

TUGAS AKHIR - TM184730

**EVALUASI KINERJA SISTEM PEMELIHARAAN
TURNAROUND DENGAN METODE LEAN
MAINTENANCE DAN MAINTENANCE SCORECARD
(Studi Kasus *Plant Thermal Oil Heater 3 PT. XYZ*)**

Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan

NRP 02111840000176

Dosen Pembimbing

Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

NIP 198604012015041001

Program Studi Teknik Mesin

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - TM184730

**EVALUASI KINERJA SISTEM PEMELIHARAAN
TURNAROUND DENGAN METODE LEAN
MAINTENANCE DAN MAINTENANCE SCORECARD
(Studi Kasus *Plant Thermal Oil Heater 3 PT. XYZ*)**

Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan

NRP 02111840000176

Dosen Pembimbing

Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

NIP 198604012015041001

Program Studi Teknik Mesin

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



FINAL PROJECT - TM184730

**TURNAROUND MAINTENANCE SYSTEM
PERFORMANCE EVALUATION WITH LEAN
MAINTENANCE METHOD AND MAINTENANCE
SCORECARD**

(Case Study of Thermal Oil Heater 3 Plant PT. XYZ)

Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan

NRP 02111840000176

Advisor

Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

NIP 198604012015041001

Study Program of Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

APPROVAL SHEET

TURNAROUND MAINTENANCE SYSTEM PERFORMANCE EVALUATION WITH LEAN MAINTENANCE AND MAINTENANCE SCORECARD METHODS (Case Study of Thermal Oil Heater Plant 3)

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a Bachelor degree at
Undergraduate Study Program of Mechanical Engineering
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **FRANS ELYALDI MARDOHAR NAINGGOLAN**
NRP. 02111840000176

Approved by Final Project Examiner Team:

- | | | |
|--------------------------------------|--|----------|
| 1. Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T. |  | Advisor |
| 2. Dinny Harnany, ST. M.Sc |  | Examiner |
| 3. Dr. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc |  | Examiner |



SURABAYA
July, 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan/ 02111840000176
Program studi : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing / NIP : Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T./ 198604012015041001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Kinerja Sistem Pemeliharaan *Turnaround* dengan Metode *Lean Maintenance* dan *Maintenance Scorecard* (Studi Kasus Plant *Thermal Oil Heater* 3 PT. XYZ)” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 29 Juli 2022

Mengetahui
Dosen Pembimbing



Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.
NIP. 198604012015041001

Mahasiswa



Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan
NRP. 02111840000176

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan / 02111840000176
Department : Mechanical Engineering
Advisor / NIP : Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T. / 198604012015041001

Hereby declare that Final Project with the title of “Turnaround Maintenance System Performance Evaluation with Lean Maintenance Method and Maintenance Scorecard (Case Study of Thermal Oil Heater Factory Compartment 3 PT. XYZ)” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Acknowledge
Supervisor



Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.
NIP. 198604012015041001

Surabaya, 29 July 2022

Student



Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan
NRP. 02111840000176

ABSTRAK

EVALUASI KINERJA SISTEM PEMELIHARAAN *TURNAROUND* DENGAN METODE *LEAN MAINTENANCE* DAN *MAINTENANCE SCORECARD* (Studi Kasus *Plant Thermal Oil Heater 3 PT. XYZ*)

Nama Mahasiswa / NRP : Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan / 02112040000130
Departemen : Teknik Mesin FTIRS - ITS
Dosen Pembimbing : Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

Abstrak

Perencanaan pemeliharaan memerlukan data solid yang sebagian besar diperoleh dengan mengumpulkan informasi tentang operasi terkait. Informasi teknis pada kinerja pemeliharaan membantu perusahaan mengetahui apa yang terjadi di industri secara keseluruhan. Pemeliharaan merupakan aktivitas kompleks dan memiliki interaksi dengan seluruh proses kerja. *Turnaround* adalah salah satu aktivitas pemeliharaan yang menyebabkan *downtime* terjadwal sehingga berakibat pada *loss production* yang tinggi. Kinerja sistem pemeliharaan atau *maintenance* perlu memiliki evaluasi yang komprehensif dan memiliki indikator penilaian sehingga memaksa adanya *continuous improvement*. Penelitian ini dilakukan pada industri pengolahan *oleochemical* dengan objek penelitian pabrik *Thermal Oil Heater 3* di salah satu perusahaan pengolahan terbesar di Indonesia. Permasalahan berulang dalam setiap pelaksanaan aktivitas pemeliharaan *Turnaround* dalam tiga tahun terakhir, ketidaksesuaian durasi pelaksanaan dari perencanaan awal, serta jumlah pemeliharaan tidak terencana menjadi dasar penulis untuk melakukan studi kasus pada pabrik *Thermal Oil Heater 3*.

Evaluasi umum aktivitas pemeliharaan secara teknis dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan aktivitas sistem pemeliharaan di pabrik ini. Perancangan pengukuran objektif yang ingin dicapai oleh perusahaan pada pabrik terkait dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Maintenance Scorecard*. Hasil perancangan yang telah didapatkan berupa KPI akan digunakan untuk melakukan penilaian dari aktivitas *Turnaround 3* tahun terakhir dimulai dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2021. Hasil penilaian dan evaluasi umum menjadi dasar konsiderasi pada analisa lanjutan dengan pendekatan *lean maintenance* untuk mendukung sistem pemeliharaan dengan penelusuran akar permasalahan menggunakan *root cause analysis 5 why* sehingga menghasilkan solusi perbaikan dari identifikasi *seven waste* dalam aktivitas pemeliharaan *Turnaround* dalam durasi tersebut.

Hasil dari penelitian ini adalah indikator penilaian kinerja *Turnaround* dan pemborosan atau *waste* yang mempengaruhi aktivitas *Turnaround* periode 2019-2021. Hasil perancangan pengukuran kinerja menggunakan *Maintenance Scorecard* didapatkan dalam bentuk 12 KPI dari penetapan objektif 6 perspektif. Perspektif utama yang menjadi konsentrasi perusahaan adalah perspektif produktivitas, perspektif kualitas, dan perspektif keselamatan. Jenis pemborosan utama yang didapatkan adalah *defects*, *overproduction*, dan *transportation*. Solusi perbaikan dari 3 pemborosan utama yang didapatkan adalah rekomendasi pelaksanaan fabrikasi komponen cadangan, persiapan dokumen teknis sebagai fasilitas aktivitas *Turnaround*, prosedur inspeksi, dan rekomendasi instruksi kerja dalam pelaksanaan pemeliharaan pada *critical equipment Thermal Oil Heater 3* berupa *Induced Draft Fan (ID Fan)*.

Kata kunci: *Waste, Thermal Oil Heater, Maintenance Scorecard, KPI.*

ABSTRACT

TURNAROUND MAINTENANCE SYSTEM PERFORMANCE EVALUATION WITH LEAN MAINTENANCE METHOD AND MAINTENANCE SCORECARD (Case Study of Thermal Oil Heater 3 Plant PT. XYZ)

Student Name / NRP : Frans Elyaldi Mardohar Nainggolan / 02112040000130
Department : Teknik Mesin FTIRS - ITS
Advisor : Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

Abstract

Maintenance planning requires solid data that is mostly obtained by collecting information on related operations. Technical information on maintenance performance helps companies know what is happening in the industry as a whole. Maintenance is a complex activity and has interactions with all work processes. Turnaround is one of the maintenance activities that causes scheduled downtime resulting in high loss of production. The performance of the maintenance system needs to have a comprehensive evaluation and have assessment indicators so as to force continuous improvement. This research was conducted in the oleochemical processing industry with the object of research at the Thermal Oil Heater 3 plant in one of the largest processing companies in Indonesia. Recurring problems in each implementation of Turnaround maintenance activities in the last three years, discrepancies in the duration of implementation from the initial planning, and the amount of unplanned maintenance became the basis for the author to conduct a case study at the Thermal Oil Heater 3 plant.

A general evaluation of maintenance activities is technically carried out to improve and increase maintenance system activities at this plant. The design of objective measurements that the company wants to achieve at related plants is carried out using the Maintenance Scorecard approach. The design results that have been obtained in the form of KPIs will be used to assess the Turnaround activities for the last 3 years starting from 2019 to 2021. The results of general assessment and evaluation become the basis for consideration in further analysis with a lean maintenance approach to support the maintenance system by tracing the root of the problem using root cause analysis 5 why so as to produce an improvement solution from the identification of seven wastes in Turnaround maintenance activities within that duration.

The results of this study are indicators of Turnaround performance assessment and waste or waste that affects Turnaround activities for the 2019-2021 period. The results of designing performance measurements using the Maintenance Scorecard are obtained in the form of 12 KPIs from the objective setting of 6 perspectives. The main perspectives that the company concentrates on are productivity perspective, quality perspective, and safety perspective. The main types of waste obtained are defects, overproduction, and transportation. The improvement solutions from the 3 main wastes obtained are recommendations for the implementation of spare component fabrication, preparation of technical documents as a Turnaround activity facility, inspection procedures, and recommendations for work instructions in carrying out maintenance on critical equipment Thermal Oil Heater 3 in the form of Induced Draft Fan (ID Fan).

Keywords: *Waste, Thermal Oil Heater, Maintenance Scorecard, KPI.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan menyusun laporan tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Kinerja Sistem Pemeliharaan *Turnaround* dengan metode *Lean Maintenance* dan *Maintenance Scorecard* (Studi Kasus Pabrik *Thermal Oil Heater 3*)”.

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu bentuk aplikasi dari teori yang telah didapatkan di bangku kuliah yang selanjutnya diharapkan dapat menjadi bekal ilmu yang bermanfaat di dunia kerja. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi strata satu dan memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan motivasi yang kuat dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, keselamatan, dan berkat hidup.
2. Keluarga tercinta atas semua doa, dukungan, dan kasih sayang selama ini.
3. Bapak Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
4. Segenap dosen Teknik Mesin ITS atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menuntut ilmu di Teknik Mesin.
5. Angkatan M61 yang telah berbagi pengalaman, bantuan, dan suka-duka selama menuntut ilmu di Teknik Mesin ITS.
6. Rekan-rekan ParBang group, Cangskuy group, Strike squad, dan Vernalta yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat serta persahabatan yang erat.
7. Keluarga besar Cakradewa ITS Team dan Anargya ITS EV Team sebagai tempat belajar, meraih gelar juara, dan bekerja sama untuk kebanggaan institut.
8. Fadhillah dan Daffa yang telah menemani masa sulit selama mengerjakan tugas akhir ini bersama.

Akhir kata penulis mohon maaf apabila dalam penulisan laporan ini terdapat kata dan kalimat yang salah. Saran dan kritik penulis terima dengan hati yang lapang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat pada seluruh pembaca.

Surabaya, 01 Juli 2022



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	4
2.2 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	5
2.2.1 Konsep Pemeliharaan	5
2.2.2 Tujuan Pemeliharaan	6
2.2.3 Jenis – Jenis Pemeliharaan	7
2.2.4 Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan <i>Maintenance</i>	8
2.2.5 Manajemen Pemeliharaan	9
2.2.6 <i>Turnaround</i>	10
2.3 Konsep <i>Lean Manufacturing</i>	11
2.3.1 Konsep <i>Value Added</i>	11
2.3.2 Konsep <i>Seven Waste</i>	11
2.4 <i>Lean Maintenance</i>	12
2.5 <i>Root Cause Analysis</i>	13
2.5.1 Langkah – Langkah Pelaksanaan <i>Root Cause Analysis</i>	13
2.5.2 Jenis – Jenis <i>Root Cause Analysis</i>	15
2.6 <i>Maintenance Scorecard</i>	15

2.7	<i>Key Performance Indicator (KPI)</i>	16
BAB 3	METODOLOGI	18
3.1	Diagram Alir Penelitian	18
3.2	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.2.1	Survey Pendahuluan	19
3.2.2	Rumusan Masalah	19
3.2.3	Studi Lapangan.....	20
3.2.4	Studi Literatur	20
3.2.5	Pengumpulan Data	20
3.2.6	Perancangan <i>Maintenance Scorecard</i> Aktivitas <i>Turnaround</i> kompartemen <i>Thermal Oil Heater 3 Plant</i>	20
3.2.7	Evaluasi Umum Sistem Pemeliharaan <i>Turnaround</i> kompartemen <i>Thermal Oil Heater 3 Plant</i>	22
3.2.8	Evaluasi Sistem Pemeliharaan dengan Pendekatan <i>Lean Maintenance</i>	22
3.2.9	Rekomendasi Pelaksanaan Aktivitas <i>Turnaround</i> pabrik <i>Thermal Oil Heater 3</i>	22
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	23
4.1	<i>Thermal Oil Heater 3 Plant</i>	23
4.2	Sistem Pengukuran Aktivitas Pemeliharaan <i>Turnaround</i> saat ini.....	25
4.3	Analisa Data Pengukuran Aktivitas <i>Turnaround</i> dengan <i>Maintenance Scorecard</i>	26
4.3.1	Pemetaan Objektif dan penentuan <i>Key Performance Indicator</i> Pada <i>Maintenance Scorecard</i>	26
4.3.2	Pembobotan <i>Key Performance Indicator (KPI)</i> untuk masing-masing perspektif	27
4.4	Pengukuran Ketercapaian KPI <i>Maintenance Scorecard</i> pada <i>Turnaround</i> 2019-2021	28
4.4.1	Perhitungan KPI pada Perspektif Produktivitas	29
4.4.2	Perhitungan KPI pada Perspektif Kualitas	30
4.4.3	Perhitungan KPI pada Perspektif Keselamatan.....	32
4.5	Analisa Pelaksanaan Aktivitas <i>Turnaround</i> tahun 2019	32
4.6	Analisa Pelaksanaan Aktivitas <i>Turnaround</i> tahun 2020	34
4.7	Analisa Pelaksanaan Aktivitas <i>Turnaround</i> tahun 2021	36
4.8	Perbandingan Aktivitas <i>Turnaround</i> pada tahun 2019 – 2021.....	39
4.9	Rekapitulasi Permasalahan pada Pelaksanaan Aktivitas <i>Turnaround</i> TOH 3 ...	40
4.10	Analisa Data Aktivitas <i>Turnaround</i> dengan <i>Lean Maintenance</i>	41

4.10.1	<i>Lean Assessment</i>	41
4.11	Rekomendasi Aktivitas <i>Turnaround Thermal Oil Heater 3</i>	47
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	1
BIODATA PENULIS	5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perbandingan waktu pelaksanaan Turnaround TOH #3	1
Gambar 1.2 Jumlah Unplanned Maintenance TOH #3 dan durasi pekerjaan.....	2
Gambar 2.1 Standar Proses Turnaround Maintenance (www.mesitechmitra.co.id).....	11
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	19
Gambar 3.2 Perspektif Maintenance Scorecard (D. Mather, 2005).....	21
Gambar 4.1 Diagram Ilustrasi P&ID Thermal Oil Heater	23
Gambar 4.2 Diagram Furnace Boiler pada Thermal Oil Heater (m.xinliboiler.com).....	24
Gambar 4.4 KPI Rasio Kesesuaian Jadwal	29
Gambar 4.5 KPI Jumlah Pekerjaan Tertunda	30
Gambar 4.6 KPI Unit Availability	31
Gambar 4.7 KPI Frekuensi breakdown.....	31

DAFTAR TABEL

Table 4.1	Aktivitas Pemeliharaan pada Thermal Oil Heater 3	24
Table 4.2	Matrix Pembobotan Rancangan Maintenance Scorecard	27
Table 4.3	Hasil Pembobotan Setiap Perspektif Maintenance Scorecard	28
Table 4.4	Perhitungan KPI pada Perspektif Produktivitas.....	29
Table 4.5	Perhitungan KPI pada Perspektif Kualitas.....	30
Table 4.6	Timeline Work Order Turnaround 2019.....	32
Table 4.7	Aktivitas Pelaksanaan Turnaround Thermal Oil Heater 3 tahun 2019.....	33
Table 4.8	Timeline Work Order Turnaround 2020.....	34
Table 4.9	Aktivitas Pelaksanaan Turnaround Thermal Oil Heater 3 tahun 2020.....	35
Table 4.10	Timeline Work Order Turnaround 2021	37
Table 4.11	Aktivitas Pelaksanaan Turnaround Thermal Oil Heater 3 tahun 2021	37
Table 4.12	Aktivitas pekerjaan tambahan pada Turnaround 2021	38
Table 4.13	Perbandingan Aktivitas Turnaround 2019-2021.....	39
Table 4.14	Permasalahan Utama pada Pekerjaan Turnaround TOH 3	40
Table 4.15	Matriks Identifikasi Waste	43
Table 4.16	Identifikasi Waste Aktivitas Turnaround TOH	43
Table 4.17	Hasil Identifikasi Waste Aktivitas Turnaround TOH 3	44
Table 4.18	Penelusuran Waste Defects pada Turnaround TOH 3	45
Table 4.19	Penelusuran Waste Overproduction pada Turnaround TOH 3	45
Table 4.20	Penelusuran Waste Transportation pada Turnaround TOH 3.....	46
Table 4.21	Rekomendasi Solusi pada Waste Dominan Turnaround TOH 3	46
Table 4.22	Garis Besar Rekomendasi untuk Aktivitas Turnaround TOH 3	47
Table 4.23	Rekomendasi Penanganan Permasalahan pada Turnaround TOH 3.....	48

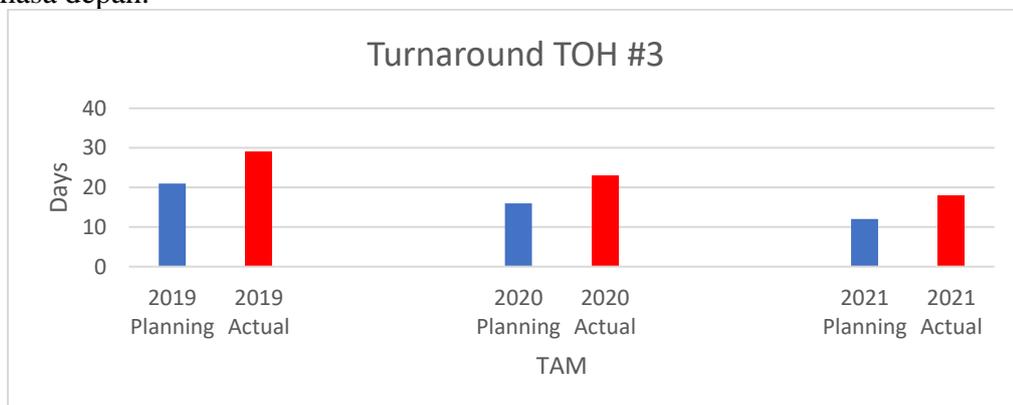
BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Thermal Oil Heater adalah pabrik yang bertujuan untuk memberikan sirkulasi *therminol* yang berfungsi untuk proses pemanasan produk-produk industri pengolahan. *Thermal Oil Heater* memiliki kapasitas sirkulasi yang besar, terutama dalam pengolahan produk *oleochemical*. Perusahaan pengolahan *oleochemical* memenuhi kebutuhan produksi dengan melakukan proses produksi dalam jumlah besar setiap harinya untuk memenuhi permintaan pasar yang ada. Proses produksi ini didukung oleh pemakaian peralatan dan permesinan *Thermal Oil Heater* dalam jumlah besar dan waktu kerja produksi normal 24/7.

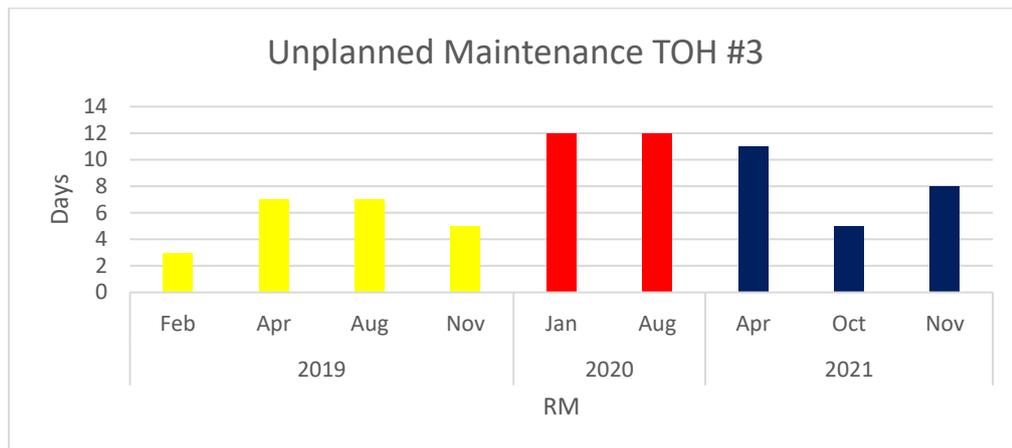
Kebutuhan pemanasan untuk bahan-bahan olahan dalam proses produksi ini memiliki spesifikasi khusus dengan konsiderasi utama yaitu pemanasan dengan temperature tinggi dan memiliki tekanan yang rendah. Spesifikasi ini tidak dapat dipenuhi oleh pemanasan dengan uap atau steam yang memiliki kecenderungan kenaikan tekanan pada suhu tinggi. *Thermal Oil Heater* sebagai salah satu penyedia sumber panas untuk proses produksi memegang peranan penting untuk target produksi *plant* pengolahan produk *oleochemical*. Keandalan yang tinggi sebagai *thermal energy carrier*, kontrol temperatur yang presisi, dan beberapa faktor teknis yang menguntungkan lainnya adalah keunggulan pemakaian *Thermal Oil Heater* didalam industri pengolahan. Perusahaan memanfaatkan *plant Thermal Oil Heater* untuk kebutuhan yang tergolong besar. Kelancaran produksi dengan penggunaan permesinan dalam jumlah besar ini sangat bergantung kepada permesinan terkait yang terintegrasi pada sebuah sistem yang didalamnya terdapat pemeliharaan aset-aset permesinan tersebut.

Thermal Oil Heater pada perusahaan terkait memiliki sistem perawatan yang fleksibel dalam pelaksanaannya. Pada dasarnya aktivitas perawatan memiliki tujuan utama untuk memberikan pembaharuan, merawat, memodifikasi dan meningkatkan kinerja aset produksi dari perusahaan. Aktivitas ini dapat mengoptimalkan performa fasilitas produksi. Keberhasilan dari implementasinya dapat dilihat dari kontribusinya yang mempengaruhi *profitability* yang didapat oleh perusahaan itu sendiri. Salah satu kegiatan perawatan yang ada didalam program perawatan perusahaan ini adalah *Turnaround*. Aktivitas perawatan ini termasuk proses kerja yang kompleks dan memiliki interaksi kepada seluruh proses kerja yang ada. Aktivitas ini menyebabkan kehilangan produksi (*loss production*) dalam jumlah besar. Hal ini tentu membuat pelaksanaan yang efektif terkait aktivitas *Turnaround* adalah suatu keharusan. Rancangan kegiatan perawatan didalam perusahaan belum tepat sasaran dalam penanggulangan permasalahan yang ada. Aktivitas perawatan yang tidak tepat merupakan sarana pemborosan untuk perusahaan sementara permasalahan tetap ada dan dapat menimbulkan efek yang lebih besar di masa depan.



Gambar 1.1 Perbandingan waktu pelaksanaan Turnaround TOH #3

Dalam studi kasus penerapan aktivitas pemeliharaan *Turnaround* pada Thermal Oil Heater 3 perusahaan, didapatkan rentang waktu pelaksanaan *Turnaround* antara perencanaan (*planning*) dengan realisasi (*actual*) memiliki perbedaan yang signifikan. Rasio *downtime* dan *unplanned maintenance* pada *plant* ini tergolong tinggi. Hal ini merupakan permasalahan besar dikarenakan kebutuhan produksi dari *plant* ini sangatlah tinggi dan *loss production* sangat merugikan. Studi lapangan yang dilakukan mengarah pada penerapan aktivitas pemeliharaan yang berjalan dengan normal tidak dapat memberikan nilai tambah.



Gambar 1.2 Jumlah Unplanned Maintenance TOH #3 dan durasi pekerjaan

Langkah-langkah yang tepat diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dalam pelaksanaan pemeliharaan permesinan pada pabrik *Thermal Oil Heater 3*. Pelaksanaan pemeliharaan yang tepat dapat dicapai dengan sistem *maintenance* yang dapat diperbaiki secara terus menerus (*continuous*) dan pelaksanaan evaluasi penyebab permasalahan dalam seluruh aktivitas *Turnaround*. Identifikasi lapangan yang langsung dilakukan oleh penulis menghasilkan permasalahan dalam aktivitas pemeliharaan di pabrik *Thermal Oil Heater 3*, yaitu belum terdapat evaluasi komprehensif untuk pelaksanaan kegiatan pemeliharannya. Pelaksanaan *Turnaround* belum memiliki indikator dalam penilaian kinerja aktivitas pemeliharaan yang disusun secara komprehensif atau analisa mendalam pada aktivitas pemeliharaan.

Hal terpenting pada pelaksanaan aktivitas pemeliharaan adalah menjadikan setiap proses pemeliharaan bernilai tambah. Penelitian ini akan dilakukan dengan pendekatan *lean maintenance*. Pendekatan ini merupakan penerapan prinsip pemeliharaan proaktif yang didasarkan oleh proses mencapai *continuous improvement*. Evaluasi yang tepat untuk fungsi kontrol yang tepat sasaran memerlukan *Key Performance Indikator* (KPI). Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang dilakukan penulis, KPI saat ini masih terfokus pada durasi dan rasio biaya, dan belum dapat menilai faktor aktivitas lain sesuai dengan strategi pemeliharaan perusahaan sehingga diperlukan metode pengukuran untuk mendukung aktivitas pengukuran sistem pemeliharaan dengan pendekatan *Maintenance Scorecard* untuk peningkatan aktivitas pemeliharaan di pabrik *Thermal Oil Heater 3* sehingga pada hasil akhir dapat ditentukan rekomendasi perbaikan untuk pelaksanaan perawatan yang dapat menyelesaikan permasalahan pada pabrik *Thermal Oil Heater 3*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil evaluasi aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3*?
2. Bagaimana perancangan sistem pengukuran aktivitas *Turnaround* menggunakan pendekatan *maintenance scorecard*?
3. Bagaimana penerapan *lean maintenance* untuk analisa aktivitas *Turnaround* di *Thermal Oil Heater 3 Plant*?
4. Apa rekomendasi perbaikan aktivitas *Turnaround* di *Thermal Oil Heater 3 Plant*?

1.3 Batasan Masalah

1. Data historis yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian menggunakan aktivitas *Turnaround* pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2021.
2. Metode *lean maintenance* mengimplementasikan prinsip *seven waste* sampai dengan *lean pilot*.
3. Perancangan *Maintenance Scorecard* menggunakan 6 perspektif dengan penilaian pada perspektif utama yang menjadi konsentrasi perusahaan.

1.4 Tujuan

1. Melakukan evaluasi aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3*.
2. Merancang sistem pengukuran aktivitas *Turnaround* menggunakan pendekatan *maintenance scorecard*.
3. Menentukan permasalahan utama pada aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3* dengan upaya penerapan *lean maintenance*.
4. Memberikan rekomendasi perbaikan aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3*.

1.5 Manfaat

1. Sebagai bahan evaluasi teknis aktivitas pemeliharaan terencana yang dilakukan oleh *user* dalam rentang waktu tertentu.
2. Sebagai masukan untuk perusahaan menyusun perencanaan dan eksekusi *Turnaround* selanjutnya di *Thermal Oil Heater 3 Plant*.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian serupa telah dilakukan sebelumnya terhadap objek-objek lain yang menggunakan konsep dan prinsip dasar *Lean Maintenance* ataupun *Maintenance Scorecard* serta *tools* yang akan digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini. Penelitian ini berfokus kepada pengukuran dan peningkatan aktivitas sistem pemeliharaan *Turnaround* sebagai upaya penyelesaian masalah dan evaluasi sistem tersebut pada lingkup perusahaan objek penelitian. *Turnaround Maintenance* adalah salah satu aktivitas *maintenance* yang kompleks, PT. Wilmar Nabati Indonesia Gresik adalah salah satu perusahaan yang menerapkan aktivitas *maintenance*, oleh karena peralatan yang terdapat di dalam pabrik sangat kompleks dan tidak memungkinkan jika hanya dilakukan *maintenance* tipe *preventive* dan *reactive* saja.

Salah satu penelitian dari *benchmarking* yang dilakukan terhadap konsep dasar yang menggunakan *lean maintenance* adalah **Rosie Andarnis dan Moses L Singgih (2011)** yaitu pengukuran dan peningkatan sistem pemeliharaan di PT. Maspion. Perusahaan ini memiliki aktivitas pabrik dengan kinerja 24 jam dalam sehari, sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dengan mengurangi *waste* yang ada. Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan pemilihan komponen kritis, kemudian dilakukan penelusuran *waste* menggunakan *Value Stream Maintenance Mapping (VSMM)* yang diintegrasikan dengan analisa alat *Root Cause Analysis*. Penelitian yang dilakukan menghasilkan *waste* yang paling dominan seperti *waiting, motion, process, and defect*. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah pembuatan sistem informasi *maintenance* dan perbaikan kinerja SDM.

Pada penelitian yang dilakukan **Winnie Septiani (2012)** terhadap PT. Kereta Api Indonesia, dilakukan pengukuran kinerja perawatan lokomotif berdasarkan model pengukuran kinerja *Maintenance Scorecard (MSc)*. Pengukuran kinerja perawatan lokomotif dimulai dengan menentukan target untuk setiap KPI, menentukan skala pengukuran, menentukan bobot KPI. Penentuan target dilakukan dengan proses FGD. Proses pembobotan dilakukan dengan metode *pairwise comparison* dengan bantuan *software Expert Choice*. Hasil pengukuran kinerja perawatan lokomotif di Dipo Jatinegara diperoleh skor 2.8 yang menunjukkan kinerja perawatan lokomotif Dipo Jatinegara ini cukup baik. Hasil Penilaian berturut – turut pada perspektif *Quality (37%), Cost Effectiveness (53%), Productivity (55%), Environment (56%), Safety (83%) dan Learning (84%)*.

Pendekatan *lean maintenance* untuk peningkatan aktivitas pemeliharaan dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan identifikasi *waste* yang dihasilkan dari analisa proses *maintenance*. Penelitian yang dipelajari untuk mendukung penelitian perbaikan aktivitas *Turnaround* ini adalah penelitian yang dilakukan oleh **Rosida Anjani (2015)** di PT. Semen Indonesia untuk mengurangi lamanya proses pengadaan barang di Departemen Pengadaan. Dalam penelitian ini, penyebab lamanya evaluasi dapat diketahui dengan mengidentifikasi seluruh aliran yang terjadi pada saat evaluasi oleh *user* yang dapat digambarkan dengan *Big Picture Mapping*, lalu menggunakan *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)* yang kemudian dicari akar penyebab (*root cause*) terjadinya *waste* dan dilakukan upaya perbaikan untuk meminimalisirnya.

Penelitian lain yang memiliki topik sama dalam pengukuran kinerja dengan menggunakan *Maintenance Scorecard (MSc)* adalah penelitian oleh **Afrizal Taufik** mengenai evaluasi kinerja pemeliharaan PLTA dengan menggunakan pendekatan *Maintenance Scorecard* yang diintegrasikan dengan *Objective Matrix Key Performance Indicators (KPI)* dari 6 perspektif: perspektif produktivitas, perspektif efektifitas biaya, perspektif keselamatan kerja,

perspektif lingkungan, perspektif kualitas dan perspektif pembelajaran. Prioritas ditentukan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Kinerja perawatan kemudian diukur menggunakan OMAX sampai diperoleh tingkat kinerja pada kondisi nyata. Hasil yang diperoleh kemudian digunakan untuk merancang *maintenance scorecard* bagi PLTA Maninjau, menghasilkan 20 KPI yang terdiri atas 9 KPI untuk perspektif produktivitas, 4 KPI untuk perspektif kualitas, 2 KPI untuk perspektif keselamatan kerja, 2 KPI untuk perspektif lingkungan dan 3 KPI untuk perspektif pembelajaran. Terdapat 5 KPI untuk level korporat, 8 KPI untuk level strategis dan 7 KPI untuk level fungsional. Hasil penilaian menunjukkan bahwa Jumlah KWH yang diproduksi, Faktor kapasitas dan *Equivalent Outage Force Factor* berada pada zona kuning. Hal ini berarti bahwa dibutuhkan perhatian dan peningkatan untuk periode selanjutnya.

Satu lagi penelitian yang dipelajari dalam mendukung penelitian adalah penelitian yang dilakukan oleh **Wahyu Adrianto (2015)** yaitu mengenai penerapan *lean production process* di PT.GMF AEROASIA. Pendekatan yang dilakukan adalah penerapan VSM, aplikasi *seven waste*, *Fishbone diagram*, dan FMEA. Rekomendasi perbaikan untuk meminimalkan *waste* diantaranya adalah pengembangan system sebagai alat bantu *bussines process* akan sangat membantu perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses.

2.2 Pemeliharaan (*Maintenance*)

2.2.1 Konsep Pemeliharaan

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah konsep dari segala aktivitas untuk menjaga ataupun mempertahankan kualitas fasilitas/mesin sehingga berfungsi optimal. Sifat – sifat material sampai dengan toleransi kegagalan yang diukur menghasilkan prinsip bahwa tidak ada barang yang dibuat oleh manusia yang tidak dapat mengalami rusak, tetapi usia kegunaanya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan berkala dengan suatu aktivitas yang dikenal sebagai pemeliharaan (Corder, Antony dan Kusnul Hadi, 1992). Kegiatan pemeliharaan yang meliputi kegiatan perawatan serta penjadwalan pemeliharaan yang baik dan terencana sangat diperlukan.

Menurut Jay Heizer dan Barry Render (2001) dalam bukunya "*Operation Management*", pemeliharaan adalah: "*all activities involved in keeping a system's equipment in working order*". Artinya: segala kegiatan yang didalamnya adalah untuk menjaga sistem peralatan agar bekerja dengan baik. Menurut Ebeling (1997) perawatan adalah bentuk kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankannya pada kondisi yang selalu dapat berfungsi.

Secara umum proses pemeliharaan fokus pada langkah pencegahan untuk mengurangi bahkan menghindari kerusakan peralatan/mesin dengan memastikan tingkat keandalan (*reliability*) dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan sehingga sistem pemeliharaan dapat mencapai tujuan tersebut dengan adanya peningkatan profit dan kepuasan pelanggan. Hal ini dilakukan dengan pendekatan nilai fungsi (*function*) dari fasilitas/peralatan produksi yang ada (Duffuaa et al, 1999) dengan cara:

1. Meminimalisir *downtime*,
2. Memperbaiki kualitas,
3. Meningkatkan produktivitas, dan
4. Menyerahkan pesanan tepat waktu.

Pada dasarnya hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/peralatan (*equipment maintenance*) mencakup dua hal sebagai berikut:

1. *Condition Maintenance*, yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.

2. *Replacement Maintenance*, yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi.

Maintenance merupakan suatu fungsi dalam sebuah industri manufaktur yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai mesin/peralatan, maka biasanya kita selalu berusaha untuk tetap dapat memergunakannya sehingga kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus mesin/peralatan, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan meliputi:

1. Kegiatan pengecekan.
2. Pelumasan (*lubrication*).
3. Perbaikan/reparsi atas kerusakan-kerusakan yang ada.
4. Penyesuaian/penggantian *spare part* atau komponen.

Fungsi mesin/peralatan yang digunakan dalam proses produksi tersebut akan mengalami kerusakan sejalan dengan semakin menurunnya kemampuan mesin/peralatan tersebut, tetapi usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan secara berkala melalui suatu aktivitas pemeliharaan yang tepat. Kemampuan mesin/peralatan yang menurun ada dua jenis, yakni:

1. *Natural deterioration*, yaitu menurunnya kinerja mesin/peralatan secara alami akibat terjadi keausan pada fisik mesin/peralatan selama waktu pemakaian.
2. *Accelerated Deterioration*, yaitu menurunnya kinerja mesin/peralatan akibat kesalahan manusia (*human error*) sehingga dapat mempercepat keausan. Hal tersebut disebabkan karena tindakan dan perlakuan yang tidak seharusnya dilakukan pada mesin/peralatan.

Kerusakan yang terjadi pada mesin/peralatan dapat terjadi karena banyak sebab dan terjadi pada waktu yang berbeda sepanjang umur mesin/peralatan tersebut digunakan, oleh karena itu dalam usaha mencegah dan berusaha untuk menghilangkan kerusakan yang mungkin timbul ketika proses produksi berjalan dibutuhkan cara dan metode yang tepat.

2.2.2 Tujuan Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan pada mesin/peralatan dengan maksud agar tujuan komersil perusahaan dapat tercapai. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kerusakan yang terlalu cepat. Pemeliharaan adalah kegiatan pendukung bagi kegiatan komersil, maka seperti kegiatan lainnya, pemeliharaan harus efektif, efisien, dan berbiaya rendah. Kegiatan pemeliharaan ini memungkinkan mesin/peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai (Ansori, 2013). Beberapa tujuan pemeliharaan yang utama antara lain:

1. Pemeliharaan memperpanjang umur (masa pakai) dari mesin/peralatan.
2. Pemeliharaan menjaga agar setiap mesin/peralatan dalam kondisi baik dan dapat berfungsi dengan baik.
3. Pemeliharaan dapat menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.
4. Pemeliharaan menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktunya.
5. Pemeliharaan memaksimalkan ketersediaan semua mesin/peralatan sistem produksi (mengurangi *downtime*).
6. Pemeliharaan menjamin keselamatan orang-orang yang menggunakan sarana tersebut.
7. Pemeliharaan mendukung upaya memuaskan pelanggan.

2.2.3 Jenis – Jenis Pemeliharaan

2.2.3.1 Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Planned maintenance adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya, oleh karena itu program perawatan yang akan dilakukan harus dinamis dan memerlukan pengawasan dan pengendalian secara aktif dari bagian perawatan melalui informasi dari catatan riwayat mesin/peralatan. Konsep *planned maintenance* ditujukan untuk dapat mengatasi masalah yang dihadapi manajer dengan pelaksanaan kegiatan perawatan. Komunikasi dapat diperbaiki dengan informasi yang dapat memberi data yang lengkap untuk mengambil keputusan. Data yang penting dalam kegiatan perawatan antara lain laporan permintaan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan, dan lain-lain (Corder, 1992). *Planned maintenance* terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu:

a) *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Preventive maintenance adalah tindakan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala sesuai dengan petunjuk dan anjuran pada *instruction manual* atau pengalaman petugas maintenance terhadap mesin/peralatan yang tersebut. Tindakan *maintenance* yang dilakukan sebelum mesin/peralatan tersebut rusak yang bertujuan untuk menjaga agar mesin/peralatan tidak rusak dan mendeteksi gejala akan terjadinya kerusakan secara dini, sehingga dapat bertindak untuk mengadakan perbaikan sebelum mesin/peralatan mengalami *breakdown*. *Preventive maintenance* dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *Septemantic maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan atau perawatan mesin/peralatan produksi secara teratur dengan adanya jadwal yang tetap.
2. *Condition based maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan atau perawatan mesin/peralatan produksi yang bergantung pada analisa keputusan untuk mengganti atau tidak komponen-komponen peralatan tersebut. Kondisi ini biasanya diterapkan pada mesin yang jika terjadi breakdowns mengakibatkan kerugian yang lebih besar dari *septemantic maintenance*.

Semua fasilitas produksi yang dikenai *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat sehingga dapat dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

b) *Corrective Maintenance* (Pemeliharaan Perbaikan)

Corrective maintenance adalah suatu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan terhadap mesin/peralatan bila sudah mengalami kerusakan. atau lebih sering disebut dengan reparasi, yaitu memperbaiki mesin/peralatan yang rusak.

c) *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada tanggal yang telah ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil pada interval-interval waktu tertentu. Data rekaman yang untuk melakukan *predictive maintenance* itu dapat berupa data getaran, temperatur, vibrasi, *flow rate*, dan lain-lainnya. Perencanaan *predictive maintenance* dapat dilakukan berdasarkan oleh operator lapangan yang mengajukan *work order* ke departemen perawatan untuk dilakukan tindakan yang tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan (Ansori, 2013).

2.2.3.2 Pemeliharaan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Unplanned maintenance biasanya berupa *breakdown/emergency maintenance* (pemeliharaan darurat). Pemeliharaan darurat adalah tindakan maintenance yang tidak akan

dilakukan pada mesin/peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi. Bentuk pelaksanaan pemeliharaan tak terencana ini, diharapkan penerapan tersebut akan dapat memperpanjang umur pakai dari mesin/peralatan, dan dapat memperkecil frekuensi kerusakan (Corder, 1992).

2.2.3.3 Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Autonomous berarti independen atau mandiri. *Autonomous maintenance* atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu kegiatan pemeliharaan untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin melalui kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh operator untuk memelihara mesin/pemeliharaan yang mereka tangani sendiri (Corder, 1992). Prinsip-prinsip yang terdapat pada 5S, merupakan prinsip yang mendasari kegiatan *autonomous maintenance*, yaitu:

1. *Seiri (clearing up)*: Memilih benda-benda yang tidak diperlukan.
2. *Seiton (organizing)*: Menempatkan benda-benda yang diperlukan dengan rapi.
3. *Seiso (cleaning)*: Membersihkan peralatan dan tempat kerja.
4. *Seikatsu (standardizing)*: Membuat standar penggunaan peralatan dan tempat kerja.
5. *Shitsuke (training and discipline)*: Meningkatkan skill dan moral.

Autonomous maintenance diimplementasikan melalui 7 langkah yang akan membangun keahlian yang dibutuhkan operator agar mereka mengetahui tindakan apa yang seharusnya dilakukan. Tujuh langkah kegiatan yang terdapat dalam *autonomous maintenance* adalah:

1. Membersihkan dan memeriksa (*clean and inspect*).
2. Membuat standar pembersihan dan pelumasan (*draw up cleaning and lubricating standard*).
3. Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau (*eliminate problem and inaccessible area*).
4. Melaksanakan pemeliharaan mandiri (*conduct autonomous maintenance*).
5. Melaksanakan pemeliharaan menyeluruh (*conduct general inspections*).
6. Pemeliharaan mandiri secara penuh (*fully autonomous maintenance*).
7. Pengorganisasian dan kerapihan (*organization and tidiness*).

2.2.4 Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan *Maintenance*

Maintenance adalah untuk dapat memelihara reabilitas sistem pengoperasian pada tingkat yang dapat diterima dan tetap memaksimalkan laba dan meminimumkan biaya (Kurniawan, 2013). Seluruh kegiatan *maintenance* dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok berikut, yaitu:

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) terhadap mesin/peralatan sesuai dengan rencana yang bertujuan untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai fasilitas mesin/peralatan yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan pengembangan komponen atau peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian terhadap kemungkinan pengembangan komponen atau peralatan, berusaha untuk mencegah timbulnya seminimal mungkin munculnya kerusakan.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki mesin/peralatan produksi.

4. Kegiatan Administrasi

Kegiatan administrasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan kegiatan pemeliharaan, penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin/peralatan tersebut harus diperiksa dan diperbaiki.

5. Pemeliharaan Bangunan

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian *maintenance*.

2.2.5 Manajemen Pemeliharaan

Fungsi dari manajemen adalah suatu aktivitas untuk mencapai tujuan dan memiliki proses untuk mencapainya (Mobley, 2008). Secara umum terbagi menjadi tahapan - tahapan berupa perencanaan, pengorganisasian, penyusunan, pengarahan dan pengawasan.

1. Perencanaan

Perencanaan didefinisikan sebagai proses menentukan tujuan organisasi, merancang strategi untuk mencapai tujuan, dan mengembangkan rencana aktivitas kerja organisasi. Perencanaan adalah proses paling penting dari semua fungsi manajemen oleh karena tanpa perencanaan, fungsi-fungsi lain seperti pengorganisasian, pengarahan, dan pengontrolan tak akan dapat berjalan.

2. Organisasi

Organisasi digunakan sebagai tempat untuk berkumpul, bekerjasama dengan rasional dan sistematis, terencana, dipimpin dan terkendali, untuk memanfaatkan sumber daya (uang, material, mesin, metode, lingkungan), sarana-parasarana, dan data yang digunakan secara efisien dan efektif untuk mencapai tujuan organisasi.

3. Penyusunan (*Staffing*)

Staffing adalah fungsi manajemen untuk penyusunan personalia organisasi mulai dari merekrut tenaga kerja, pengembangannya, dan usaha sehingga setiap tenaga berdaya guna maksimal terhadap organisasi.

4. Koordinasi

Organisasi tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya pengarahan. Koordinasi adalah proses pembimbingan, pemberian petunjuk, dan instruksi kepada tim agar personel didalam organisasi bekerja sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Pengarahan koordinasi mencakup beberapa proses operasi standar, pedoman dan buku panduan, bahkan manajemen berdasarkan sasaran.

5. Pengawasan

Menurut Robert J. Mockler pengawasan adalah pekerjaan sistematis yang memiliki standar pelaksanaan dengan tujuan perencanaan, merancang sistem informasi umpan balik, membandingkan kegiatan nyata dengan standar, menentukan dan mengukur deviasi-deviasi dan mengambil tindakan koreksi yang menjamin bahwa semua sumber daya yang dimiliki telah dipergunakan dengan efektif dan efisien.

Manajemen pemeliharaan didefinisikan sebagai pendekatan formal untuk pelaksanaan fungsi dari manajemen pemeliharaan dengan memanfaatkan sumber daya untuk menjaga ketersediaan mesin dan peralatan sesuai kemampuan dan kehandalan pemeliharaan. Langkah-langkah sistematis pada setiap tahapan mendorong aktivitas pemeliharaan dengan tujuan utamanya meningkatkan profit perusahaan dan mengoptimalkan kinerja alat yang ada untuk berjalan dengan kapasitas saat pertama kali dibuat bisa dilakukan sesuai dengan rencana dan memiliki fungsi kontrol yang jelas.

2.2.6 Turnaround

Turnaround adalah kegiatan perawatan pabrik yang dilaksanakan pada saat pabrik stop produksi, dimana sebelumnya telah direncanakan dengan baik dan mempunyai sumber daya khusus untuk mengembalikan kinerja pabrik sesuai dengan desainnya. Pemeliharaan *Turnaround* dianggap berhasil jika dilakukan tepat waktu, sesuai anggaran, dan dengan tugas yang direncanakan diselesaikan dengan benar. Menurut Imam S (1999: 249) kurun waktu kegiatan dalam metode jaringan kerja dapat diartikan lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan awal sampai akhir. Kurun waktu ini lazimnya dinyatakan dengan jam, hari atau minggu.

Pitfall dalam perencanaan dan pelaksanaan *Turnaround* biasanya melibatkan sumber daya, pelingkupan (*Scoping*) atau penjadwalan.

1. Sumber Daya

Proses penganggaran normal mungkin tidak bekerja untuk perencanaan pemeliharaan *Turnaround*. Anggaran pemeliharaan *turnaround* harus disetujui kira-kira 2 tahun sebelumnya untuk memungkinkan kontrak jangka panjang untuk barang dan jasa. Perencanaan yang tidak memadai atau kurangnya persetujuan anggaran awal, kegagalan untuk melaksanakan kontrak layanan jangka panjang membahayakan akses ke keahlian yang langka dan layanan khusus, yang pada gilirannya menciptakan penundaan dan menaikkan biaya.

2. Scoping

Ketelitian dalam proses *Scoping* yang kurang dapat menimbulkan sejumlah masalah. Pekerjaan pemeliharaan yang dapat diselesaikan saat pabrik sedang beroperasi digabungkan ke dalam pemeliharaan *turnaround* menambah waktu shutdown yang tidak perlu dan mengalihkan tenaga kerja dari tugas yang lebih mendesak selama acara pemeliharaan *turnaround*. Proses tantangan lingkup terbatas memungkinkan penambahan ini, serta meningkatkan perubahan pasca-pembekuan lingkup. Pembekuan lingkup terlambat atau tidak mengikat dapat mengurangi waktu yang tersedia untuk perencanaan dan meningkatkan biaya pengadaan. Detail mengenai perintah kerja individu yang minim atau pemahaman tentang saling ketergantungan mereka, merupakan sumber tantangan lainnya. Perintah kerja tingkat tinggi atau tidak jelas menyebabkan *item* yang diperlukan mungkin tidak dipesan dan sulit untuk memperkirakan waktu dan kebutuhan sumber daya. Visibilitas interdependensi antara perintah kerja yang berbeda yang minim, dan dengan penjadwalan pemeliharaan *turnaround* secara keseluruhan, dapat secara signifikan meningkatkan kompleksitas dan menyebabkan pembengkakan waktu dan biaya.

3. Scheduling

Perubahan yang sering dan tiba-tiba dalam jadwal pemeliharaan *turnaround* merusak waktu yang dibutuhkan untuk merencanakan pekerjaan, menambah biaya pengadaan, dan meningkatkan kompleksitas pengelolaan portofolio dan jadwal kerja baru. *Shutdown* yang tidak direncanakan digabungkan dengan pemeliharaan *turnaround* reguler mengakibatkan mereka tidak dapat dioptimalkan dalam hal perencanaan kerja atau biaya.



Gambar 2.1 Standar Proses Turnaround Maintenance (www.mesitechmitra.co.id)

2.3 Konsep Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah konsep dari *Toyota Production System* dengan tujuan untuk meningkatkan nilai tambah kerja dengan menghilangkan *waste* dan mengurangi pekerjaan yang tidak perlu, biaya yang lebih rendah, kualitas yang lebih tinggi dan *lead time* yang lebih pendek.

Lean manufacturing merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas - aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) dengan peningkatan secara radikal yang terus-menerus (*radical continuous improvement*) dengan memanfaatkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dalam industri manufaktur (Lonnie, 2010).

2.3.1 Konsep Value Added

Nilai produk diidealisasi dengan mengacu terhadap pandangan dan pendapat pelanggan (*Voice of Customer*) melalui kerangka PME (*Productivity, Motivation dan Environment*). Nilai produk dimulai dengan melakukan pemetaan aliran nilai (*Value Stream Mapping*). Konsep ini bertujuan untuk mengidentifikasi *value* pada seluruh aliran proses, mulai dari pemasok sampai dengan pelanggan. Hasil identifikasinya merupakan pengetahuan titik-titik pada proses yang tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan. Suatu proses dikatakan bernilai jika memiliki syarat:

1. Suatu kegiatan yang mengubah atau bentuk (untuk pertama kali) yang berupa bahan baku menjadi sesuatu yang bernilai tambah atau informasi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.
2. Aktivitas yang merangsang pelanggan untuk memiliki keinginan untuk membeli.

2.3.2 Konsep Seven Waste

Seven waste adalah jenis-jenis pemborosan yang terdapat pada proses manufaktur atau jasa, seperti Transportasi, Persediaan, Gerakan, Menunggu, Proses yang Berlebihan, Produksi yang Berlebihan, dan Barang Rusak. TIMWOOD adalah singkatan dalam terjemahannya menurut bahasa Inggris.

Tujuh pemborosan konsep ini diperkenalkan oleh Taiichi Ono dari Jepang yang bekerja untuk Toyota dan diperkenalkan dalam sistem produksi yang dikenal dengan *Toyota Production System*. Prinsip dari *Seven Waste* tersebut dapat dipahami sebagai berikut.

1. *Waste* transportasi

Waste yang terdiri dari pemindahan atau pengangkutan yang tidak diperlukan. *Waste* yang satu ini terjadi akibat pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi, produk, atau material sehingga menyebabkan pemborosan waktu, usaha dan biaya. *Waste* yang ditimbulkan oleh transportasi sangat berkaitan dengan layout produksi dan fasilitas *warehouse* yang menyebabkan jarak tempuh yang jauh pada saat transportasi dan perpindahan material.

2. *Waste* Kelebihan Persediaan

Waste ini termasuk *Inventory* dengan stok yang berlebihan. Persediaan yang tidak perlu dapat terjadi jika penyimpanan barang berlebihan serta lamanya *delay* informasi produk atau material yang menyebabkan peningkatan biaya dan penurunan pelayanan terhadap kostumer.

3. *Waste* Gerakan

Waste ini diartikan sebagai waktu dan energi terbuang yang digunakan karena gerakan yang tidak memberikan nilai tambah. *Waste* ini biasanya terjadi pada aktifitas tenaga kerja di pabrik, yang timbul karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi.

4. *Waste* Menunggu

Penggunaan waktu yang tidak efisien. *Waste* ini terdiri dari ketidakaktifan dari pekerja, informasi, material, atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran yang terganggu serta memperlama *lead time* produksi, seperti tenaga kerja yang menganggur yang sudah selesai mengerjakan tugasnya ataupun pegawai yang menghabiskan waktu menunggu material yang terlambat datang. *Waste* ini dapat dicontohkan sebagai aktivitas menunggu mesin otomatis dalam industri manufaktur.

5. *Waste* Kelebihan Produksi

Waste yang menghasilkan produk melebihi permintaan. *Waste* ini merupakan salah satu jenis dari *waste* yang paling sering ditemui dalam proses manufaktur. Hal ini terjadi karena melakukan produksi produk yang terlalu cepat atau melebihi permintaan sehingga menyebabkan *inventory* yang berlebih dan terganggunya aliran informasi perusahaan, apalagi ketika permintaan pasar terhadap perusahaan sedang sepi maka hal ini bisa menjadi masalah yang sangat serius.

6. *Waste* Proses Berlebih

Waste ini diartikan sebagai segala penambahan proses yang tidak diperlukan bagi produk. *Waste* ini bisa diartikan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur yang salah, penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dalam suatu operasi kerja.

7. *Waste Defect* atau produk cacat

Waste ini termasuk *rework* atau kerja ulang yang tidak memiliki nilai tambah. *Waste* ini merupakan kesalahan yang dapat terjadi pada proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan. Adanya *defect* tidak hanya menyebabkan dibutuhkanya ekstra jaminan dan biaya pengiriman, tetapi kepuasan konsumen dapat menyebabkan berkurangnya kesempatan bisnis.

2.4 *Lean Maintenance*

Lean maintenance adalah proses yang dilalui dalam mencapai *continuous improvement*. Sistem prinsip ini berfokus pada penambahan nilai dan mereduksi *waste* pada proses pemeliharaan sehingga *maintenance lead time* dapat berkurang. *Lean maintenance* menjelaskan

bahwa sumber-sumber *waste* dapat terdiri dari prosedur yang kurang tepat, perencanaan yang kurang tepat, persediaan yang terlalu banyak dan tidak digunakan; seperti pada komponen, material, dan peralatan, bahkan fasilitas yang tidak digunakan secara tepat serta pemborosan waktu, transportasi, maupun tenaga kerja yang berlebihan.

Lean maintenance adalah operasi perawatan proaktif dengan melakukan aktivitas perawatan yang terencana dan terjadwal dengan baik melalui *Total Productive Maintenance* (TPM) menggunakan strategi perawatan yang dikembangkan dari aplikasi logika keputusan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Konsep inti *lean* berfokus untuk mengurangi tujuh bentuk *waste*. Konsep ini dapat diaplikasikan pada aktivitas perawatan sebagaimana pada proses produksi. (Lonnie, 2010)

Dalam proses menuju *lean maintenance transformation*, terdapat enam tahapan yang harus dilalui sebagai berikut :

1. *Lean assesment*

Lean assesment adalah fase awal dengan dilakukannya evaluasi awal terhadap kesiapan dan kondisi awal perusahaan.

2. *Lean preparation*

Fase kedua adalah edukasi dan pelatihan mengenai konsep *lean maintenance* dan disosialisasikan terhadap seluruh karyawan.

3. *Lean pilot*

Fase yang memiliki kegiatan pemilihan terhadap *pilot project* dalam penerapan *lean maintenance*.

4. *Lean mobilization*

Fase ini menuntut partisipasi seluruh departemen yang mendukung kelancaran proses *maintenance*.

5. *Lean expansion*

Fase yang membawa fokus *lean* ke pihak luar yang merupakan *supply chain* perusahaan sehingga proses *maintenance* dapat berjalan lebih lancar.

6. *Lean sustainment*

Fase terakhir dari *lean maintenance* ini adalah fase dimana *lean* telah membudaya sehingga aktivitas yang dilakukan lebih terarah pada evaluasi terus menerus untuk mencapai *continuous improvement*.

2.5 *Root Cause Analysis*

Root Cause Analysis (RCA) adalah pendekatan terstruktur dalam identifikasi faktor-faktor pada satu atau lebih kejadian yang telah terjadi sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja. *Root Cause Analysis* (RCA) adalah *tool* populer yang digunakan oleh perusahaan yang menjalankan *Lean Six Sigma*. RCA adalah salah satu *tool* dalam inisiatif *problem solving*; untuk membantu tim menemukan akar penyebab (*root cause*) dari masalah yang dihadapi atau terjadi berulang.

2.5.1 Langkah – Langkah Pelaksanaan *Root Cause Analysis*

Root Cause Analysis adalah *Lean tool* yang mudah dilakukan. Konsep *tool* ini membantu tim menemukan jawaban dari permasalahan spesifik yang timbul dalam proses. RCA dapat dijalankan dalam 5 langkah sebagai berikut.

Langkah 1 – Definisikan Masalah

1. Masalah apa yang sedang terjadi pada saat ini.
2. Jelaskan simptom spesifik, yang menandakan adanya masalah tersebut.

Langkah 2 – Kumpulkan Data

1. Mengumpulkan bukti yang menyatakan bahwa masalah memang benar ada.

2. Sudah berapa lama masalah tersebut ada.
3. *Impact* yang dirasakan dengan adanya masalah tersebut.

Pada tahap ini dilakukan analisa mendalam sebelum melihat faktor-faktor yang berperan dalam timbulnya masalah. *Root Cause Analysis* yang efektif dapat dilakukan dengan kerja sama dan *brainstorming* bersama dengan perwakilan-perwakilan dari setiap departemen yang terlibat dan yang memahami situasinya. Bagian dari tim yang memang familiar dengan masalah mampu membantu proses pemahaman situasi yang ada.

CATWOE adalah metode yang dapat mempermudah tahapan ini. *Tool* tersebut dapat memberikan kemampuan untuk melihat situasi dari berbagai perspektif: yaitu *Customer* (pelanggan), *Actor* (karyawan yang terlibat), *Transformation Process* (proses yang mengalami masalah), *World View* (gambaran besar dan area mana yang mengalami impact paling besar), *Owner* (*process owner*), dan *Environmental Constraint* (hambatan dan keterbatasan yang akan mempengaruhi keberhasilan solusi yang akan dijalankan).

Langkah 3 – Identifikasi Penyebab yang Mungkin

1. Jabarkan urutan kejadian yang mengarah kepada masalah.
2. Pada kondisi seperti apa masalah tersebut terjadi.
3. Apakah masalah-masalah lain yang muncul seiring/mengikuti kemunculan masalah utama?

Dalam tahap ini, identifikasi harus dilakukan sebanyak mungkin dengan menarik penyebab masalah yang bisa tim pikirkan. Dalam banyak kasus, orang akan mengidentifikasi satu atau dua faktor kausal, lalu berhenti, tetapi satu atau dua itu belum cukup untuk menemukan akar masalah yang sebenarnya. RCA dilakukan bukan hanya untuk menghilangkan satu dua masalah di permukaan. RCA dapat digunakan untuk membantu menggali lebih dalam dan menghilangkan akar dari keseluruhan masalah.

Gunakan beberapa *tool* berikut untuk membantu menemukan faktor-faktor kausal dari masalah:

1. Analisa “5-Whys” – Tanyakan “mengapa?” berulang kali hingga anda menemukan jawaban paling dasar.
2. *Drill Down* – Bagilah masalah hingga menjadi bagianbagian kecil yang lebih detail untuk memahami gambaran besarnya.
3. Apresiasi – Jabarkan fakta-fakta yang ada dan tanyakan “Lalu kenapa jika hal ini terjadi/tidak terjadi?” untuk menemukan konsekuensi yang paling mungkin dari fakta-fakta tersebut.
4. Diagram sebab-akibat – *Cause and Effect Diagram* (*Fishbone Diagram*), berupa bagan yang menerangkan semua faktor penyebab yang mungkin untuk melihat dimana masalah pertama kali muncul.

Langkah 4 – Identifikasi Akar Masalah (*Root Causes*)

1. Mengapa faktor kausal tersebut ada?
2. Alasan apa yang benar-benar menjadi dasar kemunculan masalah?

Gunakan *tool* yang sama dengan yang digunakan dalam langkah 3 untuk mencari akar dari setiap faktor. *Tools* tersebut dirancang untuk mendorong anda dan tim menggali lebih dalam di setiap level penyebab dan efeknya.

Langkah 5 – Ajukan dan Implementasikan Solusi

1. Apa yang bisa dilakukan untuk mencegah masalah muncul kembali?
2. Bagaimana solusi yang telah dirumuskan dapat dijalankan?
3. Siapa yang akan bertanggungjawab dalam implementasi solusi?
4. Adakah resiko yang harus ditanggung ketika solusi diimplementasikan?

Analisa proses identifikasi *cause-effect* dan temukan kebutuhan akan perubahan dalam sistem yang lain. Prediksi dari efek yang akan terjadi penting dilakukan dengan adanya

penerapan solusi. Anda dapat menghindari/menghilangkan masalah sebelum mereka muncul ke permukaan. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan tool FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). *Tool* ini dibuat untuk menganalisa resiko dan mengidentifikasi titik-titik potensial dimana kesalahan bisa terjadi. FMEA alat yang baik untuk diterapkan diseluruh organisasi sebab semakin banyak sistem yang diawali dengan FMEA, semakin sedikit masalah yang akan terjadi yang membutuhkan RCA di masa depan.

2.5.2 Jenis – Jenis *Root Cause Analysis*

Ada berbagai metode evaluasi terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*). Ada lima metode yang populer untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) *undesired outcome* dari yang sederhana sampai dengan kompleks yaitu :

1. *Is/Is not comparative analysis*,
2. *5 Why methods*,
3. *Fishbone diagram*,
4. *Cause and effect matrix*,
5. *Root Cause Tree*.

2.6 *Maintenance Scorecard*

Dalam melakukan penilaian sebuah proses maka diperlukan alat untuk mengukur secara objektif yang dapat menilai proses dan hubungannya terhadap entitas lain yang berhubungan dengan aktivitas tersebut (Mather, 2004). Dalam aktivitas pemeliharaan suatu sistem, dibutuhkan sebuah alat untuk menilai kelancaran aktivitas pemeliharaan sehingga dapat terukur secara objektif.

Maintenance Scorecard (MSC) adalah pendekatan yang komprehensif untuk membangun dan mengimplementasikan strategi dalam area manajemen aset. MSC adalah aplikasi dari *Balanced Scorecard*, yaitu sebuah metode pengukuran kinerja perusahaan yang melibatkan bentuk-bentuk perspektif, seperti perspektif finansial, perspektif internal, perspektif pembelajaran dan pertumbuhan, dan perspektif customer (Mather, 2004).

Konsep *balanced scorecard* dapat didefinisikan sebagai *scorecard* atau kartu skor dan *balanced* yang memiliki arti seimbang. Kartu skor sebagai pencatat hasil kinerja dan dapat digunakan untuk merancang skor yang akan diwujudkan oleh personil untuk waktu kedepan. Kartu skor ini mewujudkan rencana personil untuk masa depan kemudian dibandingkan dengan kartu skor hasil kinerja sesungguhnya dari personil yang bersangkutan. Hasil evaluasi perbandingannya nanti digunakan untuk mengukur kinerja personil. Inti dari berimbang yang dimaksud adalah kinerja personil diukur secara berimbang dari sisi finansial dan non finansial, jangka pendek dan jangka panjang, serta internal maupun eksternal.

MSC memberikan informasi kepada pekerja tentang faktor yang mendorong keberhasilan saat ini dan yang akan datang. MSC dibangun dalam penggunaan indikator manajemen yang dikenal sebagai *Key Performance Indicator* (KPI) untuk menuju ke pengembangan dan implementasi strategi. *Maintenance scorecard* merupakan suatu *tool* yang didisain untuk membantu praktisi *maintenance*, *owners* dan manager untuk membuat dan mengimplementasikan strategi dalam pengelolaan asset-asset perusahaan. MSC digunakan untuk mengukur performa dalam aset manajemen tentang apa yang dilakukan, bagaimana kinerja selama ini dan bagaimana setiap tindakan yang dilakukan sesuai dengan tujuan perusahaan (Cowley, 2005).

Maintenance Scorecard (MSC) diaplikasikan melalui suatu hirarki tujuan atau pendekatan yang terstruktur, yang terdiri dari tiga level fundamental yaitu *corporate, strategic*, dan *functional level* (Mather, 2004).

2.7 Key Performance Indicator (KPI)

Key Performance Indicator (KPI) adalah serangkaian langkah yang berfokus pada aspek-aspek kinerja organisasi yang paling penting untuk periode tertentu (masa sekarang) dan kesuksesan masa depan organisasi. KPI dapat diartikan sebagai ukuran atau indikator yang akan memberikan informasi sejauh mana kita telah berhasil mewujudkan sasaran strategis yang telah kita tetapkan. Dalam menyusun KPI kita harus sebaiknya menetapkan indikator kinerja yang jelas, spesifik dan terukur (*measurable*) (Mather, 2004).

KPI sebaiknya harus dinyatakan secara eksplisit dan rinci sehingga menjadi jelas apa yang diukur. Pada sisi lain, biaya untuk mengidentifikasi dan memonitor KPI sebaiknya tidak melebihi nilai yang akan diketahui dari pengukuran tersebut. Hindari pengukuran yang berlebihan yang tidak banyak memberi nilai tambah (Cowley, 2005).

Pengelolaan kinerja pegawai melalui sistem KPI memberikan sejumlah manfaat positif bagi perusahaan, diantaranya adalah (Mather, 2004):

- a. Kinerja setiap pegawai dapat dievaluasi secara lebih obyektif dan terukur, sehingga dapat mengurangi unsur subyektivitas yang sering terjadi dalam proses penilaian kinerja pegawai.
- b. Setiap pegawai menjadi lebih paham mengenai hasil kerja yang diharapkan darinya. Hal ini akan mendorong pegawai bekerja lebih optimal untuk mencapai target kinerja yang telah ditetapkan.
- c. KPI yang objektif dan terukur mendorong proses pembinaan kinerja pegawai dapat dilakukan secara lebih transparan dan sistematis.
- d. Hasil skor KPI yang objektif dan terukur dapat dijadikan dasar untuk pemberian *reward* dan *punishment* pegawai. Pegawai yang kinerjanya lebih bagus akan mendapat *reward*, sebaliknya yang kerjanya kurang baik akan mendapat *punishment*.

Dalam melakukan penyusunan KPI, maka diperlukan pembagian indikator kinerja utama, dan perlu penyusunan sistematis dan berimbang, dalam aplikasinya indikator kinerja utama bisa disusun dengan metode SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Reliable* dan *Time Bound*).

a. *Specific*

Penyusunan KPI harus bersifat khusus, detail dan terfokus. Indikator-indikator tersebut harus mencerminkan tujuan perusahaan. KPI berikutnya yang diperuntukkan bagi bagian perusahaan di bawahnya disusun dari penentuan KPI perusahaan sehingga terbentuk KPI masing-masing individu.

b. *Measurable*

Indikator kinerja utama harus bisa diukur dan bersifat objektif, seperti menggunakan angka. Contohnya jumlah produksi, jumlah komplain dan jumlah kecelakaan kerja. Indikator yang bisa diukur harus menunjukkan apakah tingkat keberhasilan kinerja sudah sangat bagus, bagus, kurang atau masih tidak bagus.

c. *Achievable*

KPI harus realistis karena digunakan sebagai petunjuk pengukuran. Target-target yang disusun di dalamnya seharusnya bisa dicapai oleh semua pihak yang terkait indikator yang nilainya terlalu rendah bisa membuat KPI yang disusun justru diremehkan sehingga tidak ada motivasi bagi setiap pelaksana untuk mencapai sebuah target yang diharapkan. Sebaliknya, apabila indikatornya terlalu tinggi, orang-orang yang berkepentingan di dalamnya akan merasa pesimis karena sudah merasa bahwa mustahil untuk melakukan pencapaian tersebut. Itulah mengapa KPI harus disusun secara realistis dan tentu bisa dicapai yang tentunya dengan mempertimbangkan kondisi atau situasi yang ada.

d. *Reliable*

KPI dibuat karena perannya sangat penting dalam sebuah organisasi. Indikator-indikator tersebut dapat diandalkan. KPI memfasilitasi setiap orang yang bekerja dalam

organisasi tersebut bisa memperoleh gambaran, tujuan-tujuan apa saja yang ingin dicapai oleh perusahaan dan apa saja yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut.

e. *Time Bound*

Time Bound yang dimaksud didasari oleh prinsip bahwa menentukan target waktu merupakan hal yang penting untuk diperhatikan saat menyusun KPI. Satuan waktu yang digunakan bisa disesuaikan dengan target yang ingin dicapai, bisa per jam, mingguan, bulan atau per tanggal. Contohnya target waktu untuk pembuatan laporan keuangan yang ditentukan setiap tanggal 1 tiap bulannya.

Maintenance Scorecard dibuat dalam penggunaan indikator manajemen yang berikutnya dikenal sebagai *Key Performance Indikator (KPI)* untuk mengarahkan kegiatan kepada pengembangan dan implementasi strategi. KPI pada *Maintenance Scorecard* didapatkan dari penentuan objektif dari setiap perspektif yang ada. Rumusan KPI pada setiap perspektif didasarkan pada tujuan yang ingin dicapai dan aktivitas yang ingin diukur ataupun diberi penilaian. Indikator berupa KPI pada keenam perspektif *Maintenance Scorecard* yang digunakan didalam penelitian ini adalah sebagai berikut. (Latif, 2016)

KPI untuk *Productivity Perspective* dijelaskan dalam perumusan:

$$\text{Rasio Kesesuaian Jadwal} = \frac{\text{Durasi Planning}}{\text{Durasi Actual}} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Jumlah Aktivitas Tambahan} = \text{Total Work Order Tambahan} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{Jumlah Pekerjaan Tertunda} = \frac{\text{Pekerjaan Tertunda}}{\text{Total Pekerjaan}} \dots\dots\dots (2.3)$$

KPI Untuk *Cost Effectiveness Perspective* dijelaskan dalam perumusan:

$$\text{Maintenance cost per produk} = \frac{\text{Biaya Pemeliharaan}}{\text{Cost Produksi}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Rata – rata waktu lembur} = \frac{\text{Total Waktu Lembur}}{\text{Total Waktu Kerja}} \dots\dots\dots (2.5)$$

KPI Untuk *Quality Perspective* dijelaskan dalam perumusan:

$$\text{Unit Availability} = \frac{\text{Unit Runtime}}{\text{Unit Runtime+Downtime}} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Unit Availability} = \frac{\text{Total Equipment Breakdown}}{\text{Total Equipment Fixed}} \dots\dots\dots (2.7)$$

KPI *Safety Perspective* dijelaskan dalam perumusan:

$$\text{Tingkat kecelakaan kerja} = \text{Total kecelakaan kerja saat pelaksanaan} \dots\dots\dots (2.8)$$

KPI untuk *Environment Perspective* dijelaskan dalam perumusan:

$$\text{Jumlah Pembuangan Limbah} = \text{Total limbah proses pelaksanaan} \dots\dots\dots (2.9)$$

KPI untuk *Learning Perspective* dijelaskan dalam perumusan:

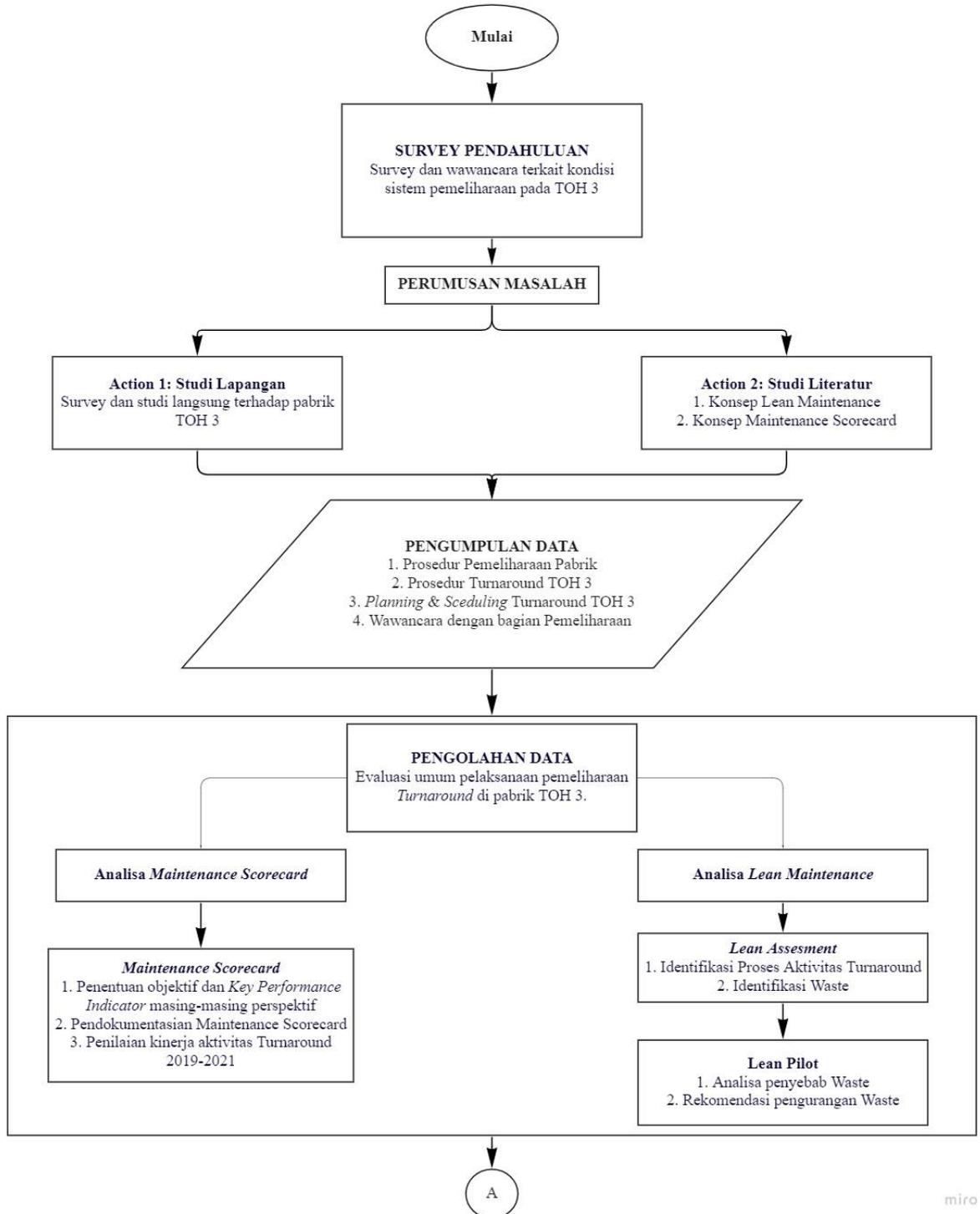
$$\text{Rasio Pelatihan} = \frac{\text{Total personel mendapat pelatihan}}{\text{Total personel}} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Kualitas Kontraktor} = \text{Total kontraktor dengan sertifikasi keahlian} \dots\dots\dots (2.11)$$

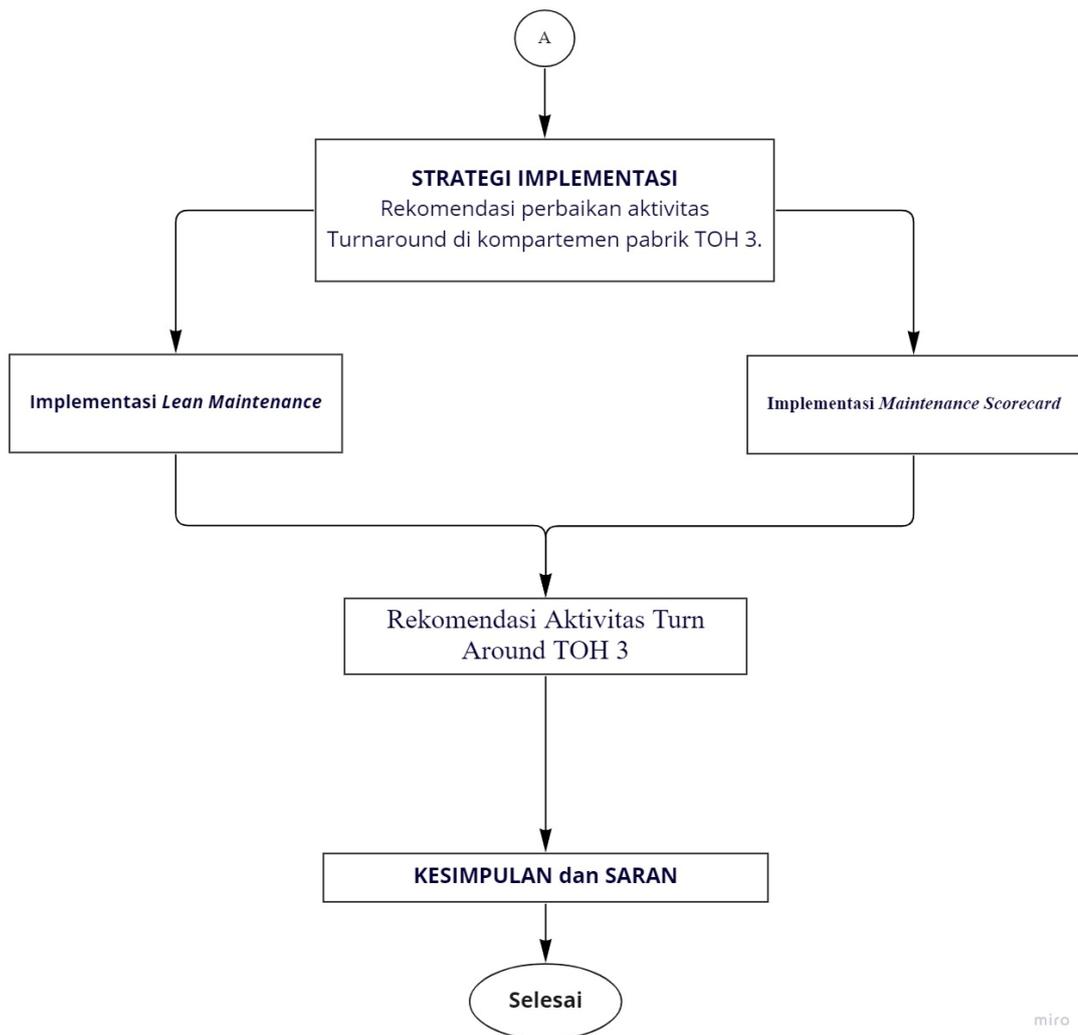
$$\text{Jumlah Studi Banding} = \text{Total studi banding pekerjaan terkait} \dots\dots\dots (2.12)$$

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian



miro



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pada sub bab ini diberikan langkah – langkah dalam pelaksanaan penelitian yang akan dilaksanakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan dan menyelesaikan permasalahan pada pabrik Thermal Oil Heater 3.

3.2.1 Survey Pendahuluan

Survei pendahuluan adalah proses awal yang dilakukan untuk mengetahui permasalahan dalam sistem pemeliharaan yang ada didalam perusahaan. Kegiatan ini memfokuskan penelitian di kompartemen pabrik *Thermal Oil Heater 3* dengan permasalahan yang paling dominan dibandingkan *plant* yang lain.

3.2.2 Rumusan Masalah

Proses ini dimulai dari lingkup yang luas, yaitu aktivitas pemeliharaan. Proses identifikasi menghasilkan beberapa permasalahan dalam aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3*. Permasalahan yang didapatkan adalah belum adanya evaluasi komprehensif terhadap pelaksanaan aktivitas pemeliharaan *Turnaround* di perusahaan serta belum ada indikator penilaian kinerja aktivitas pemeliharaan yang komprehensif dalam aktivitas pemeliharaan

Turnaround di pabrik *Thermal Oil Heater 3*, sehingga dirumuskan permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini menjadi empat bagian, yaitu:

1. Bagaimana hasil evaluasi aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3*?
2. Bagaimana perancangan sistem pengukuran aktivitas *Turnaround* menggunakan pendekatan *maintenance scorecard*?
3. Bagaimana penerapan *lean maintenance* untuk analisa aktivitas *Turnaround* di *Thermal Oil Heater 3 Plant*?
4. Apa rekomendasi perbaikan aktivitas *Turnaround* di *Thermal Oil Heater 3 Plant*?

3.2.3 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk menghimpun data yang dibutuhkan untuk proses penelitian pada tugas akhir ini. Data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian ini adalah permesinan pada objek penelitian itu sendiri yaitu *Thermal Oil Heater 3*, prosedur pemeliharaan pabrik, pedoman kerja *Turnaround* dan sistem pemeliharaan pada *Thermal Oil Heater 3 Plant*, dan data pendukung aktivitas pemeliharaan yang dapat diketahui melalui wawancara. Dalam hasil studi lapangan didapatkan komponen-komponen pabrik yang menjadi sasaran utama dalam setiap pelaksanaan *Turnaround*.

3.2.4 Studi Literatur

Studi literatur adalah proses mendapatkan wawasan dan pengetahuan terkait ilmu yang menjadi dasar penelitian dengan mempelajari buku, jurnal, dan sumber pengetahuan yang memberikan informasi terkait sistem pemeliharaan seperti *Lean Maintenance* dan *Maintenance Scorecard*. Pada tahap ini dilakukan pembelajaran terhadap hasil penelitian *Turnaround* dan aktivitas *maintenance* yang telah diteliti oleh peneliti terdahulu yang berkorelasi dengan aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3*. Penulis mempelajari ilmu teknik manajemen perawatan yang berhubungan dengan *planning dan scheduling Turnaround*.

3.2.5 Pengumpulan Data

Studi lapangan dan studi literatur yang telah dilakukan dilanjutkan dengan tahapan berikutnya untuk menyelesaikan perumusan masalah yang ada. Tahapan berikutnya dapat dilakukan dengan pengumpulan data dan pengelompokannya. Data yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Prosedur Pemeliharaan Pabrik
2. Prosedur *Turnaround* TOH 3
3. *Planning & Sceduling Turnaround* TOH 3
4. Wawancara dengan bagian Pemeliharaan

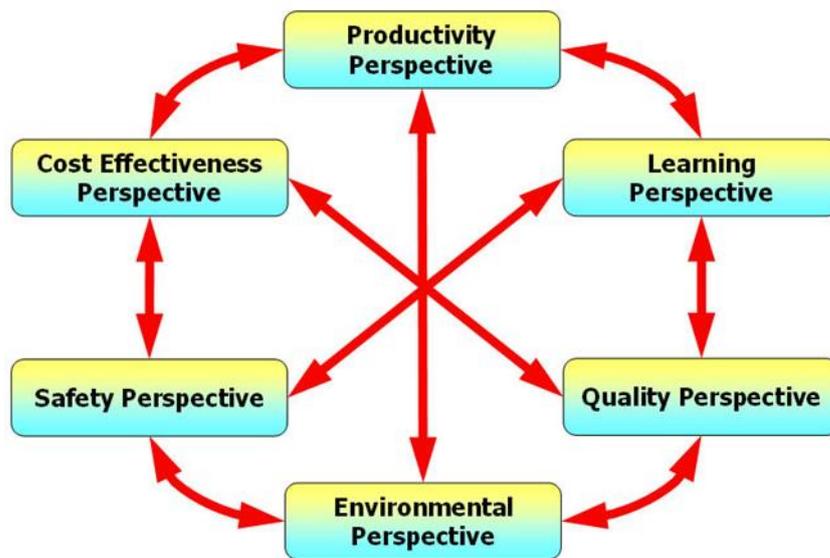
3.2.6 Perancangan *Maintenance Scorecard* Aktivitas *Turnaround* kompartemen *Thermal Oil Heater 3 Plant*

Metodologi untuk mengukur kinerja aktivitas pada proses pelaksanaan pemeliharaan *Turnaround* TOH 3 dilaksanakan menggunakan prinsip *Maintenance Scorecard*. Aktivitas *Turnaround* kompartemen pabrik *Thermal Oil Heater 3* belum memiliki indeks pengukuran yang tepat dan jelas, oleh karena itu dibutuhkan *tool* untuk menentukan ketercapaian aktivitas *Turnaround* di kompartemen pabrik *Thermal Oil Heater 3*.

Dalam sistem pemeliharaan, hal yang paling penting dalam menilai keberhasilan adalah pengukuran yang akurat. Pengukuran akurat itu sendiri didasarkan kondisi aktual di lapangan dan korelasinya terhadap aktivitas pemeliharaan *Turnaround* serta kontrol yang tepat dalam menjalankan aktivitas pengukuran. Evaluasi pelaksanaan *Turnaround* selama ini perlu didukung upaya kontrol perbaikan sistem pelaksanaan *Turnaround*.

Analisa permasalahan dilakukan di lapangan serta mengamati perkembangan setiap tahunnya dan diketahui bahwa indikator penilaian tersebut dinilai masih belum menjawab evaluasi yang diperlukan. Atas dasar tersebut, penulis merasa perlu untuk dilakukan analisa pengukuran dengan direkomendasikannya sistem pengukuran baru. Perancangan kinerja dilakukan dengan pemilihan penilaian yang baik dan komprehensif. Berdasarkan kajian literatur dari berbagai sumber pustaka dan kajian lapangan maka dalam penelitian ini akan dilakukan dirancang sistem pengukuran dengan menggunakan pendekatan *maintenance scorecard*.

Dalam aktivitas pelaksanaannya, pengukuran dengan menggunakan metode *maintenance scorecard* dilihat dalam enam perspektif saat pelaksanaannya, sesuai dengan gambar 3.2 yang masing-masing perspektif akan ditentukan objektif penilaian dan target pencapaiannya.



Gambar 3.2 Perspektif Maintenance Scorecard (D. Mather, 2005)

Masing masing perspektif memiliki pengaruh tersendiri dalam kelangsungan aktivitas *maintenance*, enam perspektif itu sendiri antara lain:

1. *Productivity Perspective*
2. *Cost Effectiveness Perspective*
3. *Quality Perspective*
4. *Safety Perspective*
5. *Environmental Perspective*
6. *Learning Perspective*

Perancangan *maintenance scorecard* terdiri dari tiga tahap, yaitu *development*, *creation* dan *embedding*. Perancangan *maintenance scorecard* didalam penelitian ini hanya sampai ke tahap *development* saja. Pada tahap *development*, hierarki dilakukan pada level korporasi dengan menyatakan keunggulan kompetitif yang ada.

Struktur dari metode *maintenance scorecard* (Msc) ini terbagi ke dalam enam perspektif dengan masing-masing indikator, KPI serta formulanya masing-masing. Tahapan dalam merancang MSc ini adalah:

1. Penjajakan pada seluruh tingkat unit yang berhubungan dengan aktivitas pemeliharaan
2. Pengumpulan data

3. Pemetaan Objektif dan penentuan KPI pada MSc
4. Pembobotan setiap KPI untuk masing-masing perspektif
5. Pendokumentasian Perumusan Msc

Pada tahap pengumpulan data dilakukan pengumpulan data primer dan sekunder yang dilakukan dengan wawancara, observasi lapangan dan pengumpulan data dari berbagai literatur sebagai sumber referensi.

Berdasarkan tahapan pelaksanaan perancangan *Maintenance scorecard* dalam penelitian ini untuk tahapan awal dilakukan dengan kerja sama dengan tim pemeliharaan, dan penelitian dimulai langsung pada tahap pengumpulan data dan setelah dilakukan pengumpulan data maka dilakukan pemetaan objektif dan penentuan KPI.

3.2.7 Evaluasi Umum Sistem Pemeliharaan *Turnaround* kompartemen *Thermal Oil Heater 3 Plant*

Evaluasi terhadap aktivitas pemeliharaan di kompartemen *Thermal Oil Heater 3 Plant* dilaksanakan pada awal penelitian ini untuk melakukan perbaikan sistem pemeliharaan, dimana dilakukan analisa terhadap aktivitas *Turnaround* pada pabrik terkait pada tahun 2019 sampai 2021.

3.2.8 Evaluasi Sistem Pemeliharaan dengan Pendekatan *Lean Maintenance*

Identifikasi *waste* dilakukan untuk mendapatkan upaya perbaikan dari permasalahan pelaksanaan yang muncul pada evaluasi umum. Identifikasi pada aktivitas *Turnaround* di kompartemen *Thermal Oil Heater 3 Plant* ini dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan *lean maintenance*, dengan menerapkan metode *Seven waste*. Jenis *waste* terbesar yang paling mempengaruhi pelaksanaan aktivitas *Turnaround* sebelumnya akan ditelusuri lebih lanjut sehingga didapatkan akar permasalahannya.

3.2.9 Rekomendasi Pelaksanaan Aktivitas *Turnaround* pabrik *Thermal Oil Heater 3*

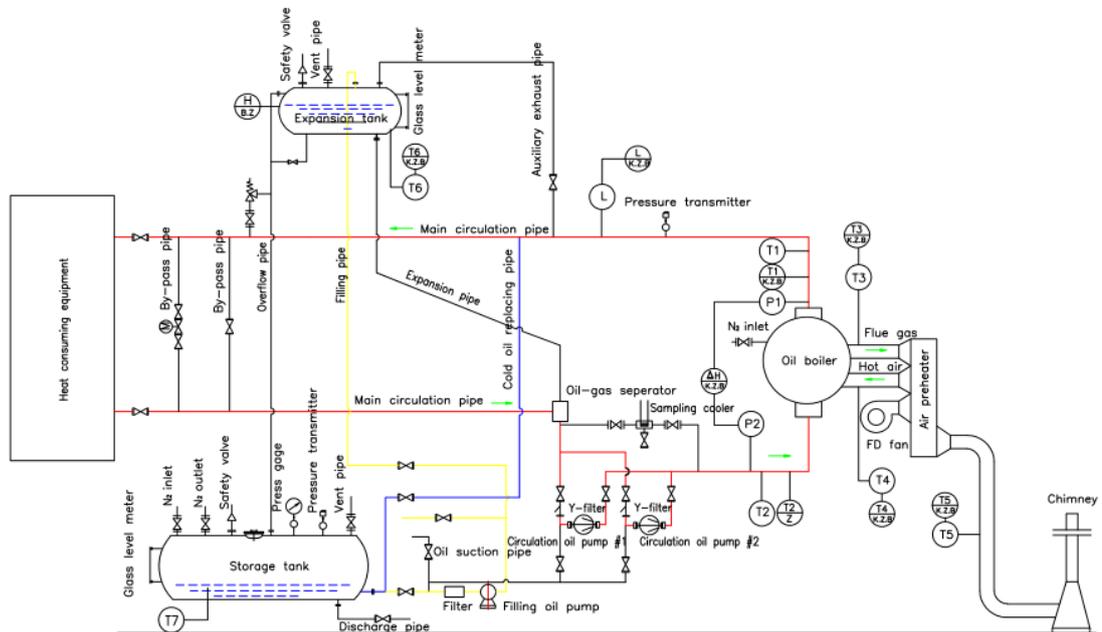
Hasil evaluasi aktivitas *Turnaround* yang tepat dari pendekatan *lean maintenance* maupun *brainstorming* dan analisa data historis dapat dilanjutkan dengan pemberian rekomendasi perbaikan untuk mendukung optimalisasi kegiatan *Turnaround* di kompartemen *Thermal Oil Heater 3 Plant*.

BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

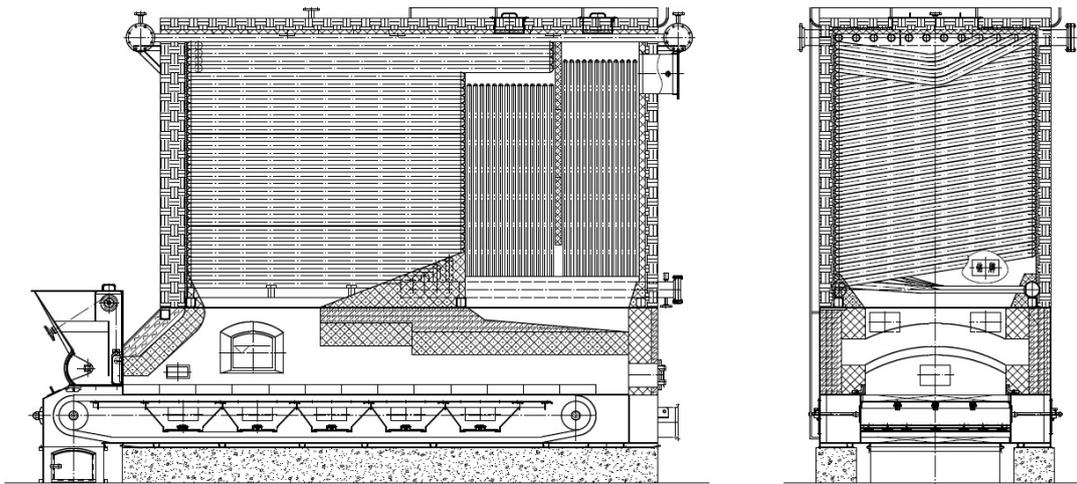
4.1 Thermal Oil Heater 3 Plant

Pabrik yang menjadi objek penelitian ini adalah *Thermal Oil Heater 3* atau biasa disebut oleh tim didalam perusahaan sebagai TOH 3. TOH 3 merupakan *plant* perluasan dari dua *plant* TOH sebelumnya dengan kapasitas lebih besar, yaitu 23,5 MW. TOH 3 merupakan *plant* improvisasi perusahaan yang diperoleh dari perusahaan manufaktur asal Tiongkok. *Thermal Oil Heater* ini merupakan tipe *Horizontal Thermal Oil Heater Boiler*. Bahan bakar boiler yang digunakan adalah batu bara dengan kalori yang tinggi. *Thermal Oil Heater* ini dikenal sebagai boiler pembawa panas organik, dan merupakan boiler industri yang digunakan dalam lingkungan bertekanan rendah dan bersuhu tinggi untuk menyediakan energi panas yang sangat efisien.

Spesifikasi dari TOH 3 adalah memiliki tekanan rated 4,8 bar, medium aliran sirkulasi $615 \text{ m}^3/\text{h}$, dan temperatur kerja 300-310°C. TOH ini dilengkapi dengan HRSG, karena operasinya memiliki suhu tinggi karena suhu pengembalian minyak yang diperlukan tinggi. Emisi suhu tinggi dalam pemanasan *thermal oil* ini tidak hanya membuang energi, tetapi mencemari lingkungan, dan karena itu, pemanfaatan *flue gas* dengan HRSG memberikan efisiensi pemanfaatan panas yang lebih baik. HRSG memulihkan panas dari gas buang untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan *plant* lainnya.



Gambar 4.1 Diagram Ilustrasi P&ID Thermal Oil Heater (m.xinliboiler.com)



Gambar 4.2 Diagram Furnace Boiler pada Thermal Oil Heater (m.xinliboiler.com)

Sistem pemeliharaan adalah salah satu aktivitas perusahaan terpenting pada *Thermal Oil Heater* 3. Aktivitas ini dilakukan dengan tujuan utama melakukan aktivitas pemeliharaan/perbaikan peralatan pabrik/ *equipment* dan atau peralatan/sarana penunjang lainnya yang dimiliki oleh perusahaan. Aktivitas maintenance pada perusahaan terdiri dari beberapa jenis yang setiap aktivitasnya disesuaikan dengan kebutuhan pabrik dan karakter kerusakan di lapangan. Jenis-jenis aktivitas tersebut seperti yang tercantum dalam tabel 4.1 berikut.

Table 4.1 Aktivitas Pemeliharaan pada *Thermal Oil Heater* 3

No	Jenis	Deskripsi	Contoh
1	<i>Corrective Maintenance</i>	<i>Breakdown</i> yang menyebabkan unit tidak <i>running</i> (harus stop) dan tidak ada <i>back up</i> saat itu sehingga menyebabkan <i>supply</i> produk stop produksi/terganggu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trip PLN menyebabkan sistem kontrol produksi TOH 3 terganggu 2. Trip Boiler TOH 3 oleh permasalahan teknis pada komponen <i>furnace</i> maupun operasional diluar kondisi normal
2	<i>Preventive Maintenance</i>	<i>Maintenance order</i> yang sudah terjadwal dan dilakukan secara rutin dalam rentang waktu tertentu	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Turnaround</i> TOH 3 2. PM ID Fan, PM ESP, PM FDF, dan PM Valves
3	<i>Condition Monitoring</i>	<i>Maintenance order</i> yang sudah terjadwal setiap bulannya secara rutin dalam rentang waktu tertentu tanpa menyebabkan <i>breakdown</i> di unit yang sedang berjalan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Regreasing bearing</i> ID Fan, FD Fan, shaft stoker 2. <i>Check</i> vibrasi ID Fan, FD Fan 3. <i>Check</i> temperatur <i>equipment</i> pada jalur <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>
4	<i>Predictive Maintenance</i>	<i>Repair maintenance</i> ketika ada temuan dari rutinitas <i>condition monitoring</i> dan temuan operasional/ logsheet dari rutinitas pengecekan	<ol style="list-style-type: none"> 1. OH pompa sirkulasi oil ketika ada temuan seperti <i>noise</i> tanpa mengganggu <i>supply oil</i> ke plant 2. Temuan vibrasi ID Fan

			yang mengharuskan <i>cleaning</i> dengan syarat tanpa mengganggu produksi ke <i>plant</i> produksi
5	<i>Maintenance Modification</i>	<i>Maintenance</i> yang dilakukan bukan karena <i>breakdown unit</i> , tetapi penambahan/ <i>improvement</i> (rekayasa <i>engineering</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Improvement vibrator hopper coal</i> 2. Instalasi <i>mainhole</i> tambahan untuk kemudahan inspeksi dan <i>cleaning impeller ID Fan</i> 3. Instalasi <i>soot blow economizer</i>
6	<i>Refurbishment</i>	<i>Maintenance order</i> untuk memperbaiki <i>equipment</i> yang tidak digunakan lagi menjadi berguna kembali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaiki pompa sirkulasi rusak, dilakukan dengan penggantian <i>spare part seal, impeller, casing, dan ring.</i>
7	<i>Calibration</i>	Pekerjaan <i>maintenance</i> untuk kalibrasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalibrasi PG <i>Piping oil, Piping steam, dan Piping water</i> 2. Kalibrasi TG <i>Piping oil, Piping steam, dan Piping water</i> 3. Kalibrasi <i>Safety Valve boiler</i>

4.2 Sistem Pengukuran Aktivitas Pemeliharaan *Turnaround* saat ini

Berdasarkan strategi perusahaan terkait pelaksanaan aktivitas pemeliharaan terutama pada departemen *Utility* sebagai tempat TOH 3 berada, indikator penilaian atau performa dalam mengukur sistem pemeliharaan *Turnaround* yang ada adalah sebagai berikut.

1. Keselamatan dengan prinsip *zero accident*
2. Kesesuaian pengeluaran untuk aktivitas dengan budget tahunan per *plant* yang telah ditetapkan
3. Durasi aktual pelaksanaan *Turnaround* dengan perencanaan *Turnaround*
4. Perbandingan jam kerja aktual dengan jam kerja yang telah direncanakan

Dalam realisasi aktivitas pelaksanaan *Turnaround* seringkali tidak memperhatikan indikator performa karena tidak ada pengukuran yang pasti dan terdokumentasikan dan hanya mengandalkan laporan terkait kegiatan per harinya dari user terhadap manager *plant* dan jajaran manajemen departemen *Utility*, sehingga pada penilaian dan evaluasi tidak jarang terjadi kemiripan tanpa ada perbaikan atas evaluasi yang terjadi, dan aktivitas saat ini hanya dinilai dari rasio biaya perencanaan dan realisasi jika dilihat dari sisi manajemen, serta rasio perbandingan durasi aktual dan perencanaan pada lapangan. Observasi penulis mendapatkan bahwa manajemen dan tim berfokus pada kecepatan dan ketepatan pelaksanaan aktivitas *Turnaround* dengan konsiderasi *loss production* dan aktivitas aktual di lapangan tidak terdokumentasi dengan baik, oleh karena itu *continuous improvement* sulit untuk diterapkan.

4.3 Analisa Data Pengukuran Aktivitas *Turnaround* dengan *Maintenance Scorecard*

Dalam melakukan aktivitas pengukuran tersebut, terutama dalam menilai keberhasilan aktivitas *Turnaround*, memiliki indikator penilaian seperti disebutkan pada sub-bab 4.2 tentang penilaian aktivitas *Turnaround* saat ini. Analisa permasalahan dilakukan di lapangan serta mengamati perkembangan setiap tahunnya dan diketahui bahwa indikator penilaian tersebut dinilai masih belum menjawab evaluasi yang diperlukan. Atas dasar tersebut, penulis merasa perlu untuk dilakukan analisa pengukuran dengan direkomendasikannya sistem pengukuran baru.

4.3.1 Pemetaan Objektif dan penentuan *Key Performance Indicator* Pada *Maintenance Scorecard*

Pemetaan dilakukan untuk setiap objektif pada enam perspektif *maintenance scorecard* yang ada. Pemetaan tersebut akan menghasilkan objektif yang mengikuti pola dengan baik dan dapat mendukung strategi jangka pendek maupun jangka panjang perusahaan sebagaimana tertuang dalam visi, misi dan strategi perusahaan. Pemetaan Objektif dan penentuan KPI ini sendiri akan dibahas secara rinci untuk masing masing perspektif.

4.3.1.1 Analisa Perspektif Produktifitas

Productivity perspective adalah perspektif yang memprioritaskan bagaimana aspek manajemen berpengaruh terhadap kemampuan untuk memproduksi lebih. Produktivitas menjadi sebuah ukuran yang menyatakan bagaimana baiknya sumber daya diatur dan untuk mencapai hasil yang optimal. Dalam aktivitas pemeliharaan *Turnaround* memiliki target utama yaitu mendukung aktivitas produksi agar berjalan lebih optimal yang sama halnya dengan aktivitas pemeliharaan lain.

Berdasarkan hasil analisa lapangan maka untuk aspek *productivity* didapatkan dua tujuan yaitu mengoptimalkan perencanaan/penjadwalan pemeliharaan dan meningkatkan kompetensi dan produktifitas tenaga kerja. Optimalisasi perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan dipenuhi dengan dua KPI yaitu rasio kesesuaian jadwal dan jumlah aktivitas tambahan. Untuk meningkatkan kompetensi dan produktifitas tenaga kerja, dibuat sebuah KPI yaitu jumlah pekerjaan tertunda dibandingkan yang terselesaikan.

4.3.1.2 Analisa Perspektif *Cost Effectiveness*

Hasil analisa lapangan dan pengalaman penulis dalam mengikuti proses pekerjaan pemeliharaan yang dilaksanakan mengarahkan objektif untuk tujuan utama dalam hal meningkatkan *cost effectiveness* untuk aktivitas pemeliharaan *Turnaround* yaitu mengoptimalkan *maintenance cost*. Pada tujuan mengoptimalkan biaya pemeliharaan, maka ditentukan dua KPI yaitu *maintenance cost* per produk dan rata-rata waktu lembur.

4.3.1.3 Analisa Perspektif *Quality*

Hasil analisa lapangan dan pengalaman penulis dalam mengikuti proses pekerjaan pemeliharaan yang dilaksanakan mengarahkan objektif untuk peningkatan kualitas proses pemeliharaan dengan tiga tujuan utama yaitu meningkatkan *availability plant* dan menurunkan *breakdown equipment* yang menyebabkan tingginya *repair maintenance*. Dalam memenuhi dua tujuan tersebut dalam perspektif ini, maka ditentukan masing-masing satu KPI untuk satu tujuan yaitu unit *availability* dan frekuensi *breakdown*.

4.3.1.4 Analisa Perspektif *Safety*

Safety adalah hal terpenting dalam dunia industri. Dalam hal ini, perusahaan sangat berkomitmen dalam setiap aspek pelaksanaannya. Berdasarkan analisa lapangan, ditetapkan

tujuan dari perspektif ini adalah untuk meningkatkan aktivitas menuju *Zero Accident*, oleh karena itu hal ini dipertahankan dengan ditetapkannya KPI yaitu tingkat kecelakaan kerja sebagai jumlah kerelacaan kerja pada setiap proses *maintenance*.

4.3.1.5 Analisa Perspektif *Environment*

Pada perspektif ini, hal utama yang ditekankan adalah apa yang dapat dilakukan untuk memastikan bahwa paparan kegiatan pada pabrik terhadap lingkungan berada dalam tingkat yang dapat ditoleransi. Keberlangsungan lingkungan menjadi salah satu prioritas terpenting dalam dunia industri dan diawasi pemerintahan, oleh karena itu hal ini perlu diatur didalam lingkungan pabrik. Berdasarkan studi lapangan yang dilaksanakan, maka tujuan utama dalam perspektif ini adalah meningkatkan kesadaran setiap *stakeholder plant* akan pentingnya menjaga lingkungan. KPI yang ditentukan untuk melaksanakan tujuan tersebut yaitu jumlah pembuangan limbah dalam setiap proses. Dalam hal ini, KPI dapat ditelusuri lebih lanjut untuk setiap pekerjaan pemeliharaan terutama yang berkaitan dengan pembuangan limbah.

4.3.1.6 Analisa Perspektif *Learning*

Pada perspektif ini, hal utama yang ditekankan adalah bagaimana tim pemeliharaan dapat terus berinovasi dan menggunakan manajemen aset sebagai penunjang perkembangan. Berdasarkan analisa lapangan maka ditetapkan tiga tujuan yaitu meningkatkan kesadaran akan pentingnya standar operasi pekerjaan, meningkatkan kemauan belajar, dan perbaikan berkelanjutan. Dalam mendukung tiga tujuan tersebut maka ditetapkan tiga KPI yaitu rasio jumlah tenaga kerja yang mendapatkan pelatihan, kualitas kontraktor, dan jumlah studi banding.

4.3.2 Pembobotan *Key Performance Indicator (KPI)* untuk masing-masing perspektif

Key Performance indicator atau KPI adalah indikator pencapaian performa yang diterapkan untuk mengukur tingkat ketercapaian setiap objektif, sehingga didapatkan visualisasi ketercapaian kesuksesan proses pemeliharaan pada *plant* TOH 3. Enam perspektif yang telah ditentukan digunakan untuk menentukan setiap tujuan yang diperlukan untuk ketercapaian tersebut dengan KPI yang telah ditentukan dari setiap perspektif-nya.

Dalam melanjutkan untuk dapat dilakukan proses perhitungan, maka dengan tujuan untuk memiliki akurasi dan keseimbangan dilaksanakan pembobotan dari setiap perspektif. Pembobotan dilakukan dengan pelaksanaan proses wawancara terhadap tim pemeliharaan dengan konsiderasi pelaksanaan pada lapangan. Proses wawancara dilaksanakan dengan penetapan definisi objektif yang telah dilakukan dari setiap analisa perspektif, lalu dilanjutkan dengan pemilihan perspektif yang menjadi konsentrasi utama pada pelaksanaan *Turnaround* TOH 3. Objektif yang telah disusun sebagai dasar pembobotan perspektif dapat dilihat pada table 4.2 berikut.

Table 4.2 Matrix Pembobotan Rancangan *Maintenance Scorecard*

No.	Perspektif	Objektif / Tujuan	Rancangan KPI
1	<i>Productivity</i>	Mengoptimalkan perencanaan/penjadwalan pemeliharaan dan meningkatkan kompetensi dan produktifitas tenaga kerja	Rasio kesesuaian jadwal, Jumlah aktivitas tambahan, Jumlah pekerjaan tertunda
2	<i>Cost Effectiveness</i>	Mengoptimalkan maintenance cost	Maintenance cost per produk, Rata-rata waktu lembur

3	Quality	Meningkatkan <i>availability plant</i> , menurunkan <i>breakdown equipment</i> yang menyebabkan tingginya <i>repair maintenance</i>	Unit <i>availability</i> , Frekuensi <i>breakdown</i>
4	Safety	Mempertahankan aktivitas <i>Zero Accident</i>	Tingkat kecelakaan kerja
5	Environment	Meningkatkan kesadaran setiap <i>stakeholder plant</i> akan pentingnya menjaga lingkungan	Jumlah pembuangan limbah
6	Learning	Meningkatkan kesadaran akan pentingnya standar operasi pekerjaan, meningkatkan kemauan belajar, dan perbaikan berkelanjutan	Rasio pelatihan, Kualitas kontraktor, Jumlah studi banding
Matriks Pembobotan:		1 (Tidak Penting)	
		2 (Kurang Penting)	
		3 (Penting)	
		4 (Penting dan Aplikatif)	
		5 (Sangat Penting dan Aplikatif)	

Matrix pembobotan yang ada diberikan kepada stakeholder untuk kemudian menentukan indikator yang memiliki kemungkinan pengukuran yang aplikatif dan dapat dijadikan penilaian dalam setiap evaluasi *Turnaround* yang dilaksanakan oleh perusahaan. Hasil pengolahan data preferensi pada setiap KPI yang ada digunakan untuk menentukan bobot masing-masing perspektif pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Table 4.3 Hasil Pembobotan Setiap Perspektif Maintenance Scorecard

No.	Perspektif	SH1	SH3	Rata - Rata	Bobot
1	Productivity	5	5	5	0,20
2	Cost Effectiveness	3	4	3,5	0,14
3	Quality	5	5	5	0,20
4	Safety	5	5	5	0,20
5	Environment	3	3	3	0,12
6	Learning	4	4	4	0,16
Total				25,5	1
Keterangan:					
SH1:	Manager Plant				
SH3:	Divisi Maintenance & Engineering				

4.4 Pengukuran Ketercapaian KPI Maintenance Scorecard pada Turnaround 2019-2021

Objektif dari seluruh perspektif pada *Maintenance Scorecard* yang menghasilkan KPI dilanjutkan dengan evaluasi kinerja pelaksanaan *Turnaround* sebelumnya. Evaluasi kinerja ini akan dilakukan berdasarkan perhitungan berdasarkan KPI terkait. Dalam penelitian ini hasil pengukuran digunakan sebagai tolak ukur pelaksanaan *Turnaround* berikutnya yang target atau nilai KPI yang ingin dicapai dapat ditentukan oleh perusahaan.

Hasil pembobotan yang telah dilaksanakan mendapatkan 3 perspektif utama yang menjadi fokus utama para stakeholder perusahaan. Perspektif tersebut adalah perspektif produktivitas, perspektif kualitas, dan perspektif keselamatan. Pengukuran ketercapaian *Turnaround* pada tahun 2019-2021 akan dilakukan berdasarkan fokus utama KPI yang ingin dicapai sesuai dengan pembobotan perspektif yang ada.

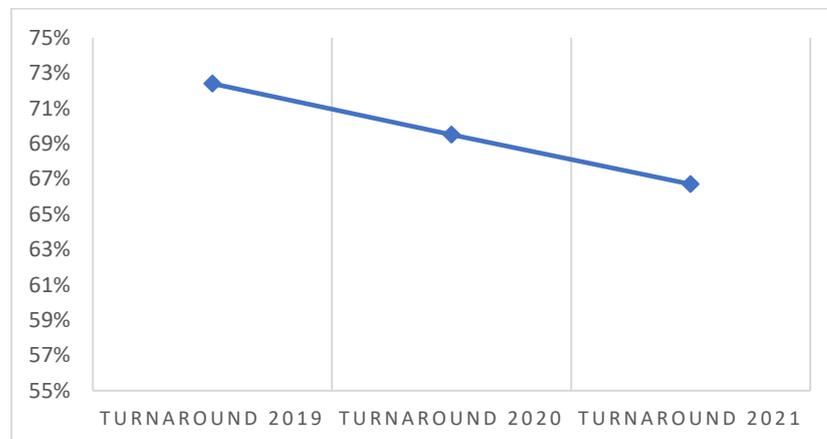
4.4.1 Perhitungan KPI pada Perspektif Produktivitas

Proses perhitungan KPI pada Perspektif Produktifitas dilakukan pada tiga KPI yang telah disusun yaitu Rasio Kesesuaian Jadwal, Jumlah Aktivitas Tambahan, dan Jumlah Pekerjaan Tertunda. Perhitungan untuk mendapatkan nilai per KPI pada setiap pelaksanaan *Turnaround* dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Table 4.4 Perhitungan KPI pada Perspektif Produktivitas

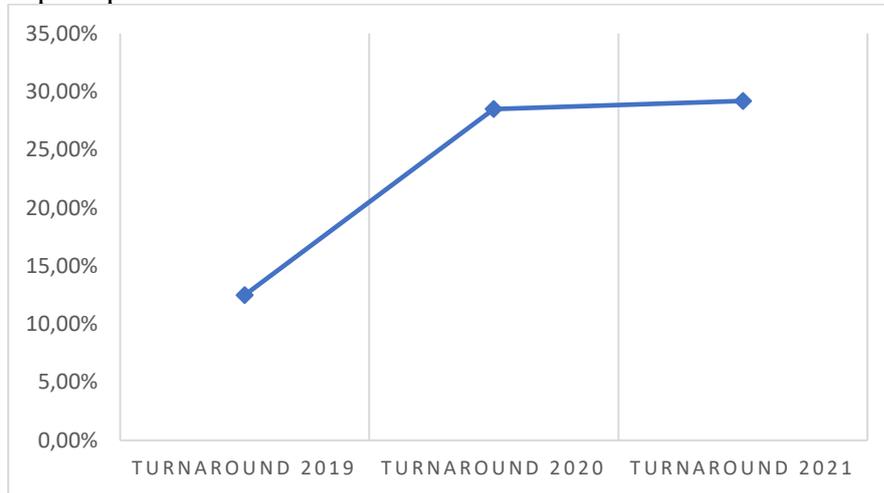
Turnaround 2019		
No.	KPI	Nilai
1	Rasio Kesesuaian Jadwal	72.4%
2	Jumlah Aktivitas Tambahan	4
3	Jumlah Pekerjaan Tertunda	12.5%
Turnaround 2020		
No.	KPI	Nilai
1	Rasio Kesesuaian Jadwal	69.5%
2	Jumlah Aktivitas Tambahan	-
3	Jumlah Pekerjaan Tertunda	28.5%
Turnaround 2021		
No.	KPI	Nilai
1	Rasio Kesesuaian Jadwal	66.7%
2	Jumlah Aktivitas Tambahan	2
3	Jumlah Pekerjaan Tertunda	29.2%

Hasil perhitungan KPI ini dirangkum dari ketiga kinerja *Turnaround* yang telah dilaksanakan masing-masing pada tahun 2019, 2020, dan 2021. Ketercapaian setiap KPI yang ada dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.3 KPI Rasio Kesesuaian Jadwal

Rasio kesesuaian jadwal sebagai KPI menunjukkan kinerja *Turnaround* per tahunnya mengalami penurunan yang signifikan. Rasio tertinggi didapatkan pada tahun 2019 dimana kinerja *Turnaround* dari KPI terkait sebesar 72,4%, sedangkan kinerja *Turnaround* pada tahun 2021 memiliki nilai 66,7%. KPI yang menunjukkan jumlah aktivitas tambahan per pelaksanaan *Turnaround* dapat disimpulkan mengalami penurunan dari tahun 2019-2021. Aktivitas tambahan yang dimaksud merupakan jumlah *work order* tambahan yang tidak menjadi pekerjaan sesuai pada perencanaan *Turnaround*.



Gambar 4.4 KPI Jumlah Pekerjaan Tertunda

Pada KPI yang menunjukkan kinerja pada pelaksanaan lapangan berupa pekerjaan tertunda, didapatkan kenaikan dari *Turnaround* 2019 ke *Turnaround* 2020. Jumlah pekerjaan tertunda yang tinggi menjadi indikator pelaksanaan *Turnaround* yang dilakukan kurang baik dari segi perencanaan serta persiapan. Nilai KPI terkait menunjukkan kinerja *Turnaround* dari tahun ke tahun semakin kurang baik, dengan nilai KPI *Turnaround* 2021 adalah 29,2%.

4.4.2 Perhitungan KPI pada Perspektif Kualitas

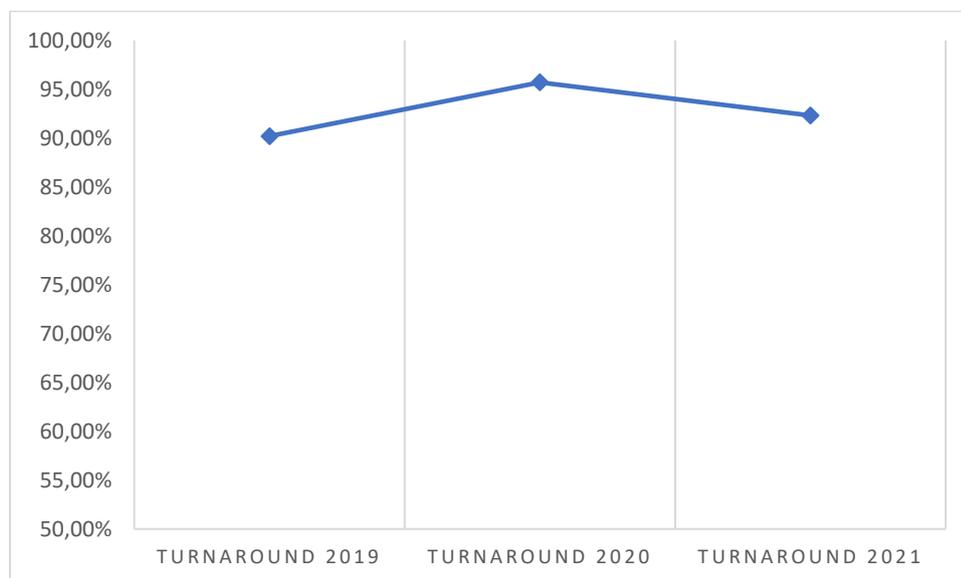
Proses perhitungan KPI pada Perspektif Kualitas dilakukan pada dua KPI yang telah disusun. Perhitungan untuk mendapatkan nilai per KPI pada setiap pelaksanaan *Turnaround* dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Table 4.5 Perhitungan KPI pada Perspektif Kualitas

Turnaround 2019		
No.	KPI	Nilai
1	<i>Unit availability</i>	90.2%
2	Frekuensi <i>breakdown</i>	21.4%
Turnaround 2020		
No.	KPI	Nilai
1	<i>Unit availability</i>	95.7%
2	Frekuensi <i>breakdown</i>	28.6%
Turnaround 2021		
No.	KPI	Nilai
1	<i>Unit availability</i>	92.3%

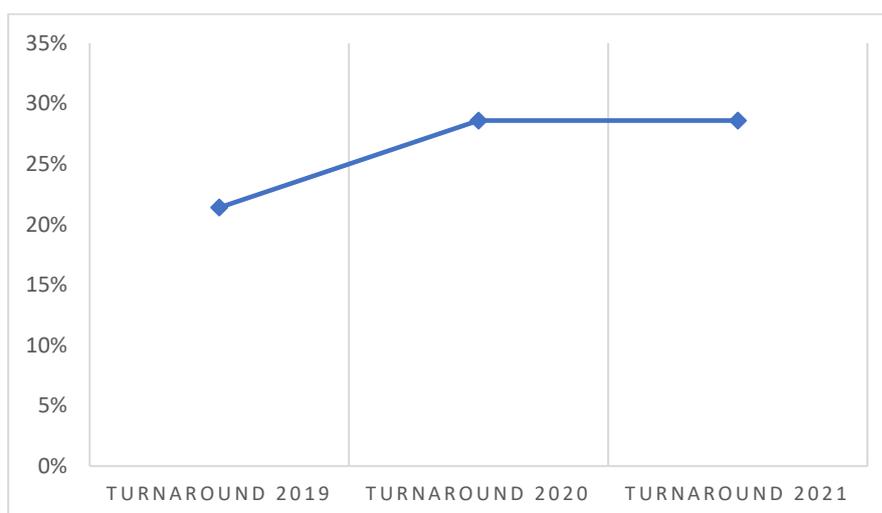
2	Frekuensi <i>breakdown</i>	28.6%
---	----------------------------	-------

Hasil perhitungan pada perspektif ini, dapat dirangkum ketercapaian KPI dari ketiga kinerja *Turnaround* yang telah dilaksanakan masing-masing pada tahun 2019, 2020, dan 2021. Ketercapaian setiap KPI yang ada dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.5 KPI Unit Availability

KPI ini menunjukkan kinerja berupa *availability plant* pada durasi per *Turnaround* yang dilaksanakan, dari rentang waktu *Turnaround* 2019-2020 diketahui *availability plant* TOH 3 sebesar 90,2%. *Availability plant* pada rentang waktu dari *Turnaround* 2020-2021 adalah 95,7%, nilai tertinggi dari *availability plant* setiap selesai *Turnaround* dalam 3 tahun terakhir.



Gambar 4.6 KPI Frekuensi breakdown

KPI ini menunjukkan banyaknya *breakdown equipment* setelah *Turnaround* terakhir yang dilaksanakan per tahunnya dari setiap *equipment* yang dilakukan perbaikan atau

penggantian. Tingkat *availability plant* mengalami kenaikan dari tahun 2019, meskipun diketahui bahwa jumlah *breakdown* yang terjadi pada *plant* TOH 3 pada tahun 2020 dan 2021 per selesai *Turnaround* tahunan lebih besar daripada tahun 2019. Pada tahun 2020 dan 2021, jumlah *breakdown equipment* setelah *Turnaround* mengalami kesamaan pada nilai 28,6%.

4.4.3 Perhitungan KPI pada Perspektif Keselamatan

Pada perspektif keselamatan atau *safety*, dimiliki satu KPI yaitu Tingkat Kecelakaan Kerja. KPI ini memiliki objektif untuk mempertahankan *zero accident* pada pekerjaan *Turnaround*. Dalam hal ini, sesuai dengan rekap data tim EHS, pada kegiatan *Turnaround* 2019 sampai dengan *Turnaround* 2021 tidak ada kecelakaan kerja yang terjadi.

Pada penelitian ini, untuk memberikan rekomendasi perbaikan pada kinerja *Turnaround* pada TOH 3 maka dilakukan analisa lebih lanjut terkait pekerjaan yang dilakukan dari setiap *Turnaround* dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2021. Solusi akan diberikan sesuai dengan analisa *7 waste* pada prinsip penerapan *Lean Maintenance*.

4.5 Analisa Pelaksanaan Aktivitas *Turnaround* tahun 2019

Pelaksanaan *Turnaround* dilakukan sebagai kegiatan pemeliharaan dengan interval 1 tahun sekali. Dalam perencanaan aktivitas ini, biasanya dilaksanakan pemeriksaan operasional terlebih dahulu. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual dari *plant* yang ada dan permasalahan yang ada pada setiap sisi sehingga diketahui pekerjaan tambahan selain *work order major* dalam pelaksanaan *Turnaround* nantinya. Pemeriksaan ini berfungsi untuk mengetahui *rate* produksi normal dan kekurangan dari sisi operasional. Pemeriksaan ini dilakukan oleh operator dimana *check list* pemeriksaan dan langkah kerja pemeriksaan dibuat oleh *foreman plant* terkait.

Aktivitas pemeliharaan *Turnaround* dilaksanakan dengan mempertimbangkan adanya keperluan mendesak untuk perbaikan dan pergantian pada *equipment* kritis, maka direncanakan untuk dilakukan *Turnaround* pada bulan Mei 2019. Jadwal pekerjaan yang direncanakan serta pelaksanaannya secara aktual dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Table 4.6 Timeline Work Order Turnaround 2019

No	Work Order	Schedule	Timeline (Hari ke-)																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1.	Preparation	Planning	█	█																											
		Actual	←	→																											
2.	Major	Planning			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Actual			←	→																									
3.	Minor	Planning					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
		Actual					←	→																							
4.	Preventive Maintenance	Planning					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
		Actual					←	→																							
5.	Additional Job	Planning					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
		Actual					←	→																							

Pelaksanaan *Turnaround* pada tahun 2019 mengalami permasalahan utama pada pekerjaan *major* yang menyebabkan terjadinya keterlambatan diluar jadwal yang telah direncanakan sebelumnya, sedangkan pada pekerjaan lainnya seperti *work order minor*, *preventive maintenance* dan *additional job* dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Detail pekerjaan pada masing-masing tahap pelaksanaan *Turnaround* TOH 3 pada tahun 2019 dapat dilihat melalui tabel 4.7 berikut.

Table 4.7 Aktivitas Pelaksanaan Turnaround Thermal Oil Heater 3 tahun 2019

No	Work Order	Durasi (Hari)	PIC
I. Preparation			
1	Shutdown dan cooling down	2	Operational
2	Final check, Start Up and keep temp	2	Operational
II. Major			
1	Replace stoker full, Block scrapper and shaft wheel	8	ART
2	Overhaul ESP replace all anode and cathode	7	ART
3	Repair castable TOH #3 (roof and wall)	12	Wuxi
4	Replace Air Preheater	12	Wuxi
III. Minor			
1	Repair/replace besi tonaser coal feeder & Thicknes	5	Mech&ART
2	Replace coal blendeed	2	Mech&ART
3	Repair jarum penunjuk thicknes	2	Mechanic
4	Replace feeding valve 3A	1	ART
5	Repair/Replace line transfer fly ash	4	ART
6	Replace plat hoper coal	4	ART
IV. Preventive Maintenance			
1	Retightened roundbar	2	Mech
2	Check/Cleaning furnace & damper bottom ash	4	Mech
3	PM Trafo ESP	3	EI
4	PM VFD & Panel cubicle	2	EI
5	PM Screw conveyor bottom ash	2	PST
6	Replace oil gearbox stoker FDF & IDF	2	Mech
7	Replace all gearbox rapping ESP	3	Mech
8	PM Safety valve Steam Drum	4	Edbers
V. Additional Job			
1	Relokasi panel ESP & Perapihan	5	EI
2	Replace pipa transfer flyas dlm vessel ESP 3A & 3B	2	ART
3	Install line drain safety valve st, drum	3	Mech
4	Repair insulasi ducting flue gas inlet ESP	5	DTP

Secara umum pekerjaan *Turnaround* berlangsung baik dengan tidak adanya kecelakaan kerja yang terjadi selama aktivitas *Turnaround* berlangsung. Pelaksanaan *Turnaround* direncanakan dari 19 Mei 2019 sampai dengan 8 Juni 2019. Dalam pelaksanaannya diperlukan penambahan waktu selama 8 hari yang secara garis besar disebabkan oleh instalasi *stoker* dan *block scrapper* sebagai bagian dari *major work order* yaitu ‘*Replace stoker full, Block scrapper dan shaft wheel*’ yang memakan waktu lebih dari *planning* awal. Dalam pelaksanaannya, pelepasan awal pada *stoker* dan *part* lainnya memakan waktu yang lama, yaitu selama 4 hari. Pemasangan *shaft wheel* menjadi pekerjaan yang memakan waktu lebih dari perencanaan selama 2 hari. Pelaksanaan pekerjaan yang paling lama dilaksanakan adalah pemasangan *stoker* dan *block scrapper* yang memakan waktu 8 hari. Pada pelaksanaan instalasi anoda dan katoda pada ESP mengalami *delay* sementara sebelum proses *reinstall* diselesaikan. Pekerjaan *delay* yang terjadi dilaksanakan oleh karena fabrikasi plat yang dibutuhkan memakan waktu sekitar 11 hari. Perbaikan *castable* sisi atap dan dinding yang memakan waktu setelah pemasangan *brick wall economizer* sehingga bisa *start up* pada tanggal 17 Juni 2019. Perbaikan *castable* yang mengalami keterlambatan diluar jadwal dikarenakan pemasangan *roofing castable boiler*, sedangkan pemasangan bagian dinding tepat waktu.

Pelaksanaan *Turnaround* secara umum setelah dilakukan analisa didapatkan beberapa evaluasi antara lain:

1. Adanya keterlambatan pelaksanaan *Turnaround* selama 8 hari
2. Pelaksanaan pekerjaan major dalam *Turnaround* menjadi faktor keterlambatan terbesar
3. Adanya fabrikasi yang dilaksanakan ditengah *Turnaround* dan memakan waktu yang lama, diluar ekspektasi perencanaan, dan menyebabkan *delay* dalam pekerjaan instalasi ESP
4. Kurangnya pertimbangan dan konsiderasi paralel pekerjaan oleh karena *equipment* saling interkoneksi dan pertimbangan *safety* pekerja

Berdasarkan evaluasi pelaksanaan *Turnaround* secara teknis pada tahap awal evaluasi, maka dapat diberikan beberapa saran dan rekomendasi sebagai berikut dengan bekerja sama dengan tim pelaksana *Turnaround*.

1. Tim penanggung jawab memastikan kegiatan fabrikasi yang diperlukan dalam melaksanakan *work order* terkait dengan kontraktor yang telah ditentukan.
2. Tim penanggung jawab melakukan *monitoring* keseluruhan mengenai kondisi aktual dan ketersediaan *spare part equipment* yang besar dan memerlukan fabrikasi/pengadaan yang lama.
3. *Job list* yang wajib dilakukan setiap *Turnaround* memerlukan detail persiapan dan pelaksanaan dengan perencanaan serta koordinasi yang konklusif, untuk memastikan tidak ada *equipment* yang terlewat dan tidak diperbaiki serta penentuan jadwal yang tepat tidak hanya berdasarkan aktivitas historis.
4. *Update as built drawing* dilakukan atas modifikasi yang telah dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan fabrikasi dan kesalahan pekerjaan teknis.

4.6 Analisa Pelaksanaan Aktivitas *Turnaround* tahun 2020

Pada tahun 2020 telah dilaksanakan aktivitas *Turnaround* dengan tujuan utama untuk memperbaiki *castable furnance*, memperbaiki *Induced Drive Fan*, dan *Cleaning umum boiler*. Pada dua bulan setelah pelaksanaan *Repair Maintenance* (Januari 2020), *Turnaround* tetap dilaksanakan lebih cepat dari interval satu tahun seperti perencanaan. Hal ini dikarenakan terjadi beberapa kerusakan dan penumpukan *clinker* berlebih didalam ruang pembakaran. Perincian *timeline* pelaksanaan pada aktivitas *Turnaround* pada tahun 2020 ditunjukkan pada tabel 4.8 berikut.

Table 4.8 Timeline Work Order Turnaround 2020

No.	Work Order	Schedule	Timeline (Hari ke-)																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1.	Preparation	Planning	█	█																											
		Actual	←	→																											
2.	Major	Planning		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Actual		←	→																										
3.	Minor	Planning		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Actual		←	→																										
4.	Start-Up	Planning																													
		Actual																													

Pelaksanaan *Turnaround* pada tahun 2020 mengalami permasalahan utama pada pekerjaan *major* yang menyebabkan terjadinya keterlambatan diluar jadwal yang telah direncanakan sebelumnya, sedangkan pada pekerjaan lainnya seperti *work order minor*, dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Detail pekerjaan pada masing-

masing tahap pelaksanaan *Turnaround* TOH 3 pada tahun 2020 dapat dilihat melalui tabel 4.9 berikut.

Table 4.9 Aktivitas Pelaksanaan *Turnaround* Thermal Oil Heater 3 tahun 2020

No.	Work Order	Durasi (Hari)
I. PREPARATION		
1	Shutdown dan cooling down	2
II. MAJOR		
1	Cleaning Furnace s/d ESP	5
2	Repair castable furnace	6
2	Repair IDF (Grouting pondasi, cek shaft & impeller)	6
4	Replace line transfer fly ash/elbow	6
5	Repair coal feeder, coal blendeed, thicknes	5
III. MINOR		
6	Cek/replace nozzle sootblow	1
7	Repair/replace sensor temp furnace (Abnormal 56°C)	1
8	Repair/Replace sensor temp oil outlet boiler (rembes)	1
9	Cek sensor temp rad outlet oil T169830A & T169830B (High)	1
10	Replace lubrikasi coal feeder dg nipple grease	2
11	Cek/kalibrasi FT oil supply	1
12	Cek Stoker system & retighten roundbar stoker	2
IV. START-UP		
13	Test Vibrasi IDF	1
14	Final check	2

Secara umum pekerjaan *Turnaround* berlangsung baik dengan tidak adanya kecelakaan kerja yang terjadi selama aktivitas *Turnaround* berlangsung. Perencanaan pekerjaan *Turnaround* dibagi menjadi *major* dan *minor*. *Major* yaitu aktivitas utama perbaikan dalam hal ini memperbaiki *equipment Coal Feeder* dan *IDF* sebagai *critical equipment*. *Shutdown cleaning* pada *Furnace boiler* sampai dengan *ESP (Electrostatic Precipitator)*. Perbaikan pada *castable furnace* serta penggantian jalur *fly ash* pada bagian belokan atau *elbow*. Pada pelaksanaannya, hanya *work order Cleaning Furnace – ESP* dan *Replace Line Transfer Fly Ash* yang dapat dilaksanakan tepat waktu dan tanpa permasalahan yang signifikan. *Repair castable* dengan *refractory castable* mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan selama 3 hari. Pekerjaan *repair castable* dilaksanakan oleh kontraktor didalam *furnace* dengan persiapan *safety* yang baik untuk pekerjaan *confined space* atau ruang terbatas. Salah satu persiapan *safety* yang diperlukan yaitu aktifnya *ID Fan* dengan kecepatan 20% dari operasional normal, oleh karena itu, pekerjaan pada *ID Fan* tertunda sampai dengan kegiatan *repair castable* pada *furnace boiler* diselesaikan. Pekerjaan pada *ID Fan* yang sempat tertunda mengalami delay penyelesaian selama 6 hari diluar jadwal dalam pembongkaran dan pemasangan kembali setelah proses *grouting*. *Work order* yang memakan waktu paling lama diluar jadwal pekerjaan sesuai perencanaan adalah *Repair Coal Feeder* dan *Coal Thickness*. Pelaksanaan pekerjaan ini memakan waktu selama 14 hari dengan perkiraan awal pekerjaan dapat diselesaikan selama 5 hari. Pelepasan *part* diselesaikan dalam 2 hari, tetapi keterlambatan diakibatkan oleh pekerjaan fabrikasi yang memakan waktu lebih dari 10 hari. *Part* yang difabrikasi adalah *Coal Feeder*. Pekerjaan *major* dilaksanakan diawal dengan keterlambatan selama 7 hari dari target pelaksanaan, hal ini disebabkan adanya beberapa sub pekerjaan dalam pekerjaan *major* yang tidak sesuai rencana.

Pelaksanaan *Turnaround* secara umum dapat berlangsung dengan baik tetapi dengan realisasi waktu pelaksanaan *Turnaround* lebih lambat dari perencanaan, selain adanya keberhasilan dalam pelaksanaan *Turnaround* ditemukan beberapa kendala dan hambatan pelaksanaan *Turnaround* yaitu:

1. Adanya keterlambatan pelaksanaan *Turnaround* selama 7 hari
2. Pelaksanaan pekerjaan major dalam *Turnaround* menjadi faktor keterlambatan terbesar
3. Adanya perubahan urutan pekerjaan di main job, sehingga menyebabkan durasi perencanaan dan realisasi menjadi berbeda.
4. Adanya *delay* dalam pelaksanaan pekerjaan major ID Fan oleh karena pekerjaan didalam *furnace* memakan waktu lebih dari perkiraan. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan lingkungan tertutup (*confined space*) memerlukan sirkulasi udara sehingga ID Fan harus tetap dalam kondisi beroperasi.
5. Adanya fabrikasi yang dilaksanakan ditengah *Turnaround* dan memakan waktu yang lama, diluar ekspektasi perencanaan, dan menyebabkan *delay*

Berdasarkan evaluasi pelaksanaan *Turnaround* secara teknis pada tahap awal evaluasi, maka dapat diberikan beberapa saran dan rekomendasi sebagai berikut dengan bekerja sama dengan tim pelaksana *Turnaround*.

1. Tim penanggung jawab melakukan monitoring keseluruhan mengenai kondisi aktual dan ketersediaan *spare part equipment* yang besar dan memerlukan fabrikasi/pengadaan yang lama.
2. *Job list* yang wajib dilakukan setiap *Turnaround* memerlukan detail persiapan dan pelaksanaan dengan perencanaan serta koordinasi yang konklusif, untuk memastikan tidak ada *equipment* yang terlewat dan tidak diperbaiki serta penentuan jadwal yang tepat tidak hanya berdasarkan aktivitas historis.
3. *Update as built drawing* dilakukan atas modifikasi yang telah dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan fabrikasi dan kesalahan pekerjaan teknis.
4. Tim penanggung jawab memastikan kegiatan fabrikasi yang diperlukan dalam melaksanakan *work order* terkait dengan kontraktor yang telah ditentukan.

Pengamatan sebenarnya yang dilakukan pada aktivitas *Turnaround* tahun 2019 dan 2020 memiliki kesamaan hampir dari seluruh poin. Hal ini mengindikasikan adanya permasalahan berulang dalam melakukan sistem perencanaan dan aksi perbaikan, oleh karena itu hal ini menjadi evaluasi tambahan pelaksanaan *Turnaround*.

4.7 Analisa Pelaksanaan Aktivitas *Turnaround* tahun 2021

Pada tahun 2021 bulan Agustus, dilaksanakan *Turnaround* atau *major overhaul* pada *Thermal Oil Heater 3* di departemen *Utility*. Pelaksanaan aktivitas ini sebagai kegiatan pemeliharaan *plant* tahunan diluar unplanned maintenance yang dilaksanakan oleh departemen *Utility*. Dalam perencanaannya, telah dilaksanakan inspeksi yang diperlukan untuk mengetahui kegiatan *minor* yang ingin dikerjakan serta pekerjaan *preventive maintenance* untuk keberlangsungan *reliability plant Thermal Oil Heater 3*. Kegiatan *major* pada pelaksanaan *Turnaround* tahun 2021 ini memprioritaskan kepada *equipment* yang dirasa kritis kondisinya dan mempengaruhi operasional dan produksi pada *plant*. Diantaranya yaitu pada *Economizer*, *Furnace Boiler*, *HRSG*, *ESP*, dan *Steam Drum*. Jadwal pekerjaan *Turnaround* 2021 yang direncanakan serta pelaksanaannya secara aktual dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut.

Table 4.10 Timeline Work Order Turnaround 2021

No.	Work Order	Schedule	Timeline (Hari ke-)																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1.	Preparation	Planning	█	█																										
		Actual	←	→																										
2.	Major	Planning			█	█	█	█	█	█	█																			
		Actual			←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
3.	Minor	Planning			█	█	█	█	█	█																				
		Actual			←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
4.	Preventive Maintenance	Planning			█	█	█	█	█	█	█																			
		Actual			←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
5.	Final Check	Planning																												
		Actual																												
6.	Additional	Planning			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Actual			←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Pelaksanaan *Turnaround* pada tahun 2021 mengalami permasalahan utama pada pekerjaan *major* yang menyebabkan terjadinya keterlambatan diluar jadwal yang telah direncanakan sebelumnya, sedangkan pada pekerjaan lainnya seperti *work order minor*, *preventive maintenance*, dan dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Detail pekerjaan pada masing-masing tahap pelaksanaan *Turnaround* TOH 3 pada tahun 2021 dapat dilihat melalui tabel 4.11 berikut.

Table 4.11 Aktivitas Pelaksanaan Turnaround Thermal Oil Heater 3 tahun 2021

NO	Works Progress	Durasi (Hari)	PIC
I. PREPARATION			
1	Shutdown dan cooling down	2	Operational
2	Test vibrasi IDF & FDF before cleaning	1	Mech
II. MAJOR			
1	Repair/replace dumper ash economizer	6	Mech/ART
2	Cleaning Boiler	6	MKP
3	Repair/refractory castable header HRSG, Furnace	6	Benteng Api
4	Repair ESP (include test run trafo)	6	Sudarwanto
5	Repair line spray feed water steam drum (inside)	2	Arwin/3 Pilar
III. MINOR			
1	Cek/Kalibrasi TT furnace (TI69820 HH)	1	EI
2	Open manhole steam drum (barat&timur) & Boroscope	3	Mech
3	Repair blade martin sludge, cek clutch gearbox & screw	3	Mech/PST
IV. PREVENTIVE MAINTENANCE			
1	PM FDF (Cek/cleaning impeller & screen FDF, Replace oil gearbox)	3	Mech/ART
2	Cek coal feeder, coal blended & coal thickness	2	Mech
3	Cek/repair damper angin	2	Mech
4	Cek/regreasing bushing bearing front rear shaft stoker & bearing gearbox stoker	3	Mech
5	Cek, Test running stoker & tighten roundbar	2	Mechanic
6	Cek/Retighten terminasi motor, cubicle & VFD	2	EI
7	PM IDF (cleaning impeller, cek bolt angkur, replace oil & cleaning gearbox)	3	Mech/ART
8	Test vibrasi IDF after cleaning	1	Mechanic
V. FINALLY CHECK & START UP			

1	Final check equipment, interlock test	1	Operational
2	Firing & heating up	1	Operational

Secara umum pekerjaan *Turnaround* berlangsung baik dengan tidak adanya kecelakaan kerja yang terjadi selama aktivitas *Turnaround* berlangsung. Perencanaan pekerjaan *Turnaround* dibagi menjadi *major*, *minor*, dan pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*). Kegiatan *Turnaround* pada tahun 2021 memiliki jumlah *work order* yang lebih banyak dari pada tahun 2020 (sebelumnya) namun dengan durasi waktu pekerjaan yang dijadwalkan lebih pendek, yaitu 12 hari.

Aktivitas *Turnaround* pada tahun 2021 memiliki keterlambatan jadwal aktual dari perencanaan awal berkurang secara signifikan namun tidak terlalu baik dari kedua tahun sebelumnya. Keterlambatan jadwal ini memakan waktu 6 hari dari perencanaan awal. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan *major* pada *Furnace Boiler* dapat dikerjakan lebih cepat dari perencanaan awal, sedangkan pada HRSG dan *Economizer* terlambat selama 2 hari masing-masing. Pekerjaan pada ESP memakan waktu lebih lama dengan keterlambatan diluar perencanaan yaitu 6 hari. Pekerjaan *minor* dan *preventive maintenance* memiliki perubahan jadwal yang signifikan dan berakibat pada delay untuk memulai beberapa pekerjaan seperti pada *Martin Slug* sebagai pekerjaan *minor* dan beberapa pekerjaan *preventive maintenance* lainnya. Keterlambatan ini menyebabkan *start-up Thermal Oil Heater* diluar jadwal yang telah ditentukan. Hal ini menyebabkan kehilangan produksi dari rencana awal yang telah disusun. Manuver dari keterlambatan ataupun *downtime* dilakukan dengan *supply* produksi dari *plant Thermal Oil Heater* berbahan bakar gas dan penyesuaian output dari ketiga *Thermal Oil Heater plant* lainnya.

Pada pelaksanaan aktivitas *Turnaround* tahun 2021 ini dilaksanakan pekerjaan tambahan atau *additional work*. Pekerjaan ini berfungsi untuk modifikasi yang harus dilakukan setelah inspeksi berlangsung, perbaikan yang disarankan oleh tim *maintenance* saat melakukan pekerjaan *Turnaround* dengan temuan-temuan saat pelaksanaan aktivitas ini dan konsiderasi optimalisasi operasional *plant*. Pekerjaan tambahan memakan waktu dengan durasi yang lumayan panjang. Pekerjaan tambahan yang dimaksud dapat dilihat pada table 4.12 berikut.

Table 4.12 Aktivitas pekerjaan tambahan pada *Turnaround* 2021

NO	Works Progress	Durasi (Hari)	PIC
VI. ADDITIONAL			
1	Repair lantai belakang boiler (selatan)	10	Arwin/ASK
2	Modif/install sliding gate hoper coal	6	Arwin/ART

Dalam pelaksanaan *Turnaround* secara umum dapat berlangsung dengan baik tetapi dengan realisasi waktu pelaksanaan *Turnaround* lebih lambat dari perencanaan, selain adanya keberhasilan dalam pelaksanaan *Turnaround* ditemukan beberapa kendala dan hambatan pelaksanaan *Turnaround* yaitu :

1. Adanya perubahan urutan pekerjaan di *main job*, sehingga menyebabkan durasi perencanaan dan realisasi menjadi berbeda.
2. Adanya keterlambatan pada pekerjaan prioritas yaitu pekerjaan *major* pada *Turnaround* tahun 2021 ini.

3. Jumlah *work order* yang banyak dalam rentang waktu yang cukup singkat dengan internal mekanik selaku PIC atau pelaksana pekerjaan.

Berdasarkan evaluasi pelaksanaan *Turnaround* secara teknis pada tahap awal evaluasi, maka dapat diberikan beberapa saran dan rekomendasi sebagai berikut dengan bekerja sama dengan tim pelaksana *Turnaround*.

1. *Job list* yang wajib dilakukan setiap *Turnaround* memerlukan detail persiapan dan pelaksanaan dengan perencanaan serta koordinasi yang konklusif, untuk memastikan tidak ada *equipment* yang terlewat dan tidak diperbaiki serta penentuan jadwal yang tepat tidak hanya berdasarkan aktivitas historis.
2. *Update as built drawing* dilakukan atas modifikasi yang telah dilakukan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan fabrikasi dan kesalahan pekerjaan teknis.
3. Tim perencanaan melakukan pembagian merata PIC dalam setiap *work order* yang ada dengan perhitungan beberapa faktor seperti durasi pekerjaan, tenaga kerja, dan kualitas pekerjaan.

4.8 Perbandingan Aktivitas *Turnaround* pada tahun 2019 – 2021

Evaluasi umum aktivitas *Turnaround* dalam tiga tahun terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan beberapa perbedaan kinerja dari setiap pekerjaan baik dari sisi teknis maupun perencanaan yang dilakukan. Perhitungan KPI yang didasarkan pada tiga perspektif *Maintenance Scorecard* juga memberikan perbedaan dari sisi pelaksanaan dan efek dari pelaksanaan *Turnaround* tersebut yang dapat dilihat pada nilai dari KPI perspektif kualitas pada sub bab 4.4.2 sebelumnya. Perbandingan detail aktivitas *Turnaround* per tahunnya dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut.

Table 4.13 Perbandingan Aktivitas *Turnaround* 2019-2021

Keterangan	Turnaround 2019	Turnaround 2020	Turnaround 2021
Durasi Perencanaan	21 Hari	16 Hari	12 Hari
Durasi Aktual	29 Hari	23 Hari	18 Hari
Total Pekerjaan	22 <i>Work Order</i>	19 <i>Work Order</i>	22 <i>Work Order</i>
Total Pekerjaan Tambahan	4 <i>Work Order</i>	-	3 <i>Work Order</i>
Total Pekerjaan PM	8 <i>Work Order</i>	-	8 <i>Work Order</i>
Pekerjaan pada <i>Critical Equipment</i>	1. Penggantian oli <i>Bearing House ID Fan</i>	1. Perbaikan dan modifikasi pada <i>ID Fan</i> (<i>Grouting</i> pondasi, cek <i>shaft</i> dan <i>impeller</i>) 2. Pengecekan pada sistem <i>stoker</i>	1. PM <i>ID Fan</i> (<i>cleaning impeller</i> , cek <i>bolt</i> angkur, penggantian oli dan <i>cleaning bearing house</i>) 2. Pengecekan pada sistem <i>stoker</i>

Kegiatan Perbaikan	1. Dinding dan Atap <i>Castable</i> 2. <i>Tonaser coal feeder & Thickness</i> 3. Part Penunjuk <i>Thickness</i> 4. <i>Line transfer fly ash</i> 5. Insulasi <i>ducting flue gas inlet ESP</i>	1. Dinding <i>Castable</i> 2. ID Fan 3. <i>Coal feeder, coal blendeed, thickness</i> 4. <i>Sensor temp furnace</i> 5. <i>Sensor temp oil outlet boiler</i>	1. <i>Castable header HRSG, Furnace</i> 2. <i>Dumper ash economizer</i> 3. ESP 4. <i>Line spray feed water steam drum</i> 5. <i>Blade martin sludge</i> 6. Lantai belakang boiler
Kegiatan diluar Perencanaan	1. Fabrikasi <i>plat Hammer ESP</i> diluar perencanaan	1. Fabrikasi <i>Coal Feeder</i> diluar perencanaan	1. Penggantian <i>bushing bearing front dan rear shaft stoker</i>
Pekerjaan untuk Improvement / Optimalisasi operasional	1. Relokasi panel ESP & Perapihan 2. Instalasi <i>line drain safety valve steam drum</i>	-	1. Instalasi <i>slidding gate hopper coal</i>

Pekerjaan yang dilaksanakan pada *equipment* kritis di *Thermal Oil Heater 3* pada saat *Turnaround 2019 – 2021* hanya dilakukan pada ID Fan dan sistem stoker, 2 *equipment* kritis dari total 5 buah *equipment* kritis yang ada. Pekerjaan fabrikasi yang berada di luar perencanaan pelaksanaan *Turnaround 2019* dan *Turnaround 2020* merupakan bagian dari pekerjaan *major work order* dan memberikan keterlambatan yang signifikan selama 11 hari dan 8 hari dari perencanaan yang telah ditentukan.

4.9 Rekapitulasi Permasalahan pada Pelaksanaan Aktivitas *Turnaround TOH 3*

Berdasarkan pelaksanaan *Turnaround* untuk TOH 3, yang telah dilakukan yaitu pada tahun 2019 sampai dengan 2021 didapatkan beberapa permasalahan yang bisa dijadikan evaluasi untuk dilakukan perbaikan yang bisa digunakan acuan terhadap aktivitas *Turnaround* berikutnya, sesuai dengan evaluasi yang tercantum sebelumnya, maka beberapa permasalahan dominan dalam pelaksanaan pada pekerjaan – pekerjaan secara teknis dirangkum pada tabel 4.14 berikut.

Table 4.14 Permasalahan Utama pada Pekerjaan *Turnaround TOH 3*

No.	Aktivitas	Durasi (Hari)	Realisasi
1	<i>Replace stoker full, Block scrapper and shaft wheel (2019)</i>	8	Proses pelepasan dan <i>reinstall</i> diluar waktu perencanaan
2	<i>Overhaul ESP replace all anode and cathode (2019)</i>	7	<i>Fabrikasi plat hammer</i> diluar perencanaan
3	<i>Repair castable TOH #4 (roof&wall) (2019)</i>	12	Pemasangan castable bagian atas memerlukan waktu lebih dari yang diperkirakan
4	<i>Repair castable furnace (2020)</i>	6	Pekerjaan <i>refactory</i> pada <i>furnace</i> memerlukan waktu lebih dari yang diperkirakan
5	<i>Repair IDF (Grouting pondasi, cek shaft & impeller) (2020)</i>	6	Proses tambahan <i>repair house bearing</i> dan <i>hole coupling</i>
6	<i>Repair coal feeder, coal blendeed, thicknes (2020)</i>	5	Fabrikasi coal feeder memerlukan waktu lebih dari yang diperkirakan

7	Repair ESP (include test run trafo) (2021)	6	Proses perbaikan dari output ESP 3B yang short memerlukan waktu lebih dari perencanaan
8	Cek/regreasing bushing bearing front rear shaft stoker & bearing gearbox stoker (2021)	3	Pekerjaan dimulai lebih lama dari perencanaan dan pekerjaan tambahan <i>replace bushing bearing front</i> dan <i>rear shaft stoker</i>
9	Cek coal feeder, coal blendeed & coal thickness (2021)	2	Pekerjaan dimulai lebih lama dari perencanaan
10	Cek,Test running stoker & tighten roundbar (2021)	2	Pekerjaan dimulai lebih lama dari perencanaan

Pada permasalahan yang tercantum dalam tabel 4.14, aktivitas teknis menjadi penyebab permasalahan yang muncul, selain itu diketahui bahwa ada beberapa pekerjaan yang tidak dimulai sesuai dengan perencanaan pada pekerjaan tahun 2021. Semua permasalahan yang muncul berasosiasi langsung pada durasi realisasi pekerjaan yang tidak sesuai dengan perencanaan. Hal ini mengindikasikan proses perencanaan tidak dilaksanakan dengan matang, baik dari inspeksi teknis yang tidak selesai, maupun pekerjaan yang tidak efektif sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap pelaksanaan *Turnaround* di TOH 3. Permasalahan pada pekerjaan – pekerjaan pemeliharaan menunjukkan masih adanya proses pekerjaan yang belum baik dan ketidaksiapan dalam pelaksanaan aktivitas *Turnaround*.

Permasalahan yang telah dirangkum pada sub bab ini dilanjutkan dengan dilakukannya analisa lanjutan untuk mengetahui permasalahan utama sehingga didapatkan rekomendasi perbaikan dan indikator apa saja yang diperlukan untuk dipenuhi pada aktivitas *Turnaround* berikutnya.

4.10 Analisa Data Aktivitas *Turnaround* dengan *Lean Maintenance*

Dalam penelitian ini akan dilakukan pendekatan *Lean Maintenance* sebagai upaya identifikasi proses aktivitas *Turnaround* agar setiap proses memiliki nilai tambah, serta proses yang dirasa menjadi *waste* bisa diminimasi. Pada penelitian ini diberikan batasan permasalahan dalam pelaksanaan lean maintenance, dimana akan dilakukan 2 tahapan yaitu *Lean Assesment* dan *Lean pilot*.

Evaluasi pelaksanaan *Turnaround* pada sub bab sebelumnya menyebutkan data terkait pemeliharaan secara teknis tidak terdokumentasi dengan baik, maka upaya *Lean Maintenance* terhadap sistem pemeliharaan *Turnaround* dilakukan pendekatan empiris dengan melakukan metode wawancara berdasarkan pengalaman lapangan para *stakeholder* aktivitas *Turnaround*, studi lapangan dan spesifikasi TOH 3, dan studi langsung dengan mengikuti kegiatan *maintenance* pada TOH 3.

4.10.1 *Lean Assessment*

Tahap awal dari penerapan *lean maintenance* adalah melakukan *assesment* pada aktivitas pemeliharaan. Tahapan ini dilakukan untuk melihat kondisi awal dari proses perbaikan mesin serta mengidentifikasi kegiatan yang merupakan *waste* yang nantinya akan dicari akar penyebab dari timbulnya *waste* tersebut.

4.10.1.1 Identifikasi *Waste* Aktivitas *Turnaround*

Dalam mengidentifikasi *waste* pada proses *Turnaround* secara kompleks, dalam metode *lean maintenance* maka digunakan *tools seven waste* dengan metode pengambilan data secara langsung dan dengan wawancara. Identifikasi *waste* untuk proses *Turnaround* meliputi tujuh aspek yaitu *overproduction, waiting, transportation, process, inventory, motion dan defect*. Studi literatur dari penelitian terdahulu dan wawancara pada bagian pemeliharaan dilaksanakan

untuk mendeskripsikan masing masing aspek untuk menyesuaikan kondisi lapangan. Konsep *seven waste* untuk manufaktur berbeda dengan konsep untuk sistem pemeliharaan, dari studi literatur yang telah dilakukan, maka *seven waste* pada pemeliharaan adalah sebagai berikut.

1. *Overproduction*

Pada aktivitas pemeliharaan, *overproduction* adalah segala sesuatu yang menunjukkan aktivitas berlebih, dalam hal ini ditekankan adalah aktivitas preventif yang berlebihan.

2. *Waiting*

Waiting adalah segala aktivitas menunggu dalam aktivitas perawatan, baik menunggu peralatan, dokumentasi, transportasi, personel maupun hal lainnya.

3. *Transportation*

Transportation adalah segala aktivitas proses perpindahan atau permasalahan tata letak yang tidak memiliki nilai tambah, seperti halnya penyimpanan peralatan yang jauh dari lokasi perawatan, sehingga perlu dianalisa untuk lebih lanjut.

4. *Overprocessing*

Overprocessing adalah segala hal yang terlibat dalam proses dan tidak bernilai tambah, terutama dalam proses perencanaan dan penjadwalan, beberapa hal yang sering terjadi dalam proses ini adalah penambahan proses yang tidak diperlukan dalam aktivitas *Turnaround*.

5. *Unnecessary Inventory*

Inventory adalah segala aktivitas pergudangan atau penyimpanan, dimana dalam aktivitas pemeliharaan ialah seperti *inventory* komponen dan alat yang berlebihan.

6. *Unnecessary Motion*

Unnecessary Motion adalah segala aktivitas gerakan yang tidak perlu dalam proses pemeliharaan.

7. *Defect*

Defect adalah seluruh aktivitas tidak bermanfaat dalam proses, seperti pengulangan proses atau operasi perawatan.

Identifikasi *waste* pertama kali akan dilakukan dengan melibatkan *stakeholder* dalam pelaksanaan *Turnaround* pada TOH 3. Hal ini diperlukan untuk mengetahui respon tim yang sudah mengetahui lebih dalam dan berpengalaman dalam proses *Turnaround* di TOH 3 itu sendiri, sebelum penulis melakukan analisa terkait setiap pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan data historis yang didapatkan. Tingkat kemungkinan keseringan *waste* terjadi dan kemungkinan tingkat keparahan dari *waste* menjadi identifikasi awal yang dibutuhkan untuk analisa *Lean Pilot*. Matriks identifikasi ini menggunakan prinsip *Risk Matrix* dari manajemen risiko ISO 31000. Matriks identifikasi *waste* yang diberikan kepada para *stakeholder* ditampilkan pada tabel 4.15 berikut.

Table 4.15 Matriks Identifikasi Waste

No.	Waste	Permasalahan pada Aktivitas Turnaround
1	Overproduction	Penambahan aktivitas perbaikan diluar perencanaan saat pelaksanaan Turnaround
2	Defects	Indikasi adanya permasalahan baru saat pelaksanaan Turnaround dan permasalahan saat selesai aktivitas Turnaround
3	Inventory	Kesalahan perkiraan barang yang dibutuhkan dalam melaksanakan aktivitas Turnaround dan spare part/tools yang semestinya tidak ada pada saat pelaksanaan Turnaround
4	Overprocessing	Penambahan proses yang tidak diperlukan dalam aktivitas Turnaround
5	Transportation	Keterlambatan pengiriman barang dari supplier ke lokasi area kerja
6	Waiting	Aktivitas Turnaround tertunda akibat menunggu peralatan, pekerja, maupun spare part yang belum siap
7	Unnecessary Motion	Keterlambatan perencanaan akibat perpindahan yang tidak perlu
Likelihood	Matrix Identifikasi:	1 (Rare/Langka)
		2 (Unlikely/Kemungkinan Kecil)
		3 (Possible/Memungkinkan)
		4 (Likely/Kemungkinan Besar)
		5 (Almost Certain/Hampir Pasti Terjadi atau Sering)
Consequence		1 (Insignificant/Tidak Berarti)
		2 (Minor/Kecil)
		3 (Moderate/Sedang)
		4 (Major/Besar)
		5 (Catastrophic/Kegagalan Besar)

Dalam identifikasi ini nanti akan dipilih waste paling dominan yang memiliki ranking tertinggi yaitu tiga ranking tertinggi. Ranking ini diperoleh dari hasil perkalian antara tingkat keseringan dikalikan tingkat keparahan. Perhitungan analisa identifikasi waste untuk proses Turnaround didapatkan hasil seperti tertuang dalam tabel 4.16

Table 4.16 Identifikasi Waste Aktivitas Turnaround TOH

Analisa Identifikasi Waste Aktivitas Turnaround TOH 3									
No.	Jenis Waste	SH1	SH2	SH3	Rata-Rata	SH1	SH2	SH3	Rata-Rata
		Likelihood				Consequence			
1.	Overproduction	3	4	2	3,00	3	3	3	3,00
2.	Defects	4	3	3	3,33	3	3	3	3,00
3.	Unnecessary Inventory	2	2	1	1,67	2	2	1	1,67
4.	Overprocessing	2	2	2	2,00	3	2	3	2,67
5.	Transportation	3	3	3	3,00	3	3	3	3,00
6.	Waiting	2	2	2	2,00	2	3	2	2,33
7.	Unnecessary Motion	1	1	2	1,33	3	1	2	2,00
Total		17	17	15	16,33	19	17	17	17,67
Keterangan:									
SH1:	Manager Plant								
SH2:	Teknisi Maintenance								
SH3:	Divisi Maintenance & Engineering								

Table 4.17 Hasil Identifikasi Waste Aktivitas Turnaround TOH 3

Analisa Identifikasi Waste Aktivitas Turnaround TOH 3					
No.	Jenis Waste	Likelihood	Consequence	Total	Bobot
1.	Overproduction	3,00	3,00	9,00	0,207161
2.	Defects	3,33	3,00	10,00	0,230179
3.	Unnecessary Inventory	1,67	1,67	2,78	0,063939
4.	Overprocessing	2,00	2,67	5,33	0,122762
5.	Transportation	3,00	3,00	9,00	0,207161
6.	Waiting	2,00	2,33	4,67	0,107417
7.	Unnecessary Motion	1,33	2,00	2,67	0,061381
Total				43,44	1

Hasil identifikasi Waste aktivitas Turnaround pada Thermal Oil Heater 3 menghasilkan beberapa ranking terkait jenis-jenis Waste yang ada. Mulai dari yang paling tinggi atau sering ditemui, sampai dengan yang paling jarang terjadi. Pemeringkatan jenis Waste menunjukkan bahwa Defects menjadi jenis waste tertinggi dengan bobot 0,23. Overproduction dan Transportation dengan bobot yang sama yaitu 0,207. Waste lainnya yaitu Overprocessing, Waiting, Unnecessary Inventory, dan Unnecessary Motion secara berurutan.

4.10.1.2 Lean Pilot

Lean Pilot adalah tahap pemilihan proyek untuk diidentifikasi. Untuk aplikasi dalam penelitian ini lean pilot didefinisikan sebagai tahap rekomendasi pengurangan waste hasil dari analisa assesment yang menghasilkan waste dominan.

Pada tahap ini akan diberikan rekomendasi pengurangan waste, dan sebelum diberikan rekomendasi maka tahap awal berupa analisa penyebab masalah dengan menggunakan metode Root Cause Analysis. Root cause analysis merupakan tools yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya permasalahan. Hasil dari identifikasi adalah Defects merupakan primary waste. Hasil tersebut dapat diolah untuk melakukan, root cause analysis untuk mengidentifikasi dampak dan akar penyebabnya.

Root Cause Analysis pada penelitian ini menggunakan metode 5 Whys. 5 Whys adalah metode pemecahan masalah yang mengeksplorasi penyebab dan akibat yang mendasari masalah tertentu. Tujuan utamanya adalah untuk menentukan akar penyebab cacat atau masalah dengan mengajukan pertanyaan “Mengapa?” secara berturut-turut. Angka '5' di sini berasal dari pengamatan anekdotal bahwa lima iterasi menanyakan mengapa biasanya cukup untuk mengungkapkan akar masalahnya. Dalam beberapa kasus, mungkin diperlukan lebih banyak atau lebih sedikit alasan, tergantung pada kedalaman akar penyebabnya.

Manfaat utama dari 5 Whys adalah bahwa ini adalah salah satu metode penilaian yang paling kuat dari semua analisis non-statistik. Hal ini dapat mengungkap dan menelusuri kembali masalah yang tidak terlalu jelas atau kentara. Tools ini sederhana, dan bekerja serta memberikan hasil. Root cause analysis dalam penelitian ini hanya membahas jenis waste yang tertinggi yaitu Defects dengan nilai bobot sebesar 0,23. RCA waste Defects dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

Table 4.18 Penelusuran Waste Defects pada Turnaround TOH 3

No.	Waste	Why	Why	Why	Why	Why
1.	Defects	Bagian <i>Coupling ID Fan</i> dan <i>Coal Feeder</i> rusak karena penanganan yang kurang tepat	Pemasangan dan Pelepasan yang tidak sesuai (adanya improvisasi yang tidak benar secara teknis)	Kesalahan penggunaan alat pelepasan dan penyambungan	Persiapan dan fasilitas yang kurang baik seperti tidak ada instruksi kerja dan pendampingan kontraktor	
		Muncul permasalahan <i>disassembly</i> bagian <i>coal feeder</i> saat pelaksanaan Turnaround	Pelaksanaan pekerjaan yang salah	<i>Part spring</i> dilepas dan dipasang dengan orientasi yang salah.	Kontraktor belum memiliki pemahaman yang baik terkait perakitan <i>equipment</i> pada mesin	Tidak ada petunjuk khusus dan minimnya supervisi dari pihak internal user TOH 3
		Perbaikan <i>coupling</i> sulit dilakukan	<i>Part</i> dalam kondisi rusak	<i>Spare part</i> yang dipakai tersimpan dalam waktu yang lama dalam gudang	<i>Spare part</i> hanya dipastikan ketersediaannya namun tidak ada analisis atau pengecekan lebih lanjut	Tahap persiapan TA belum memiliki detail proses khusus

Hasil penelusuran penyebab permasalahan dengan *Root Cause Analysis* menghasilkan penyebab masalah masing-masing *Waste*. Penelusuran akar permasalahan dari kedua jenis *Waste* lainnya dengan peringkat paling tinggi terdapat tabel 4.19 dan tabel 4.20 berikut

Table 4.19 Penelusuran Waste Overproduction pada Turnaround TOH 3

Waste	Why	Why	Why	Why	Why
Overproduction	Penambahan aktivitas perbaikan <i>shaft wheel</i> dan <i>bushing bearing</i> diluar perencanaan saat Turnaround	Banyak temuan pembongkaran area furnace oleh tim pemeliharaan atau kontraktor saat proses Turnaround	Perencanaan pelaksanaan Turnaround belum matang	Inspeksi pada komponen penggerak <i>stoker</i> yang dilaksanakan kurang detail	Inspeksi hanya dilakukan oleh operator dan rekap data <i>condition monitoring</i> yang kurang baik dilaksanakan
	Kesalahan memprediksi <i>equipment</i> apa saja yang perlu diperbaiki untuk Turnaround	Perencanaan yang belum matang	Perolehan data <i>condition monitoring</i> dan inspeksi yang kurang baik	Inspeksi yang dilaksanakan belum baik dan rekap data belum terlaksana dengan baik	

Table 4.20 Penelusuran Waste Transportation pada Turnaround TOH 3

Waste	Why	Why	Why	Why	Why
Transportation	Keterlambatan kesediaan dokumen teknis <i>drawing assembly</i> komponen <i>coal feeder</i>	Dokumen teknis jarang digunakan oleh kontraktor utama dan tim mekanik	Dokumen teknis tidak tersedia pada DCS yang posisinya dekat dengan <i>plant</i> TOH 3	Lokasi pustaka dokumen yang jauh dari <i>plant</i> , yaitu di kantor pusat departemen <i>Utility</i>	Dokumen-dokumen yang ada tidak ditata dan di susun dengan baik
	Menunggu pengiriman fabrikasi <i>Impeller, Bushing bearing</i> , dan <i>Coal Feeder</i> dari kontraktor	Perjalanan jauh dari lokasi fabrikasi <i>part</i> kontraktor utama di Surabaya	Tim pemeliharaan dan kontraktor terkait tidak memperkirakan waktu fabrikasi dan perjalanan yang diperlukan dengan baik		

Berdasarkan analisa penyebab permasalahan diatas, maka solusi awal untuk masing masing *waste* bisa dilihat pada tabel 4.21 dimana masing-masing kolom disesuaikan dengan analisa penyebab masing-masing.

Table 4.21 Rekomendasi Solusi pada Waste Dominan Turnaround TOH 3

No.	Waste	Why	Solusi	Solusi	Solusi
1.	Defects	Bagian rusak karena penanganan yang kurang tepat	Memastikan persiapan telah matang sebelum proses kerja		
		Muncul permasalahan saat pelaksanaan <i>Turnaround</i>	Supervisi dari tim internal yang berpengalaman	Menyediakan <i>drawing</i> dan dokumen teknis	Menyediakan instruksi proses kerja
		Perbaikan memakan waktu karena sulit dilakukan	Pengecekan tambahan kelayakan pakai <i>spare part</i>		
2.	Overproduction	Penambahan aktivitas perbaikan diluar perencanaan saat <i>Turnaround</i>	Kajian ulang proses inspeksi yang dilaksanakan		
		Kesalahan memprediksi <i>equipment</i> apa saja yang perlu	Melaksanakan proses inspeksi dengan tepat	Kajian ulang proses <i>condition monitoring</i>	

		diperbaiki untuk Turnaround		yang dilaksanakan	
3.	<i>Transportation</i>	Keterlambatan kesediaan dokumen teknis untuk pelaksanaan pekerjaan <i>Turnaround</i>	Penataan ulang dokumen-dokumen penting <i>plant</i>		
		Menunggu pengiriman fabrikasi <i>part</i> dari kontraktor	Melakukan pemesanan fabrikasi jauh sebelum pelaksanaan pekerjaan	Meninjau kegiatan fabrikasi dengan spesifik	

4.11 Rekomendasi Aktivitas *Turnaround Thermal Oil Heater 3*

Evaluasi yang telah dilaksanakan pada kegiatan *Turnaround* sebelumnya beserta studi langsung pelaksanaan pemeliharaan pada *Thermal Oil Heater 3*, dan dengan analisa menggunakan metode *Lean Maintenance* dan *Maintenance Scorecard*, didapatkan strategi implementasi berupa rekomendasi aktivitas *Turnaround Thermal Oil Heater 3*. KPI sebagai acuan pekerjaan kegiatan *maintenance* berupa *Turnaround* dapat diimplementasikan kedalam perencanaan dan scheduling *Turnaround* dengan cermat. Penyelesaian permasalahan untuk skema dan tahapan perancangan kegiatan *Turnaround* berikutnya diberikan beberapa rekomendasi yang sesuai dengan analisa yang telah dilakukan oleh penulis.

Rekomendasi yang diberikan diarahkan oleh *Lean Pilot* dengan munculnya beberapa faktor yang perlu diperbaiki. Perbaikan rekomendasi ini ditunjang dengan adanya target yang akan dicapai sesuai dengan nilai KPI dari penerapan *Maintenance Scorecard*. Dalam prosesnya, perbaikan yang ada dapat melanjutkan komitmen *Lean Maintenance* yang bisa dilaksanakan saat proses *Turnaround*. Rekomendasi terkait dirangkum pada tabel 4.22 sebagai berikut.

Table 4.22 *Garis Besar Rekomendasi untuk Aktivitas Turnaround TOH 3*

Metode	Kondisi Saat Ini	Rekomendasi
<i>Lean Maintenance</i>	Belum ada penerapan <i>Lean</i> pada proses pemeliharaan, terlebih pada pemeliharaan <i>Turnaround</i> dan perencanaannya	Melaksanakan penerapan <i>Lean</i> pada aktivitas <i>Turnaround</i>
	Belum ada analisa waste pada proses <i>Turnaround</i> sehingga tidak dapat meminimalkan waste pada proses <i>Turnaround</i>	Melaksanakan eliminasi waste pada proses <i>Turnaround</i>
<i>Maintenance Scorecard</i>	Proses evaluasi aktivitas <i>Turnaround</i> belum detail dan terarah	Penerapan KPI dari <i>Maintenance Scorecard</i> untuk mengukur kesuksesan proses <i>Turnaround</i>

		Penerapan evaluasi pada aktivitas pemeliharaan <i>Turnaround</i> secara detail dengan KPI yang ingin dicapai sesuai target perusahaan
--	--	---

Permasalahan yang diketahui dari penelusuran proses *Turnaround* yang telah terlaksana memiliki solusi dari masing-masing permasalahan tersebut. Maka dari itu, pada tabel 4.9.2 berikut diberikan rekomendasi oleh penulis untuk perencanaan dan pelaksanaan *Turnaround Thermal Oil Heater 3* berikutnya dengan konsiderasi terhadap KPI yang telah didapatkan dari *Maintenance Scorecard*. Dalam rekomendasi tersebut, diketahui adanya kekurangan teknis berupa ketiadaan instruksi kerja proses pemeliharaan pada TOH 3 untuk melaksanakan *Turnaround*. Hal ini sangatlah penting, terutama pada *equipment* kritis pada TOH 3 yang selama ini, kesalahan dalam pekerjaan menyebabkan *delay* yang signifikan pada pekerjaan *Turnaround*.

Table 4.23 Rekomendasi Penanganan Permasalahan pada *Turnaround TOH 3*

No	Permasalahan	Rekomendasi	Unit Kerja/PIC
1	Permasalahan saat pelaksanaan <i>Turnaround</i> karena tidak adanya instruksi kerja atau petunjuk khusus pelaksanaan	Memberikan instruksi kerja tertulis untuk meminimalisir kesalahan dalam pekerjaan saat proses <i>Turnaround</i>	Divisi <i>Maintenance and Engineering</i>
2	Minimnya supervisi pada pekerjaan <i>Turnaround TOH 3</i>	Menugaskan personel internal khusus untuk supervisi pekerjaan <i>Turnaround</i> pada TOH 3	Divisi <i>Boiler House</i> dan Divisi <i>Maintenance and Engineering</i>
3	Dokumentasi yang belum ditata dengan baik	Menata ulang pustaka dengan baik dan susunannya serta penataan penyimpanan <i>soft file</i> yang dapat diakses dengan baik	Divisi <i>Maintenance and Engineering</i>
4	Inspeksi yang dilaksanakan kurang detail	Membuat SOP untuk proses inspeksi sebelum pelaksanaan <i>Turnaround</i>	Divisi <i>Boiler House</i> dan Divisi <i>Maintenance and Engineering</i>
5	Proses fabrikasi <i>equipment</i> yang menyebabkan <i>delay</i>	Mempersiapkan back up <i>equipment</i> yang telah difabrikasi sebelum pelaksanaan <i>Turnaround</i>	Divisi <i>Boiler House</i> dan Divisi <i>Maintenance and Engineering</i>

Kekurangan teknis yang ada berupa ketiadaan instruksi kerja proses pemeliharaan pada TOH 3 untuk melaksanakan *Turnaround*. *Delay* dari permasalahan ini berbahaya pada sisi *loss production* dikarenakan untuk meminimalisasi waktu *downtime* terencana ini, banyak pekerjaan dilaksanakan dengan parallel, sedangkan pada prinsipnya, secara teknis pekerjaan didalam atau pekerjaan *confined space* memerlukan beberapa sistem pada TOH 3 untuk tetap berjalan demi keselamatan, oleh karena itu penulis memberikan rekomendasi instruksi pekerjaan pada *equipment* kritis *plant TOH 3*. *Equipment* kritis yang ada pada *Thermal Oil Heater 3* adalah sebagai berikut.

1. *ID Fan (Induced Draft Fan)*
2. *Motor Stocker*
3. *Oil Pump*
4. *Expansion Tank*
5. *Motor Coal Feeder*

Dalam proses *Turnaround*, *Expansion Tank* sebagai *stationary equipment* dan *vessel* untuk oil tidak menjadi sasaran pekerjaan pemeliharaan. Hal ini dikarenakan pada *stationary equipment* dilaksanakan *condition monitoring* dan pengamatan dari DCS (*Distribute Control System*). Rekomendasi contoh instruksi kerja pemeliharaan pada *equipment* kritis ini terlampir pada lampiran. Contoh yang diberikan merupakan rekomendasi instruksi kerja pemeliharaan yang disusun oleh penulis dengan studi lapangan langsung saat proses kerja pemeliharaan terkait berlangsung, dalam hal ini instruksi kerja yang diberikan adalah pada *equipment* kritis yaitu ID FAN (*Induced Draft Fan*) TOH 3.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hal yang ingin dikembangkan dari penelitian ini adalah untuk meneliti bagaimana cara mengimplementasi dan pendekatan apa yang sebaiknya digunakan untuk mengimplementasi lean maintenance pada *plant* TOH 3. Hal-hal yang didapat dari studi kasus historis, studi langsung lapangan, dan sesi wawancara menunjukkan bahwa perusahaan yang menjadi objek studi kasus belum memiliki evaluasi yang komprehensif dalam pelaksanaan *Turnaround* pada *Thermal Oil Heater* (TOH) 3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil evaluasi aktivitas *Turnaround* di pabrik *Thermal Oil Heater 3* adalah aktivitas teknikal menjadi penyebab permasalahan yang muncul terutama pada *equipment* kritis seperti ID Fan. Durasi perencanaan dan realisasi yang seringkali tidak sesuai. Hal ini mengindikasikan proses perencanaan tidak dilaksanakan dengan matang, baik dari inspeksi teknis maupun pekerjaan yang tidak efektif. Pekerjaan dimulai lebih lama dari perencanaan pada *equipment* sistem *furnace* dan pekerjaan yang dimulai lebih lama dari perencanaan.
2. Perancangan sistem pengukuran aktivitas *Turnaround* menggunakan pendekatan *maintenance scorecard* menghasilkan KPI yang dapat mengukur kesuksesan aktivitas *Turnaround* pada TOH 3. Hasil perancangan *Maintenance Scorecard* dari 6 perspektif menghasilkan 12 KPI rekomendasi untuk perusahaan sebagai berikut.
 - a. Rasio kesesuaian jadwal (*Productivity Perspective*)
 - b. Jumlah aktivitas tambahan (*Productivity Perspective*)
 - c. Jumlah pekerjaan tertunda (*Productivity Perspective*)
 - d. Maintenance cost per produk (*Cost Effectiveness Perspective*)
 - e. Rata-rata waktu lembur (*Cost Effectiveness Perspective*)
 - f. Unit *availability* (*Quality Perspective*)
 - g. Frekuensi *breakdown* (*Quality Perspective*)
 - h. Tingkat kecelakaan kerja (*Safety Perspective*)
 - i. Jumlah pembuangan limbah (*Environment Perspective*)
 - j. Rasio pelatihan (*Learning Perspective*)
 - k. Kualitas kontraktor (*Learning Perspective*)
 - l. Jumlah studi banding (*Learning Perspective*)

Hasil perhitungan KPI Rasio Kesesuaian Jadwal pada kinerja *Turnaround* TOH 3 tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 masing-masing adalah 72,4%; 69,5%; dan 66,7%. Hasil perhitungan KPI Jumlah Pekerjaan Tertunda pada kinerja *Turnaround* TOH 3 tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 masing-masing adalah 12,5%; 28,5%; dan 29,2%. Hasil perhitungan KPI *Unit Availability* pada kinerja *Turnaround* TOH 3 tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 masing-masing adalah 90,2%; 95,7%; dan 92,3%. Hasil perhitungan KPI *Frekuensi Breakdown* pada kinerja *Turnaround* TOH 3 tahun 2019 sampai dengan tahun 2021 masing-masing adalah 21,4%; 28,6%; dan 28,6%.

3. Penerapan *lean maintenance* untuk analisa aktivitas *Turnaround* di *Thermal Oil Heater 3 Plant* menghasilkan *waste* yaitu *Defects*, *Overproduction*, dan *Transportation* dengan *primary waste* berupa *Defects*.
4. Usulan perbaikan yang diberikan dalam mengurangi pemborosan (*waste*) dalam aktivitas pemeliharaan *Turnaround* TOH 3 diantaranya adalah sebagai berikut.
 - a. Memberikan instruksi kerja tertulis untuk meminimalisir kesalahan dalam pekerjaan saat proses *Turnaround*

- b. Menugaskan personel internal khusus untuk supervisi pekerjaan *Turnaround* pada TOH 3
- c. Menata ulang pustaka dengan baik dan susunannya serta penataan penyimpanan *soft file* yang dapat diakses dengan baik
- d. Membuat detail pelaksanaan untuk proses inspeksi sebelum pelaksanaan *Turnaround*
- e. Mempersiapkan *back up equipment* yang telah difabrikasi sebelum pelaksanaan *Turnaround*

Perusahaan memiliki komitmen untuk menjalankan *continuous improvement* agar dapat meningkatkan produktivitas kegiatan pemeliharaan, namun upaya yang diperlukan untuk dapat melakukan secara nyata *continuous improvement* dapat dilaksanakan dengan adanya objektif – objektif yang memberikan arahan tepat dengan evaluasi yang komprehensif.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan setelah penelitian dilakukan sebagai berikut.

1. Diperlukan penerapan Lean pada setiap aktivitas pemeliharaan yang ada terutama aktivitas *Turnaround*.
2. Diperlukan pelaksanaan evaluasi yang komprehensif dengan penerapan *Maintenance Scorecard* dengan KPI yang tepat sasaran untuk menilai kesuksesan aktivitas *Turnaround* pada TOH 3.
3. Diperlukan penyimpanan dokumen dan data teknis yang rapi serta dokumen yang terkomputerisasi dengan baik untuk pelaksanaan *Turnaround* yang baik dan evaluasi pelaksanaan yang tepat dalam menerapkan prinsip *continuous improvement* pada pelaksanaan aktivitas *Turnaround* TOH 3.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ansori, Nachnul. 2013. Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System) Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Assauri, Sofyan. 1993. Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Ketiga. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [3] Corder, Anthony. 1992. Teknik Manajemen Pemeliharaan. Jakarta: Erlangga.
- [4] Ebeling, Charles E. 1997. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [5] Kurniawan, Fajar. 2013. Manajemen Perawatan Industri. Edisi Pertama. Jakarta: Graha Ilmu.
- [6] R. Keith Mobley, Maintenance Engineering Handbook, Mc Graw Hill, 7th Edition, New York, 2008
- [7] D. Comstock, Lean Six Sigma White Belt Guide, Houston: Variance Reduction International, Inc., 2011.
- [8] Lonnie, W. (2010). How to Implement Lean Manufacturing. McGraw-Hill Companies.
- [9] D. Mather, The Maintenance Scorecard : Creating Strategi Advantage, New York: Industrial Press, 2005.
- [10] Sudrajat, A. 2011. Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. Bandung: PT. Refika Aditama.
- [11] D. Parmenter, Key Performance Indicators, New Jersey: John Willey & Sons, 2007.
- [12] W. Adrianto and M. Kholil, "ANALISIS PENERAPAN LEAN PRODUCTION PROCESS UNTUK MENGURANGI LEAD TIME PROCESS PERAWATAN ENGINE (STUDI KASUS PT.GMF AEROASIA)," Optimasi Sistem Industri, vol. 14, no. 2, pp. 339-349, 2015.
- [13] W. Septiani, D. Suhardini and E. Sari, "PENGUKURAN KINERJA PERAWATAN LOKOMOTIF PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) BERDASARKAN MODEL MAINTENANCE SCORECARD," Jurnal TI UNDIP, vol. 7, no. 3, 2012.
- [14] T. Afrizal, "EVALUASI KINERJA PEMELIHARAAN PLTA DENGAN PENDEKATAN MAINTENANCE SCORECARD DAN OBJECTIVE MATRIX (OMAX) (Studi Kasus Unit Pembangkit Listrik Tenaga Air Maninjau)," Optimasi Sistem Industri, vol. 13, no. 1, pp. 561- 574, 2014.

- [15] R. A. Safitri, Penerapan Value Stream Analysis dan Analytical Hierarcy Process untuk mengurangi lead time pengadaan, Studi Kasus PT Semen Indonesia, Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2015.
- [16] R. Andarnis, Pengukuran dan peningkatan sistem pemeliharaan dengan menggunakan konsep lean maintenance pada PT. Maspion, Surabaya: Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2011.

LAMPIRAN

1. Rekomendasi Instruksi Kerja Pemeliharaan pada ID FAN TOH 3

INSTRUKSI KERJA (IK) **Pemeliharaan *Induced Draft Fan (ID FAN) Thermal Oil Heater 3***

Tujuan: Mempermudah dalam pembongkaran dan pemeriksaan *Induced Draft Fan (ID FAN)* meliputi: *Cover, Shaft, Drive Motor, Impeller, Bearing Housing*, dan *Bearing*.

Fungsi: Pedoman pelaksanaan operasi pemeliharaan unit ID Fan dalam proses *Turnaround* di lingkungan *Boiler House* sehingga dapat berjalan dengan aman, efisien, dan tepat.

A. Dokumen Terkait

- Lampiran *Assembly Drawing*

B. Spesifikasi ID Fan

1. *Flow rate* : $150 \frac{m^3}{s}$
2. *Air Pressure Head* : -2942,2 Pa
3. *Rotational Speed of Fan* : 910 rpm
4. *Impeller Outlet Diameter* : 1.44 m
5. *Impeller Thickness* : 0.73 m
6. *Impeller Weight* : 540 kg

C. Sumber Daya yang Diperlukan

C.1 SDM

No	Kompetensi dan Keahlian	Keterangan
1.	Pemahaman ID Fan dan Analisis Data	Engineer Internal (Mechanical Maintenance)
2.	Kemampuan pembongkaran sesuai prosedur	Teknisi

C.2 APD

No	APD	Keterangan
1	<i>Safety Helmet</i>	SNI
2	<i>Safety Shoes</i>	SNI
3	<i>Safety Gloves</i>	SNI
4	<i>Safety Glass</i>	SNI
5	<i>Masker</i>	SNI
6	<i>Safety Wearable</i>	SNI

C.3 TOOLS

Persiapan peralatan yang diperlukan:

- *Chain Block* 1 ton, *Scaffolding*, Set Kunci Ring Pas, Wadah Penampung Oli, *Thermogun*, Majun, Gerinda Listrik, *Compressed air portable*, dan *Heat gun*.

D. Detail Aktivitas

1. Persiapan Awal

a. Melakukan *safety* dan *work permit* sesuai dokumen perizinan *Utility Department* di *Boiler House*

b. Persiapan Awal Pekerjaan Repair:

- Izin LOTO *breaker motor fan (rack out)*, *Inlet* dan *Outlet valve cooling water* ke *bearing house (close)*, *Mainhole (open)*

c. Melakukan pekerjaan setelah ID Fan berhenti dan berada pada suhu aman dibawah 40°C

d. Mempersiapkan *chain block* manual 1 ton

2. Lingkup pekerjaan pemeliharaan meliputi:

1) *Bearing* (Prosedur penggantian bearing)

- Buka *coupling* pada sambungan Fan dan Motor
- Tutup *valve cooling water* ke *bearing house*
- Lepas *piping cooling water* ke *bearing house*
- Siapkan wadah penampung oli bekas lalu lepas *screw drain oil bearing house*
- Kendorkan *lock nut upper bearing house*
- Lepas empat baut bantalan *bearing house*
- Pasang *chain block* manual 1-ton pada plat atas struktur bangunan ID Fan dan angkat *cover upper bearing house* menggunakan *sling* dan *eye bolt*
- Lepas *oil ring*
- Buka pin *bearing upper*
- Lepas *thrust bearing* bagian atas
- Lepas *thrust bearing* bagian bawah
- Lakukan *cleaning bearing house* dari oli bekas dengan majun
- Dalam pemasangan *thrust bearing* baru, lakukan langkah mundur dari poin bawah hingga poin atas

2) *Impeller* (Prosedur penggantian impeller)

- Pasang *scaffolding*
- Potong *casing inlet fan*
- Buka *linkage damper*
- Angkat *impeller* menggunakan *chain block* manual 1 ton
- Pasang *impeller* baru
- Dalam pemasangan kembali, diurutkan dari yang terakhir dilepas

3) *Coupling* (Prosedur penggantian *coupling*)

- Lepas semua baut pelindung *coupling*
- Lepas semua baut hub *coupling* dan geser
- Bersihkan *coupling*
- Gunakan pemanasan untuk melepasnya
- Lepas *coupling*

- Dalam pemasangan *coupling*, lakukan *visual check* pada *shaft fan* akan kecacatan yang mungkin menyulitkan pemasangan *coupling*.
- 4) *Cleaning Impeller*
 - Lepas seluruh baut *mainhole cover impeller*
 - Lepas *mainhole cover impeller*
 - Bersihkan seluruh sirip *impeller* dari *fly ash* dengan *pressurized air*
 - Pasang kembali *mainhole cover impeller*
 - Kencangkan seluruh baut *mainhole cover impeller*
- 5) Toleransi

Coupling:

Radial alignment – 0.051 mm

Angular alignment – 0.051 mm

Bearing:

Thrust clearance – (-0.330 mm s.d. 0.508 mm)

Radial clearance - (-0.254 mm s.d. 0.432 mm)

Drawing Impeler ID Fan (Ilustrasi)

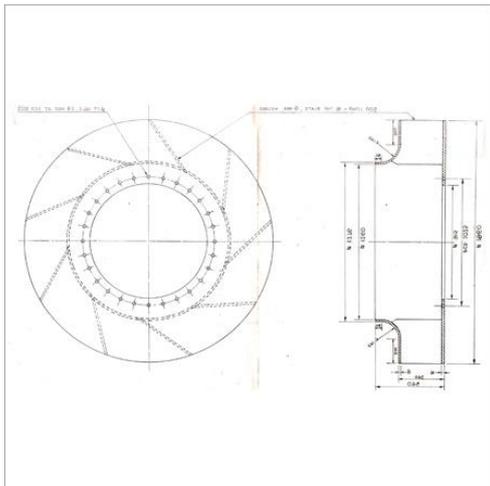
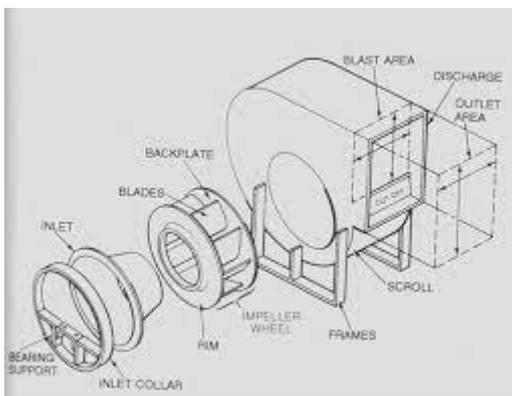


Diagram assembly pada Impeller cover ID Fan (Ilustrasi)



2. Wawancara Identifikasi *Waste* dan Penentuan Objektif *Maintenance Scorecard*

Wawancara Identifikasi 7 *Waste* dan Penentuan Objektif *Maintenance Scorecard* pada Aktivitas *Turnaround Thermal Oil Heater 3*

Hari/Tanggal: Selasa, 10 Mei 2022 – Kamis, 12 Mei 2022

Tempat Pelaksanaan: Boiler House, Utility Department

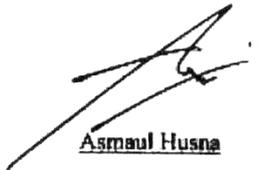
Pembobotan *Maintenance Scorecard*

No.	Perspektif	SH1	SH3	Rata - Rata	Bobot
1	Productivity	5	5	5	0,20
2	Cost Effectiveness	3	4	3,5	0,14
3	Quality	5	5	5	0,20
4	Safety	5	5	5	0,20
5	Environment	3	3	3	0,12
6	Learning	4	4	4	0,16
Total				25,5	1

Identifikasi 7 *Waste*

Analisa Identifikasi Waste Aktivitas Turn Around TOH 3									
No.	Jenis Waste	SH1	SH2	SH3	Rata-Rata	SH1	SH2	SH3	Rata-Rata
		Likelihood				Consequence			
1.	Overproduction	3	4	2	3,00	3	3	3	3,00
2.	Defects	4	3	3	3,33	3	3	3	3,00
3.	Unnecessary Inventory	2	2	1	1,67	2	2	1	1,67
4.	Overprocessing	2	2	2	2,00	3	2	3	2,67
5.	Transportation	3	3	3	3,00	3	3	3	3,00
6.	Waiting	2	2	2	2,00	2	3	2	2,33
7.	Unnecessary Motion	1	1	2	1,33	3	1	2	2,00
Total		17	17	15	16,33	19	17	17	17,67

Head of Steam, Coal & TOH Utility Department



Asmaul Husna

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Medan, 25 Agustus 2000, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Inalum Kuala Tanjung, SD Galatia Bekasi, SMPK Penabur Harapan Indah, dan SMAK Penabur Harapan Indah. Lulus dari sekolah menengah atas pada tahun 2018, Penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Mesin FTIRS-ITS dan terdaftar dengan NRP. 02111840000176.

Selama perkuliahan, Penulis aktif dalam beberapa kegiatan baik yang berhubungan dengan bidang akademik maupun non-akademik. Di Departemen Teknik Mesin Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Departemen, Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HMM). Penulis aktif menjadi anggota organisasi mahasiswa Mesin Music Club (MMC) selama perkuliahan dan mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka. Pada lingkup institusi, penulis aktif dalam kepanitiaan Persekutuan Mahasiswa Kristen ITS (PMK ITS), anggota tim mobil listrik Cakradewa ITS, dan anggota tim mobil listrik Anargya ITS EV Team. Untuk kritik dan saran dari pembaca terkait penelitian ini, maupun hal lainnya dapat melalui kontak pada email fransaldi.25@gmail.com

Ditetapkan di Surabaya
REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER,

MOCHAMAD ASHARI
NIP 196510121990031003