH PUMP A-28D	4/11/2019 10:00	4/13/2019 11:00	2940	2
WO93169	SCREEN WASH PUMP A-28D	4/23/2019 8:00	4/26/2019 11:00	4500	3
WO96429	SCREEN WASH PUMP A-28D	5/6/2019 13:30	5/7/2019 14:00	1470	1
WO100216	SCREEN WASH PUMP A-28D	7/1/2019 9:00	7/2/2019 12:00	1620	1
WO103899	SCREEN WASH PUMP A-28D	8/26/2019 15:00	8/27/2019 16:00	1500	1
WO101477	SCREEN WASH PUMP A-28D	9/24/2019 10:30	9/26/2019 12:00	2970	2
WO104995	SCREEN WASH PUMP A-28D	10/21/2019 10:00	10/22/2019 11:00	1500	1
WO97749	SCREEN WASH PUMP A-28D	11/21/2019 10:30	11/22/2019 12:00	1530	1
WO106492	SCREEN WASH PUMP A-28D	12/16/2019 10:30	12/17/2019 8:00	1290	1

Tabel 4.2 Data Downtime Mesin SWP (Lanjutan)

<i>Work Order</i>	<i>Description</i>	<i>Actual Start</i>	<i>Actual Finish</i>	<i>Lama (menit)</i>	<i>Lama (hari)</i>
WO107778	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/4/2020 9:00	1/6/2020 11:00	3000	2
WO110044	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/14/2020 10:00	1/16/2020 12:00	3000	2
WO112259	SCREEN WASH PUMP A-28D	2/12/2020 10:30	2/15/2020 12:00	4410	3
WO114942	SCREEN WASH PUMP A-28D	3/9/2020 13:00	3/13/2020 14:30	5850	4
WO113654	SCREEN WASH PUMP A-28D	4/7/2020 9:00	4/9/2020 12:00	3060	2
WO116152	SCREEN WASH PUMP A-28D	6/5/2020 10:00	6/7/2020 12:00	3000	2
WO118607	SCREEN WASH PUMP A-28D	6/30/2020 10:00	7/2/2020 12:00	4440	3
WO117413	SCREEN WASH PUMP A-28D	7/26/2020 11:00	7/30/2020 12:00	5820	4
WO119782	SCREEN WASH PUMP A-28D	8/27/2020 14:00	8/28/2020 19:00	1740	1
WO122178	SCREEN WASH PUMP A-28D	9/15/2020 9:00	9/16/2020 12:00	1620	1
WO121029	SCREEN WASH PUMP A-28D	9/25/2020 19:00	9/26/2020 12:00	1020	1
WO125476	SCREEN WASH PUMP A-28D	10/18/2020 9:00	10/20/2020 10:00	3000	2
WO124142	SCREEN WASH PUMP A-28D	11/6/2020 8:00	11/7/2020 13:00	1740	1
WO126804	SCREEN WASH PUMP A-28D	11/14/2020 8:00	11/16/2020 11:00	3060	2
WO128118	SCREEN WASH PUMP A-28D	12/12/2020 9:00	12/15/2020 11:00	4440	3
WO129231	SCREEN WASH PUMP A-28D	12/27/2020 10:00	12/28/2020 16:00	1800	1
WO131515	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/2/2021 13:00	1/5/2021 16:00	4500	3
WO133850	SCREEN WASH PUMP A-28D	1/12/2021 8:30	1/15/2021 16:30	4920	3
WO135125	SCREEN WASH PUMP A-28D	2/6/2021 8:30	2/8/2021 15:30	3300	2
WO132708	SCREEN WASH PUMP A-28D	2/18/2021 15:00	2/19/2021 21:00	1800	1

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Berdasarkan pengumpulan data diatas maka pertama akan diolah untuk menghitung nilai OEE dari mesin SWP tersebut, berikut adalah pengolahannya :

#### 1. Availability Tahun 2018

$$\text{Availability} = \frac{(\text{Loading Time} - \text{Downtime Machine})}{\text{Loading Time}}$$

$$\text{Availability} = \frac{(329.400 - 52.794)}{329.400}$$

$$\text{Availability} = 0,8397 \times 100 = 83,97\%$$

#### 2. Performance Rate Tahun 2018

$$\text{Performance Rate} = (\text{Total proses} \times \text{cycle time}) / (\text{Loading time} - \text{Downtime})$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{(70.272 \times 3,80)}{(329.400 - 52.794)}$$

$$\text{Performance Rate} = 0,9654 \times 100 = 96,54\%$$

### 3. *Quality Rate* Tahun 2018

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Product OK}}{\text{Total Proses}}$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{70.272}{70.272}$$

$$\text{Quality Rate} = 1 \times 100 = 100\%$$

### 4. *Overall Equipment Effectiveness* Tahun 2018

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate}$$

$$\text{OEE} = 83,97\% \times 96,54\% \times 100\%$$

$$\text{OEE} = 81,07\%$$

**Tabel 4.3** Perhitungan OEE SWP Periode 2018 – 2021

Tahun		Satuan	2018	2019	2020	2021	Total
<i>Cycle Time</i>	A	Minute	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
<i>Output</i>	OK	Bar	70.272	70.080	70.080	7.488	217.920
	Reject	Bar	0	0	0	0	0
<b>Total Proses</b>	D	Bar	70.272	70.080	70.080	7.488	217.920
<i>Loading Time</i>	E	Minute	329.400	328.500	328.500	43.200	1.029.600
<i>Downtime</i>	F	Minute	52.794	58.410	51.000	14.520	176.724
<i>Avaibility</i>	G=(E-F)/E		83,97%	82,22%	84,47%	66,39%	82,84%
<i>Performance Rate</i>	H=(A*D)/(E-F)		96,54%	98,60%	95,97%	99,21%	97,09%
<i>Quality Rate</i>	I=(B/D)		100%	100%	100%	100%	100%
<i>OEE</i>	J=G*H*I		81,07%	81,07%	81,07%	65,87%	80,43%

## 4.2.2 *Pembuatan Maintenance Value Stream Mapping*

*Maintenance Value Stream Mapping* adalah metode yang menghasilkan *output* berupa jumlah waktu pada aktivitas perawatan didalamnya memiliki aktivitas bernilai tambah (*value added*) dan aktivitas tidak memiliki nilai tambah (*non value added*) serta efisiensi perawatan. Berikut adalah langkah – langkahnya.

### 4.2.2.1 *Penentuan Framework*

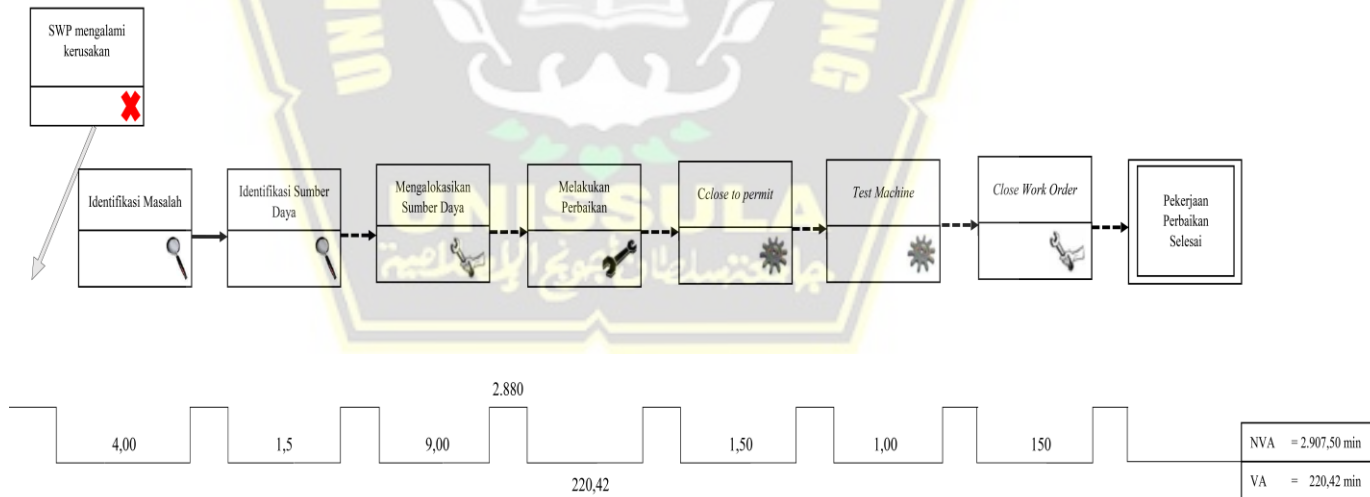
Pembuatan *framework* atau kerangka merupakan tahap pertama dalam pendekatan MVSM, tahapan ini dilakukan guna menentukan gambaran pada *map*. Gambaran inilah yang nantinya akan menghasilkan *current state mapping* dan *future state mapping*. Untuk hasil MVSM ini dapat dijadikan acuan untuk penerapan MVSM pada perbaikan apabila terjadi kerusakan pada mesin SWP yang ada. Berikut adalah rincian kegiatan perbaikannya :

**Tabel 4.4** Kegiatan dan Durasi Waktu Perbaikan Mesin SWP

No	Rincian Kegiatan Penggantian	Durasi (menit)
1	Terbit <i>Work Order</i>	1,50
2	<i>Open Permit to work</i> dan <i>Open Work Order</i>	2,50
3	Identifikasi <i>tool</i> dan material yang akan diganti	1,50
4	Menyiapkan <i>tool</i> yang dibutuhkan	2,50
5	Menunggu material	2880,00
6	Menyiapkan intruksi kerja	3,00
7	Koordinasi dan informasi ke control room sebelum perbaikan	3,50
8	Proses Perbaikan	220,42
9	<i>Close permit to work</i>	1,50
10	<i>Test machine</i>	10,00
11	<i>Close Work order</i>	1,50

**4.2.2.2** Pembuatan *Current State Mapping*

*Current state mapping* merupakan tahap kedua setelah penentuan *framework*. Map ini menggambarkan proses perbaikan secara aktual. Kegiatan ini meliputi aktivitas yang mempunyai nilai tambah (*added value*) dan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah (*non added value*). Dibawah ini adalah *current state mapping* perbaikan mesin SWP, sebagai berikut :



**Gambar 4.3** *Current State Mapping* Perbaikan SWP

Tabel 4.5 Kegiatan Perbaikan SWP

No	Rincian Kegiatan Penggantian	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori Aktivitas
1	Terbit <i>Work Order</i>	1,50	MTTO	NVA
2	<i>Open Permit to work</i> dan <i>Open Work Order</i>	2,50	MTTO	NVA
3	Identifikasi <i>tool</i> dan material yang akan diganti	1,50	MTTO	NVA
4	Menyiapkan <i>tool</i> yang dibutuhkan	2,50	MTTO	NVA
5	Menunggu material	2880,00	MTTO	NVA
6	Menyiapkan intruksi kerja	3,00	MTTO	NVA
7	Koordinasi dan informasi ke control room sebelum perbaikan	3,50	MTTO	NVA
8	Proses Perbaikan	220,42	MTTR	VA
9	<i>Close permit to work</i>	1,50	MTTY	NVA
10	<i>Test machine</i>	10,00	MTTY	NVA
11	<i>Close Work order</i>	1,50	MTTO	NVA
<b>Jumlah (MMLT)</b>		<b>3.127,92</b>		
<b>MTTO</b>		<b>2.896,00</b>		
<b>MTTR</b>		<b>220,42</b>		
<b>MTTY</b>		<b>11,50</b>		

$$\begin{aligned}
 \text{Value added tim} &= \text{MTTR} \\
 &= 220,42 \text{ menit} \\
 &= \frac{\text{VA}}{\text{MMLT}} \times 100 = \frac{220,42}{3.127,92} \times 100 = 7,05\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Non value added time} &= \text{MTTO} + \text{MTTY} \\
 &= 2.896,00 \text{ menit} \\
 &= \frac{\text{NVA}}{\text{MMLT}} \times 100 = \frac{2.896,00}{3.127,92} \times 100 = 92,95\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi perawatan} = \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 = \frac{220,42}{3.127,92} \times 100 = 7,05\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai efisiensi perbaikan sebesar 7,05% dengan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah 2.896,00 dengan presentase 92,95%.

### 4.3 Analisa dan Interpretasi

#### 4.3.1 *Overall Equipment Effectiveness*

Berdasarkan pengolahan data diatas maka dapat dianalisa, Pada tahun 2018 tingkat *availability* 83,97%, kemudian nilai *performance rate* diangka 96,54% serta untuk *quality rate* diangka 100%. Sehingga nilai OEE pada tahun 2018 diangka 81,07% angka ini menunjukkan kategori dibawah *World Class*. Pada tahun 2019 tingkat *availability* 82,22%, kemudian nilai *performance rate* diangka 98,60% serta untuk *quality rate* diangka 100%. Sehingga nilai OEE pada tahun 2019 diangka 81,07% angka ini menunjukkan kategori dibawah *World Class*. Pada tahun 2020 tingkat *availability* 84,47%, kemudian nilai *performance rate* diangka 95,97% serta untuk *quality rate* diangka 100%. Sehingga nilai OEE pada tahun 2020 diangka 81,07% angka ini menunjukkan dibawah kategori *World Class*. Pada tahun 2021 tingkat *availability* 66.39%, kemudian nilai *performance rate* diangka 99.21% serta untuk *quality rate* diangka 100%. Sehingga nilai OEE pada tahun 2021 diangka 65.87% angka ini menunjukkan kategori perlu perbaikan.

Secara keseluruhan periode 2018 sampai 2021 tingkat *availability* 82,84%, kemudian nilai *performance rate* diangka 97,09% serta untuk *quality rate* diangka 100%. Sehingga nilai OEE pada periode 2018 sampai 2021 diangka 80,43% angka ini menunjukkan kategori dibawah *World Class*. Kemudian dilihat pada 4 periode tersebut yang mengalami trend penurunan pada tingkat *availability*, hal ini menjadi *losses* terbesar dan dapat dilakukan tindakan perbaikan terkait *availability* yang mengalami trend penurunan selama periode 2018 sampai 2021.

#### 4.3.2 *Current Maintenance Value Stream Mapping*

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai efisiensi perbaikan sebesar 7,05% dengan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah 2.896,00 dengan presentase 92,95%. Kemudian berdasarkan *mapping* kegiatan penggantian dapat dilihat dengan waktu paling lama dalam kegiatan menunggu *tool* atau *spare part* sebesar 2.880 menit. Hal ini yang harus dilakukan tindakan perbaikan.

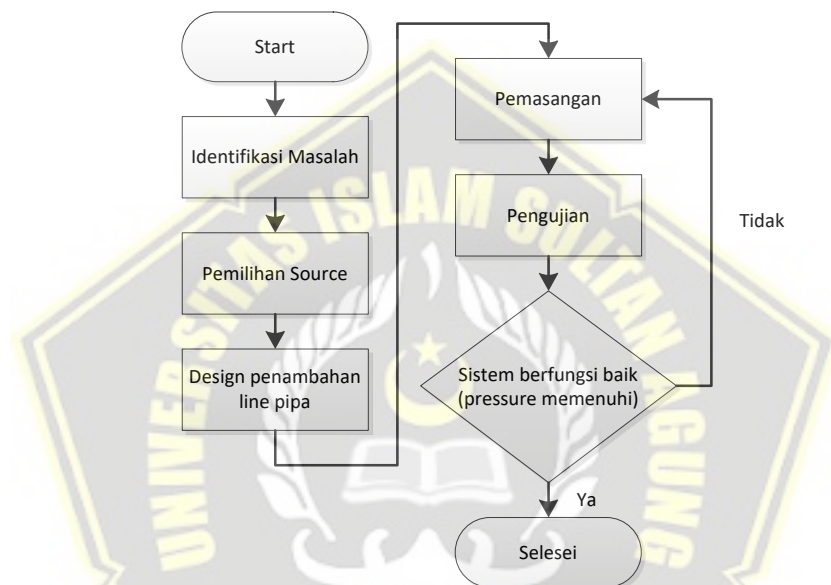
### 4.3.3 Rekomendasi Perbaikan

#### 4.3.3.1 Peningkatan *Availability* dengan Penambahan *Backup Sealing SWP*

Line emergency yang digunakan untuk sealing CWP ketika SWP terjadi kerusakan agar produksi listrik tetap berjalan.

#### A. Identifikasi Permasalahan

Pada saat ini *source sealing* CWP belum terdapat *backup sealing*, sehingga perlu penambahan *source* untuk *sealing* CWP.

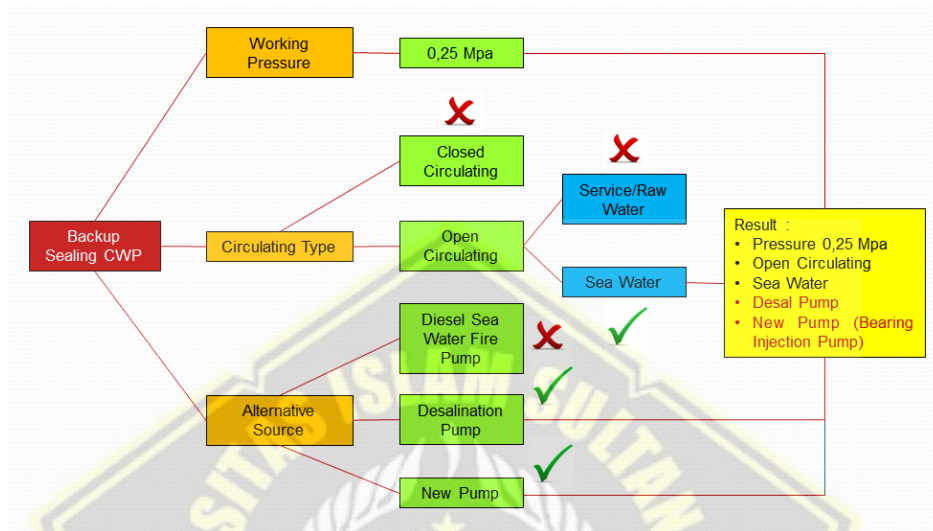


Gambar 4.4 Flowcart Pembahasan Inovasi

#### B. Pemilihan Source

Pemilihan *source backup sealing* CWP berdasarkan 3 *working pressure*, *circulating type*, dan *alternative source*. Pertama berdasarkan *working pressure* pada sealing CWP  $\pm 0.25$  Mpa atau 2.5 Bar. Kedua berdasarkan *circulating type* yang dipilih adalah sistem terbuka (*open circulating*) karena flow sesuai dengan *existing* berupa *sea water*. Sistem tertutup (*close circulating*) tidak di pilih karena bila menggunakan sistem tertutup (*close circulating*) harus menambah sistem heat exchanger sehingga biaya menjadi mahal dan *service raw water* tidak di pilih karena akan merubah desain sealing CWP. Ketiga berdasarkan *alternative source* dipilih yang paling mudah dipasang dan tidak merubah desain *existing* secara signifikan

serta pemilihan *source* yang paling dekat dengan line pipa utama *sealing* CWP yaitu di *Desal pump*. Diesel sea water fire pump tidak di pilih karena menggunakan bahan bakar HSD, hal ini terkait penghematan keuangan. Ketiga pemilihan *source backup* *sealing* CWP tersebut dijelaskan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Proses Pemilihan Source

### C. Perhitungan Pressure Drop

$$\Delta P = P_A - P_B$$

Dimana  $P_B = 2.5$  Bar (pressure sealing CWP)

$$Q = 3 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.00083 \text{ m}^3/\text{s}$$

D pipa : 1.5 inchi = 0.0381 m, panjang = 10 m

: 3 inchi = 1.6002 m, panjang = 31 m

- Kecepatan fluida

$$Q(1.5 \text{ inchi}) = V \times A$$

$$0.00083 \text{ m}^3/\text{s} = V \times (0.381)$$

$$V = 0.021 \text{ m}^3$$

$$Q(3 \text{ inchi}) = V \times A$$

$$0.00083 \text{ m}^3/\text{s} = V \times (1.6002)$$

$$V = 5.18 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$



- Bilangan reynold

$$Re (1.5'') = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0.021 \times 0.0381}{1.05 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{0.02286}{1.05 \times 10^{-6}} = 762$$

$$Re (3'') = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0.000518 \times 1.6002}{1.05 \times 10^{-6}}$$

$$= 789.432$$

$$f = 0.316/Re^{1/4}(1.5'')$$

$$= 0.316/762^{1/4}$$

$$= 0.06$$

$$f = 0.316/Re^{1/4} (3'')$$

$$= 0.316/789.432^{(1/4)}$$

$$= 0.059$$

- Head mayor

$$\Delta P = f \frac{l}{D} \rho \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta P (1.5'') = 0.06 \times \frac{10}{0.0381} \times \frac{1028 \times (0.021)^2}{19.6}$$

$$= 0.36 \text{ Bar}$$

$$\Delta P (3'') = 0.059 \times \frac{31}{1.6002} \times \frac{1028 \times (0.000518)^2}{19.6}$$

$$= 1.6 \times 10^{-6} \text{ Bar}$$

$$\Delta P = 0.36 + 1.6 \times 10^{-6} \text{ Bar} = 0.36 \text{ Bar}$$

- Head minor

$$\Delta P = k \rho \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta P (1.5'') = 0.63 \times \frac{1028 \times 0.6}{19.6}$$

$$= 12228.5 \text{ Pa} = 0.12228 \text{ Bar}$$

$$\Delta P = 0.12238 \text{ Bar}$$

$$\Delta P (3'') = 1.05 \times \frac{1028 \times 0.00041}{19.6}$$

$$= 9.5 \text{ Pa} = 9 \times 10^{-4} \text{ Bar}$$

$$\Delta P \text{ total} = 0.12238 \text{ Bar} + 0.36 \text{ Bar} = 0.48 \text{ Bar}$$

$$PA = PB + \Delta P = 2.5 \text{ Bar} + 0.48 \text{ Bar} = 2.98 \text{ Bar}$$

$$\Delta P = PA - PB = 2.98 - 2.5 = 0.48 \text{ Bar}$$

$$\text{Discharge desal pump} = 5.1 \text{ bar} - 0.48 = 4.62 \text{ Bar}$$

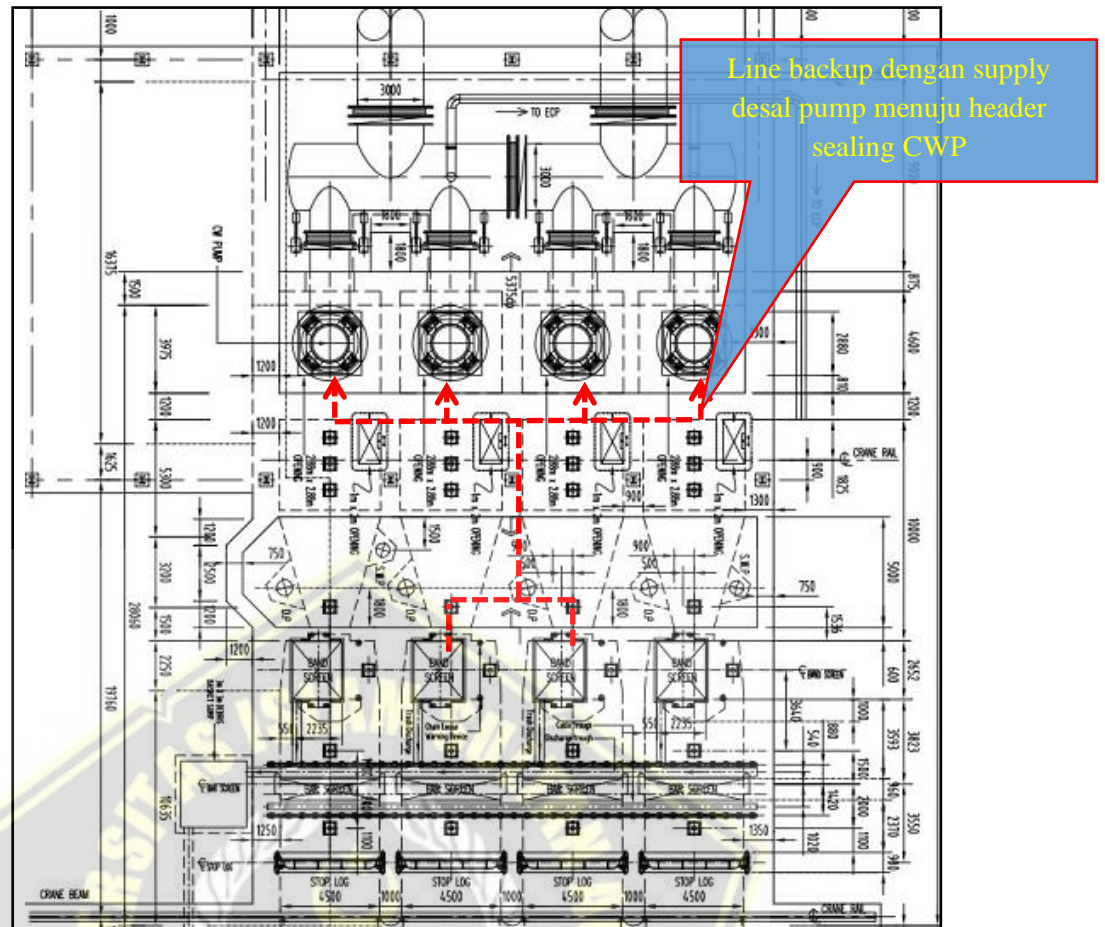
Jadi perhitungan pressure di header sealing CWP = **4.62 Bar** , di mana pressure di header sealing CWP sebesar 4.60 Bar.

#### D. Desain Pemasangan

Source pemasangan sealing dilakukan di *venting Desal Pump* karena tidak merubah secara signifikan dan mudah untuk dilakukan. Pada gambar 8 dan 9 ditunjukkan pengambilan source sealing dari venting desal pump menuju *line existing sealing CWP*. Dan pada gambar 10 ditunjukkan pengambilan *source sealing* dari *venting desal pump* menuju *line existing sealing CWP*.



**Gambar 4.6** Desain Jalur Pipa/Line Emergency Bearing Injection CWP



Gambar 4.7 Skema Pengambilan Source Dari Venting Desal Pump

### E. Manfaat Finansial

Dengan penambahan *backup supply sealing circulating water pump* diharapkan akan semakin meningkatkan keandalan kinerja. Estimasi biaya yang diperlukan dalam modifikasi ini adalah:

Tabel 4.6 Estimasi Biaya Modifikasi

No.	Kebutuhan Material	Jumlah	Harga (Rp)	Total
1	Pipa stainless (1 ½ Inchi)	10 meter	Rp. 739.200 (per meter)	Rp. 1.256.700
2	Pipa stainless (3 inchi)	31 meter	Rp. 1.874.600 (per meter)	Rp. 9.747.920
3	Check valve 1 ½ inchi	2 pcs	Rp. 400.000	Rp. 800.000
4	Tee Flange 1 ½ inchi	2 pcs	Rp. 1.053.000	Rp. 2.106.000
5	Gate Valve 3 inchi	2 pcs	Rp. 3.500.000	Rp. 7.000.000
6	Gate valve ½ Inchi	1 pcs	Rp. 520.000	Rp. 520.000
7	Pressure gauge (0-10 Bar)	1 pcs	Rp. 768.650	Rp. 768.650
8	Elbow 90° 1 ½ Inchi	6 pcs	Rp. 139.000	Rp. 834.000

9	Elbow 90° 3 Inchi	1 pcs	Rp. 490.950	Rp. 490.950
10	T Joint 3 Inchi	3 pcs	Rp. 545.200	Rp. 1.635.600
11	Flange 3 Inchi	4 pcs	Rp. 95.000	Rp. 380.000
12	Flange 1 ½ inchi	4 pcs	Rp. 60.000	Rp. 240.000
13	2 Valve manifold	1 pcs	Rp. 5.989.500	Rp. 5.989.500
14	Mur baut ring	70 pcs	Rp. 13.000	Rp. 910.000
15	Pipa reduser (3 in x 1 ½ in)	2 pcs	Rp. 400.000	Rp. 800.000
16	Biaya pemasangan			Rp. 9.803.796
	Total			Rp. 43.283.116
	Total (PPN 10%)			Rp. 47.611.427

Penambahan *backup supply sealing circulating water pump* ini terbuka peluang potensi berkurangnya *loss opportunity* unit trip akibat kerusakan CWP yaitu:

- a) Potensial kerusakan 1 unit CWP

Berdasarkan riwayat kerusakan pernah dilakukan penggantian 1 unit CWP dengan harga Rp. 9.000.000.000 (pada saat komisioning).

- b) Potensial *loss* akibat trip unit

Pada saat unit trip akibat kerusakan CWP di asumsikan butuh waktu 8 jam melakukan pengecekan dan unit beroperasi sampai pada beban penuh 300MW, maka dapat di asumsikan *loss opportunity* nya adalah:

$$300\text{MW} \times 8 \text{ hours}$$

$$300\text{MW} = 300.000\text{Kwh} \times 8\text{h}$$

$$= 2.400.000\text{kwh}$$

$$\text{Jika } 1\text{kwh} = \text{Rp } 790$$

$$\text{Maka} = 2.400.000 \text{ kwh} \times \text{Rp. } 790 = \text{Rp. } 1.896.000.000 \times 2 \text{ (2 unit trip)}$$

$$= \text{Rp.}3.792.000.000$$

Total *Loss oportunity* berdasarkan kedua asumsi di atas diperoleh:

$$= 3.792.000.000 + 9.000.000.000$$

$$= \text{Rp. } 12.792.000.000$$

Maka diperoleh keuntungan Selisih Jumlah yang menjadi *Cost Saving implementasi* modifikasi seperti tabel dibawah ini:

**Tabel 4.7** Selisih Jumlah Cost Saving

Biaya Melakukan Modifikasi	Biaya
Penambahan <i>backup supply sealing circulating water pump</i>	Rp 47.611.427
Kerugian	
Biaya Penggantian 1 unit CWP	Rp. 9.000.000.000
Unit mengalami trip	Rp. 3.792.000.000
Total	Rp. 12.792.000.000
Selisih Jumlah yang menjadi Cost Saving implementasi modifikasi ECP	Rp. 12.744.388.573

## F. Manfaat Non Finansial

Dalam hal ini penambahan *backup supply sealing circulating water pump* memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. *Supply sealing* CWP tetap handal meskipun salah satu SWP mengalami gangguan ataupun saat unit *overhaul*.
2. Meningkatnya keandalan unit pembangkit.
3. Target kinerja unit yg telah ditetapkan dapat tercapai.

## G. Analisa Risiko




Potensi kerusakan *guide bearing* pada CWP dilevel risiko pada kategori sangat besar (kemungkinan terjadi 1 tahun sekali) di *inherent risk* bila tidak ada tindakan pencegahan. Sehingga perlu tindakan pencegahan berupa Penambahan *backup supply sealing circulating water pump* dibuat guna untuk *emergency line sealing* utama yakni *screen wash pump* tidak ready. Dengan tindakan pencegahan tersebut akan berdampak bagi level risiko yang akan menurun pada *Residual Risk* (Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu 5 tahun) seperti pada tabel 4 dan gambar 14.

Tabel 4.8 Identifikasi Analisa Risiko

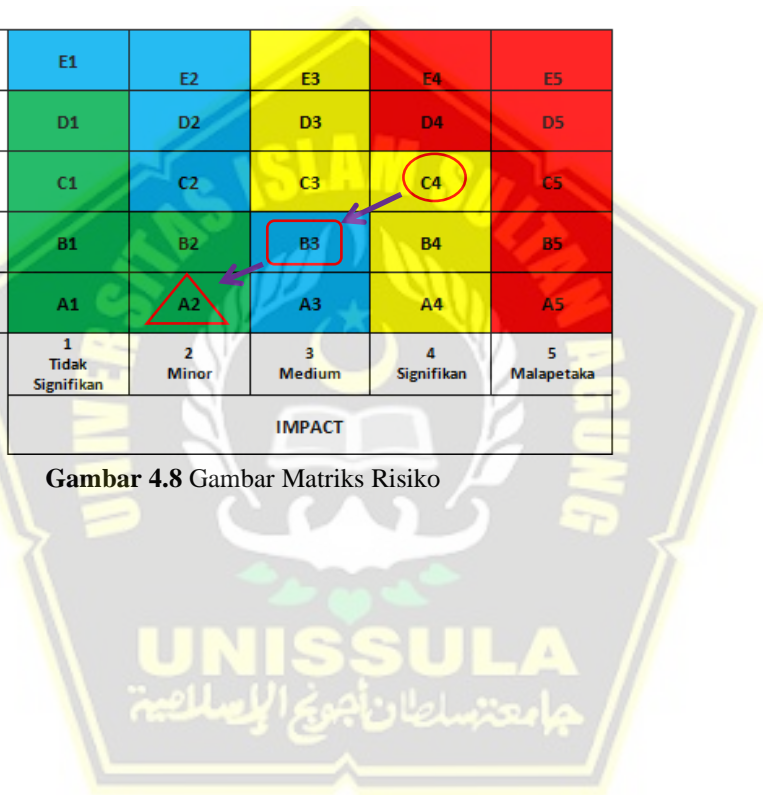
No	SASARAN / FOKUS	IDENTIFIKASI ANALISA RISIKO					LEVEL RISIKO	KONTROL	LEVEL RISIKO
		NO	RISIKO	DESKRIPSI RISIKO	PENYEBAB	DAMPAK			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Mencegah Kerusakan CWP	1	Inhenren	Vibrasi guide bearing CWP tinggi	Supply water pressure kurang maksimal	Kerusakan CWP	C4	1. Melakukan Penambahan <i>backup supply sealing circulating water pump</i> . 2. Pengecekan vibrasi oleh CBM setiap 1 minggu sekali.	B3
		2	Residual	penurunan pressure sealing CWP	<i>Pressure drop</i>	Kegagalan suplai pressure ke sealing CWP	B3	Monitoring kondisi peralatan.	A2

POSSIBILITY	E Sangat Besar	E1	E2	E3	E4	E5
	D Besar	D1	D2	D3	D4	D5
	C Sedang	C1	C2	C3	C4	C5
	B Kecil	B1	B2	B3	B4	B5
	A Sangat Kecil	A1	A2	A3	A4	A5
		1 Tidak Signifikan	2 Minor	3 Medium	4 Signifikan	5 Malapetaka
		IMPACT				

Keterangan Gambar:

-  = Sebelum modifikasi (Inheren Risk).
-  = Setelah modifikasi.
-  = Melakukan Monitoring kondisi peralatan (Residual Risk).

Gambar 4.8 Gambar Matriks Risiko



#### 4.3.3.2 Melakukan Manajemen Spare Part

Pada pemetaan *current MVSM* dapat dilihat bahwa kegiatan Non Added value 92,95%, dengan kegiatan menunggu *tool atau spare part* menjadi pareto yang terbesar dengan waktu 2.880 menit. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan menggunakan manajemen spare part disisi lain dengan adanya penambahan *back up sealing SWP* diatas juga dapat mengcover kegiatan *Non Added Value*. Rekomendasi yang dilakukan adalah :

1. Penentuan jumlah spare part untuk critical part
2. Menerapkan waktu pemesanan berulang

Waktu pesan = Interval waktu kerusakan - (Lead time kedatangan Spare + Total Waktu Perbaikan)

Adanya rekomendasi perbaikan diatas diharapkan dapat mengcover waktu perbaikan sehingga mesin seolah-olah running secara continuous.

Dari data diatas di peroleh usulan perhitungan ROP dan EOQ sebagai berikut:

1. Jumlah total kebutuhan part  
D = 126 pcs
2. Persediaan cadangan 50%, maka diperoleh Z dengan tabel normal sebesar 0
3. Biaya pemesanan sekali pesan

$$S = \frac{\text{Total biaya pemesanan}}{\text{Frekuensi pemesanan}} = \frac{693.000.000}{18} = \text{Rp. } 38.500.00,-$$

4. Biaya simpan

$$H = \frac{\text{Total biaya penyimpanan}}{\text{Total kebutuhan part}} = \frac{440.000}{126} = \text{Rp. } 3.492,-$$

5. Kuantitas pemesanan

$$q = \frac{\text{Kebutuhan part}}{\text{Frekuensi pemesanan}} = \frac{126}{18} = 7 \text{ pcs}$$

- Perhitungan OEQ sebagai berikut

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 126 \times 38.500.000}{3.492}} = 28$$

- Perhitungan *Standart Deviasi* sebagai berikut

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-x')^2}{H}} = \sqrt{\frac{441}{9}} = 7 \text{ pcs}$$

- Perhitungan *Safety stock* sebagai berikut

$$SS = SD \times Z = 7 \times 0 = 7 \text{ pcs}$$

- Perhitungan ROP sebagai berikut

Sebelumnya kita cari dahulu *leadtime* per pcs:

$$\begin{aligned} \text{Leadtime} &= \text{waktu pemesanan} \times q \\ &= 2 \text{ hari} \times 7 \text{ pcs} = 14 \text{ pcs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= \text{leadtime} + \text{safety stock} \\ &= 14 \text{ pcs} + 7 \text{ pcs} = 21 \text{ pcs} \end{aligned}$$

#### 4.3.4 *Future Overall Equipment Effectiveness dan Maintenance Value Stream mapping*

##### 4.3.4.1 Simulasi *Overall Equipment Effectiveness*

Berdasarkan berdasarkan rekomendasi tindakan perbaikan diatas maka, *downtime* yang terjadi dianggap menjadi *output* sehingga *downtime* bernilai nol, kemudian data yang disimulasikan menggunakan data tahun 2018. Dibawah ini adalah simulasi perhitungan nilai OEE dari mesin SWP tersebut, berikut adalah pengolahannya :

##### 1. *Availability*

$$\text{Availability} = \frac{(\text{Loading Time} - \text{Downtime Machine})}{\text{Loading Time}}$$

$$\text{Availability} = \frac{(329.400 - 0)}{329.400}$$

$$\text{Availability} = 1 \times 100 = 100\%$$

##### 2. *Performance Rate*

$$\text{Performance Rate} = \frac{(\text{Total proses} \times \text{cycle time})}{(\text{Loading time} - \text{Downtime})}$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{(73.792 \times 3,8)}{(329.400 - 0)}$$



$$\text{Performance Rate} = 0,8510 \times 100 = 85,10\%$$

### 3. Quality Rate

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Product OK}}{\text{Total Proses}}$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{73.792}{73.792}$$

$$\text{Quality Rate} = 1 \times 100 = 100\%$$

### 4. Overall Equipment Effectiveness

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate}$$

$$\text{OEE} = 100\% \times 85,10\% \times 100\%$$

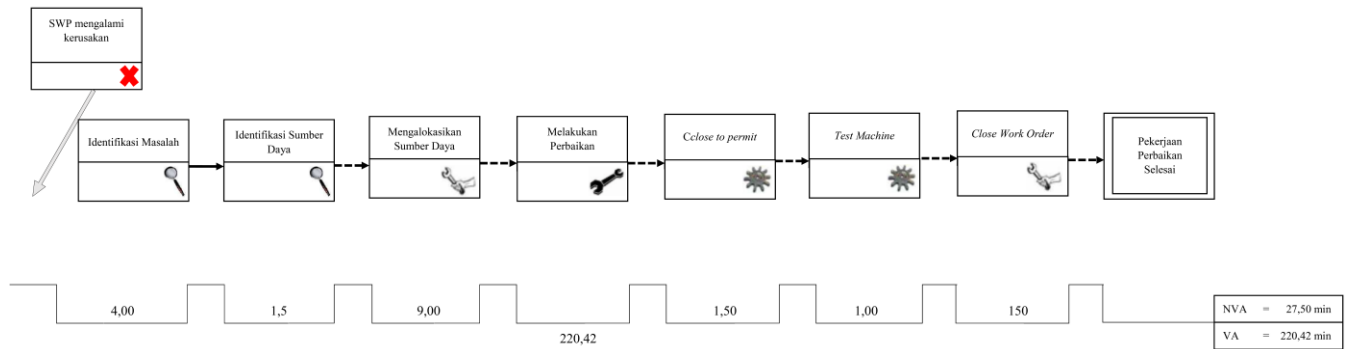
$$\text{OEE} = 85,10\%$$

**Tabel 4.9** Simulasi Perhitungan OEE SWP Setelah Tindakan Perbaikan

Tahun		Satuan	Future
<i>Cycle Time</i>		A	Minute
	A		3,8
<i>Output</i>	<b>OK</b>	B	Bar
	<b>Reject</b>	C	Bar
	B		73.792
	C		0
<b>Total Proses</b>		D	Bar
	D		73.792
<i>Loading Time</i>		E	Minute
	E		329.400
<i>Downtime</i>		F	Minute
	F		-
<i>Avaibility</i>		G=(E-F)/E	
	G		100,00%
<i>Performance Rate</i>		H=(A*D)/(E-F)	
	H		85,10%
<i>Quality Rate</i>		I=(B/D)	
	I		100%
<b>OEE</b>		J=G*H*I	
	J		85,10%

#### 4.3.4.2 Future Maintenance Value Stream Mapping

*Future state mapping* merupakan pemetaan proses perbaikan secara aktual setelah dilakukan rekomendasi tindakan perbaikan. Kegiatan ini meliputi aktivitas yang mempunyai nilai tambah (*added value*) dan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah (*non added value*). Dibawah ini adalah *future state mapping* perbaikan mesin SWP, sebagai berikut :



**Gambar 4.9** Future State Mapping Perbaikan SWP

**Tabel 4.10** Kegiatan Perbaikan SWP setelah Perbaikan

No	Rincian Kegiatan Penggantian	Durasi (menit)	Kategori MMLT	Kategori Aktivitas
1	Terbit <i>Work Order</i>	1,50	MTTO	NVA
2	<i>Open Permit to work</i> dan <i>Open Work Order</i>	2,50	MTTO	NVA
3	Identifikasi <i>tool</i> dan material yang akan diganti	1,50	MTTO	NVA
4	Menyiapkan <i>tool</i> dan material yang dibutuhkan	2,50	MTTO	NVA
5	Menyiapkan intruksi kerja	3,00	MTTO	NVA
6	Koordinasi dan informasi ke control room sebelum perbaikan	3,50	MTTO	NVA
7	Proses Perbaikan	220,42	MTTR	VA
8	<i>Close permit to work</i>	1,50	MTTY	NVA
9	<i>Test machine</i>	10,00	MTTY	NVA
10	<i>Close Work order</i>	1,50	MTTO	NVA
<b>Jumlah (MMLT)</b>		<b>247,92</b>		
<b>MTTO</b>		<b>16,00</b>		
<b>MTTR</b>		<b>220,42</b>		
<b>MTTY</b>		<b>11,50</b>		

$$\begin{aligned}
 \text{Value added time} &= \text{MTTR} \\
 &= 220,42 \text{ menit} \\
 &= \frac{\text{VA}}{\text{MMLT}} \times 100 = \frac{220,42}{247,92} \times 100 = 88,91\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Non value added time} &= \text{MTTO} + \text{MTTY} \\
 &= 27,50 \text{ menit} \\
 &= \frac{\text{NVA}}{\text{MMLT}} \times 100 = \frac{27,50}{247,92} \times 100 = 11,09\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi perawatan} = \frac{\text{MTTR}}{\text{MMLT}} \times 100 = \frac{220,42}{247,92} \times 100 = 88,91\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan nilai efisiensi perbaikan sebesar 88,91% dengan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah 27,50 menit dengan presentase 11,09%.

#### 4.4 Pengujian Hipotesa

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas maka, hipotesa awal teruji, dibawah ini adalah penjelasannya :

1. Penggunaan OEE untuk mengetahui kinerja dari unit atau mesin *screen wash pump*

Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil pengolahan diatas menunjukkan nilai OEE secara total periode 2018-2021 adalah 80,43% dimana *losses* terbesar pada parameter *availability*.

2. Penggunaan MVSM sebagai *tool* untuk mengcover waktu perbaikan yang lama

Berdasarkan *current maintenance value stream mapping* diawal dapat diidentifikasi kegiatan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk mereduksi bahkan mengeleminasi kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah, dalam penelitian ini adalah menunggu *tool* atau spare part yang menjadi aktivitas tidak bernilai tambah dengan pareto terbesar.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Kinerja SWP pada periode 2018 sampai 2021 diangka 80,43% angka ini menunjukkan kategori dibawah *World Class*. Dan mengalami trend penurunan pada tingkat *availability* karena proses perbaikan, hal ini disebabkan karena menunggu sparepart yang lama.
2. Pada *Current Maintenance Value Stream Mapping* didapatkan nilai efisiensi perbaikan sebesar 7,05% dengan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah 2.896,00 dengan presentase 92,95%. Kemudian berdasarkan mapping kegiatan penggantian dapat dilihat dengan waktu paling lama dalam kegiatan menunggu *tool* atau spare part sebesar 2.880 menit. Hal ini yang harus dilakukan tindakan perbaikan.
3. Rekomendasi tindakan perbaikan adalah dengan melakukan penambahan *backup sealing* SWP untuk mengcover waktu kerusakan sehingga masih tetap running. Kemudian untuk diaktivas perbaikan dengan melakukan manajemen *spare part* sehingga pada saat waktu terjadi kerusakan *spare part ready* dan hanya *plug and play*.
4. Pada simulasi perhitungan setelah dilakukan tindakan perbaikan, maka nilai *Future Maintenance Value Stream Mapping* didapatkan peningkatan nilai efisiensi perbaikan menjadi 88,91% dengan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah 27,50 menit dengan presentase 11,09%. Sedangkan untuk nilai OEE setelah perbaikan juga mengalami peningkatan menjadi 85,10%.

#### 5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan terkait penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian lebih lanjut dapat melakukan perhitungan interval atau kehandalan *spare part* setelah dapat dikurang aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah.
2. Rekomendasi perbaikan yang diberikan sebaiknya diterapkan oleh perusahaan, hal ini karena berdasarkan analisa dan simulasi menunjukkan proses lebih efisien sehingga keuntungan yang akan lebih maksimal.

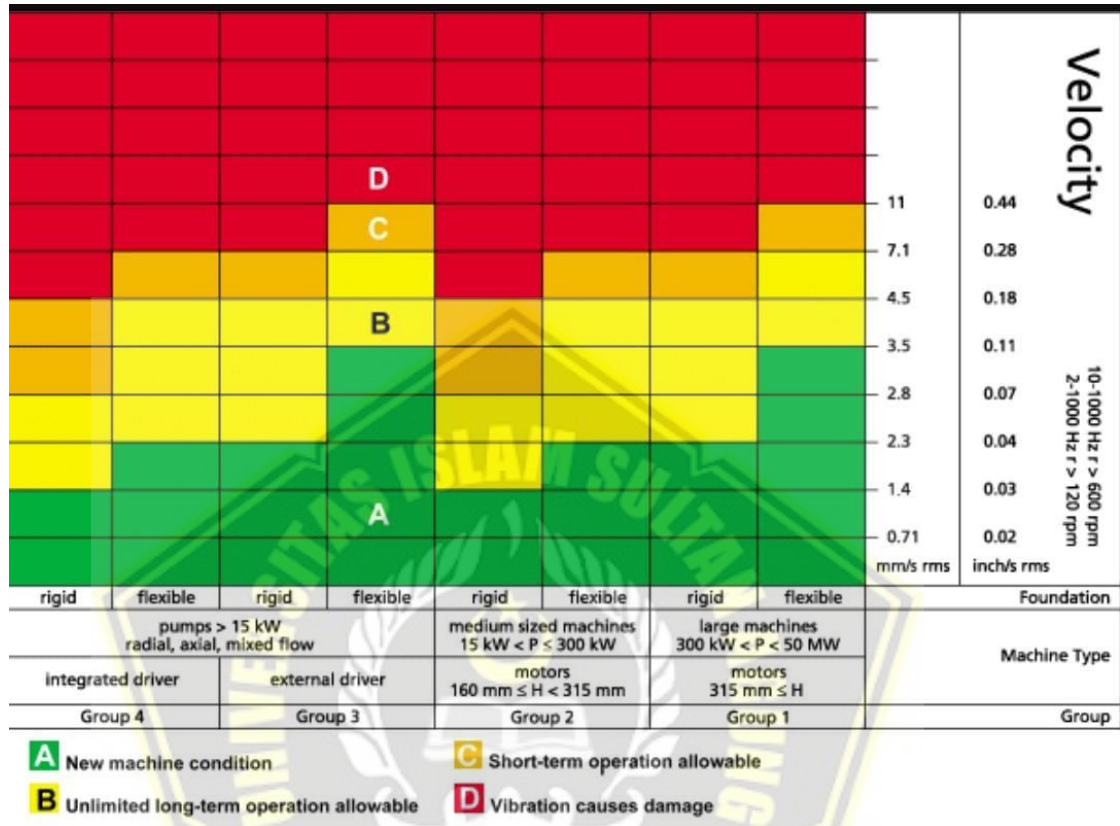


## DAFTAR PUSTAKA

- Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Corder, A. . (1996). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- CWP Operating Manual Book, PLTU 1 Jawa Tengah.
- Dewi, N. C. (2015). *Analisis Penerapan Total Productive Maintenance ( TPM ) Dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) Dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT . Essentra Surabaya*.
- Gasperz, V. (2003). *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Hamdy, M. I., & Irfan. (2019). Simulasi Perbaikan System Maintenance dengan Pendekatan Konsep Lean Maintenance. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 12(1).
- Higgins, J. M. (1995). How Effective Innovative Companies Operate — Lessons from Japanese Strategy. *Creativity and innovation management*, 4(2), 110–119. Diambil dari <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.1995.tb00211.x>
- Krisnaningsih, E. (2015). Usulan penerapan tpm dalam rangka peningkatan efektifitas mesin dengan oee sebagai alat ukur di pt xyz. *PROSISKO*, 2(2).
- Turbine Maintenance and Operating Manual Book Division D, PLTU 1 Jawa Tengah, CFPP 2x (300-400 MW) : Cooling Water and Auxiliary Equipment.
- Vivekprabhu, M., Karthick, R., & Kumar, G. S. (2014). Optimization of Overall Equipment Effectiveness in A Manufacturing System. *International Journal of Inovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(3).
- Yuliarty, P., & Fachrurrozi. (2015). *Pemeliharaan Circulating Water Pumps Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Blok 1 PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkit Muara Karang*. 3(2), 102–109.

LAMPIRAN

TABEL ISO 10816



## TABEL RESIKO

DAMPAK	KATEGORI/ PARAMETER RISIKO K3L				KEMUNGKINAN				
	K3/ Critical Asset	K3/ Kesehatan Aset	K3/ Kesehatan Jiwa	Lingkungan	A	B	C	D	E
					Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
					-Probabilitas <10%	-Probabilitas 10% - 30%	-Probabilitas >30% - <70%	-Probabilitas 70%-90%	-Probabilitas >90%
					-Hampir dapat dipastikan tidak akan terjadi	-Kemungkinan kecil akan terjadi	-Kemungkinan sama antara akan terjadi dan tidak terjadi	-Kemungkinan besar akan terjadi	-Hampir dapat dipastikan akan terjadi
					-Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu 5 tahun	-Tidak pernah terjadi dalam rentang waktu antara 2 dan 4 tahun	-Terjadi 1 kali dalam rentang waktu 1 tahun terakhir	-Terjadi 2 sampai dan 12 kali dalam rentang waktu 1 tahun	-Terjadi >12 kali dalam rentang waktu 1 tahun
1	Tidak Signifikan Kerusakan critical asset hanya membutuhkan perbaikan minor, atau beberapa hari	Tidak Signifikan Kerusakan aset dapat diperbaiki dengan FLM dan PM.	Tidak Signifikan Tdk ada korban jiwa.	Tidak Signifikan 1. Tdk ada teguran dari KLH. 2. Terjadi pencemaran lingkungan namun masih dalam ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan dapat diatasi segera.	A1	B1	C1	D1	E1
2	Minor Kerusakan critical asset hanya membutuhkan perbaikan hingga 1 bulan	Minor Kerusakan aset ringan	Minor Korban luka ringan (rawat jalan)	Minor 1. Teguran dari KLH. 2. Terjadi pencemaran lingkungan namun masih dalam ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan dapat diatasi <1 bulan.	A2	B2	C2	D2	E2
3	Medium Kerusakan critical asset hanya membutuhkan perbaikan hingga 3 bulan	Medium Kerusakan aset sedang	Medium Korban luka sedang (rawat inap)	Medium 1. Peringatan keras dari KLH. 2. Terjadi pencemaran lingkungan di luar ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan dapat diatasi > 1 bulan.	A3	B3	C3	D3	E3
4	Signifikan Kerusakan critical asset hanya membutuhkan perbaikan hingga 3-6 bulan	Signifikan Aset rusak berat, perlu perbaikan.	Signifikan Korban luka berat/ cacat permanen.	Signifikan 1. Denda/ pembatasan operasional dari KLH 2. Terjadi pencemaran lingkungan di luar ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan bersifat permanen, tdk dapat diatasi segera.	A4	B4	C4	D4	E4
5	Malapetaka Kerusakan critical asset hanya membutuhkan perbaikan > 6 bulan atau penggantian.	Malapetaka Aset rusak berat, tdk dapat digunakan lagi	Malapetaka Korban jiwa.	Malapetaka 1. Penutupan lokasi, atau pemindahan oleh KLH. 2. Terjadi pencemaran lingkungan di luar ambang batas KLH dan dampak terhadap lingkungan bersifat permanen, tdk dapat diatasi.	A5	B5	C5	D5	E5

