



TESIS - BM185407

**UPAYA PENINGKATAN MUTU PROYEK DENGAN
METODE *LEAN CONSTRUCTION* PADA PROYEK
FREESPAN CORRECTION PIPA GAS *OFFSHORE* DI
PT XYZ**

**FITHRO RIZKI
09211950016006**

**Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.**

**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
SEKOLAH INTERDISIPLIN MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Fithro Rizki

NRP: 09211950016006

Tanggal Ujian: 05 Januari 2022

Periode Wisuda: Maret 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Dr.Ir. Bambang Syairudin, M.T.
NIP: 196310081990021001

Penguji:

1. R. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP: 196808101995121001

2. Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
NIP: 198310162008011006

DEKAN SEKOLAH INTERDISIPLIN MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI,



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

NIP: 196912311994121076

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

UPAYA PENINGKATAN MUTU PROYEK DENGAN METODE
LEAN CONSTRUCTION PADA PROYEK *FREESPAN*
CORRECTION PIPA GAS *OFFSHORE* DI PT XYZ

Nama : Fithro Rizki, S.T.
NRP : 09211950016006
Pembimbing: Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.

ABSTRAK

PT XYZ mengoperasikan pipa transmisi gas sepanjang 369,7 km untuk mengalirkan gas ± 600 MMSCFD ke industri petrokimia, pembangkitan listrik, dan bahan bakar industri lainnya di Jawa Timur. Adanya *freespan* di jalur *offshore* disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Kondisi *freespan* dapat menyebabkan pipa gas mengalami kebocoran sehingga diperlukan intervensi berupa *freespan correction*. Dalam pengerjaannya, proyek *freespan correction* pipa gas *offshore* 28” dari Pulau Pagerungan ke Onshore receiving facilities (ORF) Porong Sidoarjo menghadapi permasalahan-permasalahan yang mengakibatkan keterlambatan dalam pemenuhan *deadline* proyek. Metode *lean construction* dinilai tepat untuk menyelesaikan masalah dengan memetakan aliran nilai, mengidentifikasi pemborosan, menentukan akar penyebab pemborosan, merumuskan tindak lanjut, kemudian melakukan tindakan perbaikan. Tahap engineering dilakukan tepat waktu sesuai rencana, yaitu 42 hari kerja. Tahap Procurement terjadi keterlambatan pengadaan sewa working vessel mencapai 28 hari kalendar. Tahap Konstruksi terjadi keterlambatan akibat menunggu di kegiatan sandar kapal mencapai 4 hari kalendar. Hal ini berdampak pada keterlambatan pekerjaan secara keseluruhan hingga 185,6 hari kalendar. Perangkat pemetaan aktivitas yang dipilih adalah *process activity mapping* (PAM). Menurut PAM, pemborosan teridentifikasi terdiri dari waktu tunggu proses pengadaan bahan dan peralatan mencapai 17 hari kalendar (total) dan waktu tunggu yang tidak direncanakan di pelabuhan selama 2 hari. Dengan mengembangkan model *Risk Breakdown Structure*, tindakan korektif yang akan diterapkan adalah dengan menentukan jumlah minimum calon vendor kapal yang bekerja, membuat timeline yang terperinci untuk aplikasi izin, menetapkan indikator kinerja utama untuk agen izin. Oleh karena itu, pemborosan diharapkan tidak terjadi pada proyek koreksi *freespan* berikutnya di PT XYZ

Kata Kunci : *freespan correction*, *lean construction*, *waste*, dan *non-added value activity*

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

PROJECT QUALITY IMPROVEMENT BY IMPLEMENTING THE LEAN CONSTRUCTION METHOD IN OFFSHORE GAS PIPELINE FREESPAN CORRECTION PROJECT AT PT XYZ

Name : Fithro Rizki, S.T.
NRP : 09211950016006
Thesis Supervisor : Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.

ABSTRACT

PT XYZ operates a 369,7 km gas transmission pipeline to deliver $\pm$ 600 MMSCFD gas to the petrochemical, power generation, and other industrial fuel industries in East Java Province. The freespan occurs in offshore pipeline is mainly caused by environmental influences. Freespan conditions can cause gas pipes leakage, therefore intervention by conducting freespan correction is needed. The 28" offshore gas pipeline freespan correction project from Pagerungan Island to Porong Sidoarjo Onshore receiving facilities (ORF) faces many problems that cause delays in project deadlines. The lean construction method is considered appropriate to solve problems by mapping the value stream, identifying waste, determining the root cause of wastes, formulating follow-up actions, then taking corrective actions. The engineering phase is carried out on time according to the plan, which is 42 working days. Procurement Phase occurred delays in procuring working vessel rentals for 28 working days. Construction Phase occurred delays due to waiting in anchorage activities for 4 days. This has an impact on overall work delays up to 185,6 working days. The chosen mapping tool is Process Activity Mapping (PAM). According to PAM, wastes were identified consist of waiting time in the procurement process for materials and equipment for 17 days (total) and an unplanned waiting in anchorage at the port for 2 days. By developing risk breakdown structure model, corrective actions to be implemented are by defining minimum number of working vessel vendor candidates, making a detailed timeline for permits application, defining key performance indicators for permits agent. Therefore, the wastes are expected not to occur in next freespan correction project in PT XYZ.

Keyword : freespan correction, lean construction, waste, and non-added value activity

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia-Nya sehingga tesis dengan Judul “Upaya Peningkatan Mutu Proyek dengan Metode *Lean Construction* pada Proyek *Freespan Correction* Pipa Gas *Offshore* di PT XYZ” ini dapat terselesaikan. Selain itu ucapan terimakasih juga saya ucapkan kepada :

1. Papah, Mamah, Lely (istri tercinta), Kazania, Alisha, dan Maudy (anak-anak) yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan doa sehingga tesis ini dapat diselesaikan
2. Bapak Dr.Ir. Bambang Syairudin, M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan motivasi, semangat, kritik , serta saran sehingga tesis ini terselesaikan
3. Rekan-rekan kerja di PT XYZ yang selalu mendukung dan bekerja sama dengan baik
4. Rekan rekan MMT ITS Angkatan 2020 dari Manajemen Industri, Manajemen Proyek, dan Manajemen Rantai Pasok yang selalu kompak memberi dukungan dan memberikan informasi-informasi penting sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.

Saya berharap agar tesis dapat bermanfaat bagi pembacanya. Kritik dan masukan masih sangat diperlukan untuk pengembangan lebih lanjut metode *lean construction* di dunia migas *offshore*.

Surabaya, November 2021

Penulis

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Freespan Correction</i> (Rektifikasi)	9
2.2 Konsep <i>Lean</i>	10
2.3 Manajemen Konstruksi Tradisional	13
2.4 <i>Lean Construction</i>	14
2.5 <i>Big Picture Mapping</i> (BPM)	18
2.6 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	20
2.7. VALSAT (<i>Value Stream Analysis Tool</i>).....	23
2.8 Eliminasi <i>Waste</i>	24
2.8.1 Identifikasi <i>Waste</i>	24
2.8.2 Analisis <i>Waste</i>	27
2.9 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tahap Identifikasi.....	31
3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data	32
3.3 Analisis dan Interpretasi Data	33
3.4 Kesimpulan dan Saran.....	33
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	37

4.1.	Deskripsi Proyek	37
4.2.	<i>Big Picture Mapping</i> (BPM)	37
4.2.1	Proses Inti	37
4.2.2	Proses <i>Freespan Correction</i>	38
4.2.3	Aliran Informasi	39
4.2.4	Aliran Material	39
4.3	Identifikasi <i>Waste</i>	41
4.4	Pemilihan <i>Value Stream Analysis Tool</i>	44
4.4.1	<i>Process Activity Mapping</i>	45
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	49
5.1	Analisis Pemborosan pada <i>Whole Stream</i> Proyek Konstruksi	49
5.1.1	Analisis 7 Pemborosan	50
5.2	Usaha Perbaikan <i>Non Value Added Activity</i> (NVA)	53
5.2.1	<i>Non Value Added Activity</i> Kritis	53
5.2.2	<i>Root Cause</i> Penyebab <i>Non Value Added Activity</i>	56
5.3	<i>Risk Breakdown Structure</i>	58
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1	Kesimpulan	63
6.2	Saran	64
DAFTAR	PUSTAKA	65
LAMPIRAN		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Situasi <i>Offshore Pipeline PT XYZ</i>	3
Gambar 1.2 <i>S-Curve</i> Triwulan 1	5
Gambar 2.1 Ilustrasi Kondisi <i>Pipeline Freespan</i>	9
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Freespan Correction</i>	10
Gambar 2.3 <i>Lean Project Delivery System (LPDS)</i>	18
Gambar 2.4 Jenis Pemborosan	26
Gambar 2.5 Klasifikasi Penyebab Pemborosan Waktu	27
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	35
Gambar 4.1 Kutipan Pertanyaan Kuesioner	43
Gambar 4.2 Jenis Aktivitas dalam <i>Freespan Correction</i>	47
Gambar 4.3 Jumlah Waktu Aktivitas dalam PAM	48
Gambar 5.1 <i>Big Picture Mapping</i>	53
Gambar 5.2 Perbandingan VA dan NVA Berdasarkan Jumlah Aktivitas	53
Gambar 5.3 Perbandingan VA dan NVA Berdasarkan Jumlah Hari	53
Gambar 5.4 Diagram Pareto <i>Non Value Added Activity</i>	56
Gambar 5.5 <i>Fishbone Diagram</i>	57
Gambar 5.6 <i>Risk Breakdown Structure</i> Proyek <i>Freespan Correction</i>	59
Gambar 5.7 <i>Risk Event</i> Proyek <i>Freespan Correction</i>	61

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Titik <i>Freespan</i> Kritis di <i>Offshore Pipeline</i>	4
Tabel 2.1 Perbandingan Konstruksi Konvensional vs <i>Lean Construction</i>	16
Tabel 2.2 Simbol <i>Big Picture Mapping</i>	19
Tabel 2.3 Kode dan Pembobotan <i>Value Stream Mapping</i>	23
Tabel 2.4 VALSAT <i>Matrix</i>	24
Tabel 4.1 Pembagian Tanggung jawab Penerimaan Material.....	41
Tabel 4.2 Responden Kuesioner	42
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Kuesioner.....	43
Tabel 4.4 Faktor Pembobotan VALSAT	44
Tabel 4.5 Skor VALSAT	45
Tabel 4.6 Aktivitas dalam PAM	46
Tabel 4.7 Jenis Aktivitas <i>Freespan Correction</i>	46
Tabel 4.8 Jumlah Waktu Aktivitas dalam PAM	47
Tabel 4.9 Kategori Aktivitas	48
Tabel 5.1 Estimasi Kerugian <i>Non Value Added Activity</i>	54
Tabel 5.2 Pemilahan Akar Penyebab NVA	58
Tabel 5.3 Pro vs Kontra Rencana Perbaikan.....	58
Tabel 5.4 Daftar Risiko	59
Tabel 5.5 Kriteria Penilaian Risiko.....	60
Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Penilaian Risiko.....	60
Tabel 5.7 Analisis Mitigasi Pengembangan Respons Risiko.....	62

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

LAMPIRAN

1. Peralatan Kerja dan Material	67
2. Rekapitulasi Kuesioner.....	68
3. Process Activity Mapping Freespan Correction.....	70
4. Mitigasi Risiko Keterlambatan Pemilihan Working Vessel.....	71
5. Mitigasi Risiko Keterlambatan Akibat Pengurusan Izin oleh Agen	72
6. Mitigasi Risiko Keterlambatan Pengurusan Izin Pekerjaan Bawah Air.....	73
7. Dokumentasi Kegiatan Freespan Correction.....	74

BAB 1

PENDAHULUAN

Manajemen konstruksi bertujuan untuk mengelola dan memanfaatkan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya dalam bidang konstruksi untuk mencapai tujuan yang ditetapkan oleh *project owner*. Bidang manajemen tergantung pada kelancaran komunikasi dalam menyampaikan pemikiran, gagasan, informasi, serta instruksi dengan cepat dan efektif. Proses manajemen terdiri dari penempatan tujuan atau misi, perencanaan (*planning*), pengerahan (*staffing*), *organizing*, *supervising*, dan pengendalian (*controlling*). Produktivitas proyek konstruksi tidak hanya dipengaruhi oleh faktor peralatan (*equipments*), material, dan metode pelaksanaan konstruksi, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor tenaga kerja (*labour*). Integrasi antara sumber daya yang tersedia dengan bidang ilmu manajemen yang terkelola dengan baik akan menghasilkan produktivitas yang optimal.

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sumber daya proyek akan selalu menggunakan ukuran biaya, waktu, dan mutu. Pengelolaan sumber daya yang kurang tepat akan meningkatkan biaya pelaksanaan, menambah durasi pekerjaan, dan berpotensi mengurangi kualitas pekerjaan. *Waste* atau pemborosan atau pemborosan adalah pergerakan pekerja yang tidak menambah nilai dan tidak diperlukan dalam suatu proses (Ohno, 1990). Selain itu menurut Womack & Jones (1997), *waste* merupakan segala aktivitas manusia yang menyerap sumber daya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan perbaikan, hasil pekerjaan yang tidak diinginkan oleh pengguna, proses atau pengolahan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna, dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan *waste* atau *non added value activity* merupakan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

Konsep *lean* dengan nama *lean production* dikembangkan pertama kali pada industri manufaktur dan otomotif Toyota yang dikenal sebagai *Toyota Production System*. Industri konstruksi juga mengadopsi konsep *lean* dari industri manufaktur yang dikenal dengan istilah *lean construction* (konstruksi ramping). *Lean construction* adalah suatu aplikasi dari filosofi produksi baru di dunia konstruksi (L Koskela, 1992). Prinsip konstruksi ramping di industri konstruksi memiliki dua tujuan fundamental yaitu meningkatkan *value* dan meminimalkan *waste*.

PT XYZ adalah perusahaan milik negara yang bergerak di bidang jasa transmisi gas alam yang mengalirkan gas alam ± 600 MMSCFD dari produsen gas di Pulau Pagerungan dan Laut Madura menuju Kota Gresik, Pasuruan, dan Semarang melalui pipa gas *offshore* sepanjang 367 km dan pipa gas *onshore* 60 km dengan spesifikasi pipa gas API 5L X52 ukuran internal diameter 28". Berdasarkan survey visual yang dilakukan dengan alat *Remote Operated Vehicle* (ROV) pada 2017 di segmen pipa gas *offshore* PT XYZ, ditemukan sebanyak 181 titik *freespan* (bentang bebas tanpa penumpu). Dari 181 titik *freespan* tersebut, sebanyak 29 titik *freespan* berada di atas batas *Maximum Allowable Span* (MAS) sehingga memerlukan *freespan correction*. *Freespan correction* dilakukan dengan cara memasang *seabed groutbag* untuk mengurangi *stress* pada pipa gas. Kehandalan pipa gas *offshore* PT XYZ sangat penting karena menjadi sumber gas utama untuk kebutuhan bahan baku industri petrokimia, bahan bakar pembangkitan listrik, dan industri lainnya di Kota Gresik, Surabaya, Pasuruan, dan Semarang.

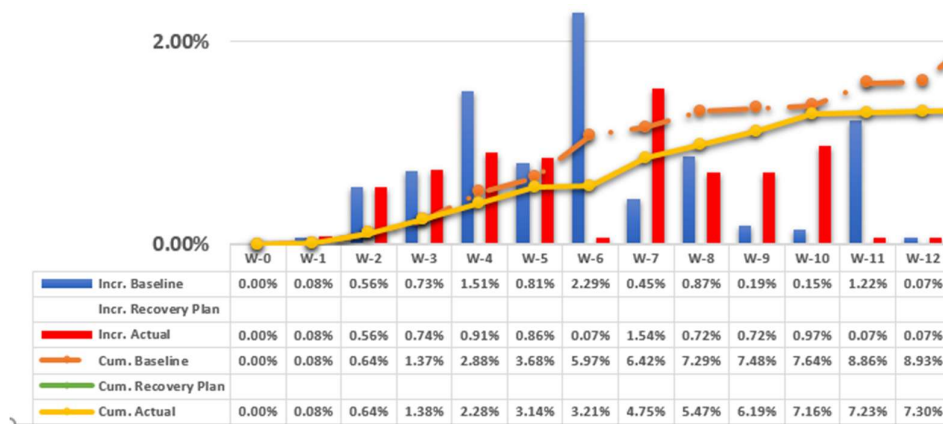
Tabel 1.1 Titik *Freespan* Kritis di *Offshore Pipeline*

No	Identifikasi Titik Span	Kilometer Point Start	Panjang Span (m)	Celah Span (m)	Tinggi minimum Grout Bag
1	6	48+987	50	0,58	0,946
2	9	50+059	57	0,41	0,776
3	19	50+697	51	0,65	1,016
4	12	50+857	50	0,34	0,706
5	13	51+067	51	0,37	0,736
6	24	68+905	52	0,61	0,976
7	27	75+618	56,99	0,62	0,986
8	29	95+590	59	0,4	0,766
9	40	95+707	50	0,36	0,726
10	62	102+609	73	0,73	1,096
11	64	102+794	65,94	1,36	1,726
12	66	103+081	49,99	0,92	1,286
13	69	103+376	50	0,74	1,106
14	81	104+884	53	0,74	1,106
15	83	105+152	63,01	0,77	1,136
16	97	116+654	49,99	0,68	1,046
17	98	119+878	50	1,13	1,496
18	100	123+038	52,99	0,85	1,216
19	115	128+346	53	2,62	2,986
20	120	129+947	66	1,22	1,586
21	121	130+033	52	0,49	0,856
22	123	131+778	53	1,08	1,446
23	124	131+832	65	0,91	1,276
24	128	139+832	58,98	0,64	1,006
25	169	193+603	57,99	0,38	0,746
26	172	198+331	54	0,54	0,906
27	177	213+539	52	0,27	0,636
28	179	214+713	49,99	0,42	0,786
29	180	215+135	56	0,39	0,756

Sumber : Kajian *Freespan* PT XYZ (2020)

Sejak dilakukan *kick-off meeting* dimulainya pekerjaan *freespan correction* ini pada 1 Maret 2021, *progress* pekerjaan belum sesuai dengan target. Dalam pengerjaan proyek ini konsorsium PTK-PGS menghadapi permasalahan *progress* awal proyek konstruksi yang berjalan tidak sesuai rencana. Hal ini diindikasikan dari adanya *gap* antara *progress* aktual dan rencana awal proyek sebagaimana

yang tercantum pada S-curve di **Gambar 1.2** yakni adanya deviasi sebesar 1,63 % sampai dengan Minggu ke-12 . Menurut sudut pandang *lean construction*, keterlambatan dalam pemenuhan *deadline* proyek diduga karena banyaknya aktivitas yang tidak menambah nilai, seperti : menunggu kepastian pemilihan *working vessel*, kepastian daftar *personnel on-board* (tenaga kerja yang akan dilibatkan), kepastian perijinan dari pemerintah, dan kepastian instruksi berlayar sehingga dapat berdampak pada keterlambatan pada pekerjaan *freespan correction*.



Gambar 1.2 S-Curve Triwulan 1

Sumber: Laporan *Progress* Bulanan Proyek *Freespan Correction*

Oleh karena itu, PT XYZ selaku *owner* proyek perlu mengambil langkah yang tepat dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* agar keterlambatan pengerjaan proyek dapat dihindari dan memberi kepuasan kepada *customer*. Permasalahan yang difokuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi dan mengurangi *waste*, serta melakukan perbaikan berkelanjutan pada aktivitas konsorsium PTK-PGS dengan penerapan metode *Lean Construction* sehingga proyek dapat selesai tepat waktu. Metode *Lean Construction* dinilai tepat untuk mengatasi *waste* (pemborosan) yang terjadi di proyek ini karena metode ini merupakan suatu proses yang berlangsung terus menerus dari proses eliminasi *waste*, mengutamakan kebutuhan konsumen yakni tepat waktu/biaya/kualitas, fokus pada aliran informasi/material, dan mencapai kesempurnaan dalam pelaksanaan pembangunan dalam proyek.

Proyek *freespan correction* pipa gas *offshore* merupakan bagian dari upaya rutin pemeliharaan fasilitas penyaluran gas alam PT XYZ. Proyek sejenis pernah berlangsung pada tahun 2003 dan 2007. Diharapkan proyek yang dijalankan di tahun 2021 berlangsung tepat waktu, biaya, dan kualitas. Kegiatan *freespan correction* pipa gas *offshore* ini berpotensi dilakukan lagi di masa yang akan datang mengingat adanya faktor pengaruh arus laut di sekitar Laut Madura yang dapat mengubah profil dasar laut sehingga pipa gas *offshore* PT XYZ kembali mengalami *freespan* di atas *maximum allowable span* .

1.2 Perumusan Masalah

Untuk membuat rencana perbaikan proyek *freespan correction* pipa gas bawah laut dengan penerapan *lean construction*, maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana situasi dan kondisi saat ini yang terjadi pada pelaksanaan *freespan correction* pipa gas *offshore* saat ini ?
2. Apa saja aktivitas-aktivitas yang tergolong dalam *waste* pada proyek *freespan correction* pipa gas *offshore* ini?
3. Bagaimana metode yang tepat sebagai upaya perbaikan untuk mereduksi *waste* agar proyek *freespan correction* berjalan tepat waktu?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menginvestigasi situasi dan kondisi yang terjadi pada pelaksanaan *freespan correction* pipa gas saat ini, mulai dari pekerjaan engineering, procurement kemudian prosesnya hingga penyelesaian pekerjaan konstruksi
2. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang tergolong dalam *waste* pada proyek *freespan correction* pipa gas.
3. Menghasilkan *improvement* aktivitas-aktivitas pada proyek *freespan correction* pipa gas *offshore* dengan penerapan aplikasi *Lean Construction* yang tepat.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi di proyek dengan menganalisis hasil pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder, yang diperoleh antara lain dengan kuisioner, wawancara, dan observasi di lapangan. *Waste* yang diamati adalah tujuh macam *waste* menurut Shigeo Shingo. Detail proyek tidak mengalami perubahan yang telah disepakati dalam kontrak selama proses penelitian berlangsung.

Lingkup dari penelitian ini adalah *engineering, procurement, dan construction (EPC)*. Responden adalah para pekerja kontraktor EPC dari konsorsium PTK-PGS yang terlibat secara langsung dengan latar belakang pendidikan minimal D3 (diploma 3).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan penambah wawasan dan pengetahuan mengenai konsep yang dapat diimplentasikan dalam *fre-span correction*, terutama *Lean Construction* yang sekarang masih banyak dipelajari baik secara teori maupun praktis.
2. Dapat dijadikan masukan dan pembelajaran konsep *lean* untuk menambahkan nilai produk dan untuk mengurangi *waste* dalam proyek *fre-span correction* mengingat pekerjaan sejenis berpotensi dilakukan kembali di masa depan untuk mempertahankan integritas pipa gas *offshore* PT XYZ
3. Dapat dijadikan masukan atau referensi untuk pelaksanaan *fre-span correction* selanjutnya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 2

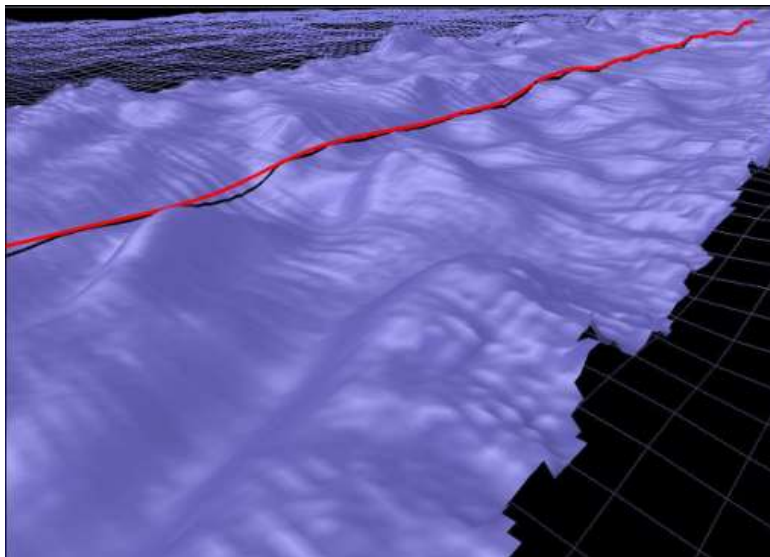
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Freespan Correction* (Rektifikasi)

Freespan pipa bawah laut adalah suatu kondisi dimana bentangan pipa dengan panjang tertentu memiliki jarak (*gap*) terhadap *seabed*. Pada pipa bawah laut (*subsea pipeline*) yang tergeletak pada *seabed*, *freespan* terjadi akibat ketidakrataan (*uneven*) permukaan dasar laut dengan kurvatur yang tidak memenuhi kurvatur natural dari pipa tersebut sehingga bentang pipa akan menggantung (**Gambar 2.1**). Selain itu, *freespan* juga dapat terjadi jika pada rute pipa tersebut memiliki persimpangan (*crossing*) dengan pipa atau kabel lain di bawah laut.

Berdasarkan standar internasional (DNV RP F105, 2006), faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *freespan*, antara lain:

1. Ketidakrataan dasar laut
2. Perubahan kondisi dasar laut (akibat gelombang pasir dan *scouring*)
3. *Support* artifisial
4. *Strudel Scours*



Gambar 2.1 Ilustrasi Kondisi *Freespan*
Sumber : Kajian *Freespan* PT XYZ (2020)

Panjang *freespan* pipa gas atau *Maximum Allowable Span (MAS)* yang diijinkan adalah maksimum 50 meter berdasarkan Simulasi *Finite Element* (level 3) pada dokumen EJGP *Freespan Report* 2020. Ruas-ruas pipa dengan panjang *freespan* yang lebih dari 50 m maupun kondisi *seabed* yang rentan akan *scouring* maka perlu dilakukan *freespan correction* rektifikasi (ilustrasi pada **Gambar 2.2**). Tindakan rektifikasi ini bertujuan untuk menghindari kegagalan pada pipa bawah laut terhadap *overstress*. Rektifikasi dilakukan dengan memberikan support atau tumpuan. Jenis-jenis tumpuan ada berbagai macam jenis antara lain : *gravel* dan *concrete sand bag*.



Gambar 2.2 Ilustrasi *Freespan Correction*
Sumber : Kajian Freespan PT XYZ (2020)

2.2 Konsep *Lean*

Konsep *lean* dipopulerkan oleh *Toyota's Chief Engineer*, Taiichi Ohno dalam *Toyota Production System*. Konsep ini sendiri lahir setelah Ohno melakukan studi banding untuk meninjau sistem produksi yang diterapkan di Ford. Dalam hal strategi produksi, Ford melakukan pembatasan terhadap permintaan produk. Sedangkan Ohno menekankan strategi produksi dengan melakukan aktivitas produksi saat pemesanan itu ada (*just-in-time*). Dalam konsep *just-in-time* (JIT), gudang atau lokasi penyimpanan diupayakan tetap kosong dan sebagai konsekuensinya, kinerja produktivitas harus berjalan efektif, sehingga barang dapat diterima konsumen dengan tepat waktu. Implementasi konsep *Lean* ini didasari pada 11 prinsip utama (Koskela, 1997) yaitu :

1. Mengurangi bagian aktivitas yang tidak menambah nilai (pemborosan)

Meminimalisasi kegiatan yang tidak menghasilkan nilai terhadap waktu, sumberdaya, material dan informasi yang dibuat oleh *customer/owner*.

2. Meningkatkan nilai output melalui pertimbangan yang sistematis tentang kebutuhan pelanggan

Lengkapi segala kebutuhan untuk proyek yang berasal dari *customer/owner* untuk meningkatkan nilai output atau sasaran proyek.

3. Mengurangi variabilitas

Ada dua alasan untuk meminimalisasi varian yang ada pada proyek. Pertama, adanya perbedaan pandangan terhadap permintaan *customer/owner*. Kedua, varian bisa meningkat oleh adanya kegiatan yang tidak menghasilkan nilai.

4. Mengurangi waktu siklus

Implementasi dari prinsip *just-in-time* untuk mengeliminasi persediaan inventarisasi (fasilitas) dan desentralisasi dari hirarki suatu organisasi proyek.

5. Menyederhanakan dengan meminimalkan jumlah langkah

Minimalisasi komponen-komponen produksi dan langkah-langkah dari proses penyediaan barang/material.

6. Meningkatkan fleksibilitas output

Dengan menggunakan disain awal, diharapkan kesulitan untuk meminimalisasi perbaikan dan perubahan bisa dilakukan. Serta kecakapan dalam bekerja diharapkan dapat meningkatkan produksi yang fleksibel.

7. Meningkatkan transparansi proses

Proses yang transparan dan objektif digunakan dalam proses pengendalian dan pengembangan oleh semua karyawan.

8. Fokus untuk mengawasi pada semua proses

Dengan adanya kemandirian dan fokus terhadap pekerjaan dalam tim pada proses konstruksi diharapkan bisa melatih pengendalian terhadap proses konstruksi dan kerjasama dengan pihak *supplier* diharapkan bisa mengoptimalkan jaringan kerja.

9. Membangun perbaikan secara berkelanjutan dalam melakukan proses

Usaha dalam pembangunan yang berkelanjutan yaitu meminimalisasi pemborosan dan menghilangkan kegiatan yang tidak menghasilkan nilai.

10. **Mengimbangkan peningkatan aliran dengan peningkatan perubahan**

Adanya suatu hubungan internal antara jaringan dan pengembangan kerja yang membuat proses penghematan dalam pembiayaan peralatan serta mempunyai perhatian yang khusus terhadap teknologi yang digunakan.

11. **Benchmark**

Sasaran yang dituju mengacu pada prinsip *SWOT* (*Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*). Maksudnya kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang terjadi pada proyek konstruksi dapat dikombinasikan untuk menjadikan kegiatan yang ada efektif.

Satu dari kunci utama dari prinsip *Lean* seperti yang tertulis dalam “*Toyota Production System*” adalah identifikasi aktivitas menjadi dua golongan yaitu kegiatan yang memberikan nilai tambah dan kegiatan yang tidak perlu (pemborosan). Dengan melakukan identifikasi pada setiap aktivitas yang dilakukan, maka kegiatan yang mendatangkan manfaat bagi konsumen dapat ditingkatkan, sedangkan kegiatan yang merupakan pemborosan dapat direduksi. Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk dalam kategori pemborosan ini kemudian digolongkan menjadi dua jenis: *non-value added but necessary or waste* (harus diselesaikan, namun tidak memberikan nilai atau pemborosan) dan limbah murni (*pure waste*).

Pada dasarnya konsep *Lean* adalah konsep perampingan atau efisiensi. Konsep ini dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur ataupun jasa, karena pada dasarnya konsep efisiensi akan selalu menjadi suatu target yang ingin dicapai oleh perusahaan. Konsep *Lean* atau efisiensi ini dapat pula diterapkan pada berbagai macam bidang misalnya *lean customer relationships*, *lean service*, *lean manufacturing*, dan *lean supply chain*. Hal utama yang perlu dipahami oleh organisasi yang akan menerapkan *Lean* adalah memahami *customer* dan apa *value* mereka. Sedangkan tujuan dari cabang ilmu ini sendiri antara lain :

1. Memahami keinginan dari customer
2. Meningkatkan budaya pembelajaran di perusahaan
3. Perusahaan akan lebih reaktif terhadap terjadinya perubahan

4. Meningkatkan performansi jasa pengiriman
5. Menurunkan waktu keluarnya produk baru di pasaran
6. Menghasilkan kualitas produksi yang lebih baik
7. Meningkatkan produktivitas
8. Meningkatkan peluang bisnis

2.3 Manajemen Konstruksi Tradisional

Howell dan Koskela (2000) dalam *Reforming Project Management: The Role of Lean Construction* menyatakan dalam penelitian mereka sebelumnya menyoroti alasan kenapa memperkenalkan metode baru dalam manajemen konstruksi. Koskela dan Howell berpendapat bahwa pendekatan konvensional harus direformasi untuk menyesuaikan dengan kompleksitas dan ketidakpastian di dalam proyek. Mereka menyatakan bahwa kekurangan dalam manajemen proyek saat ini karena lemahnya asumsi dan teori. Kelemahan pada asumsi ini meliputi ketidakpastian untuk lingkup kegiatan dan hubungan antar aktivitas yang terlalu sederhana. Model transformasi produksi yang digunakan sebelumnya di bidang manufaktur dapat diterapkan ke dalam ilmu manajemen proyek. Kelemahan teori ini dapat dijelaskan sebagai berikut: bahwa ada karakteristik lain dalam produksi selain transformasi yang dapat membuat output lebih bernilai, yaitu penggunaan sumber daya yang efisien dan peneuhan kebutuhan pelanggan dengan cara terbaik. Dengan kata lain, perbaikan praktek manajemen konstruksi saat ini dapat dicapai dengan menerapkan pendekatan manajemen produksi, tidak hanya termasuk transformasi tetapi juga manajemen alur kerja dan menilai dengan baik proses-proses yang menghasilkan *value* sehingga teori dan prinsip-prinsip *lean construction* dapat diterapkan di industri konstruksi.

Koskela dan Howell membahas permasalahan yang terjadi sebagai akibat dari beberapa kelemahan pada metode konvensional seperti: "Manajemen proyek belum bisa mencapai tujuan yang ditetapkan, hasilnya masih belum memuaskan". Pada proyek-proyek yang besar, kompleks, dan cepat, manajemen proyek tradisional hanya bersifat kontra produktif, yakni timbulnya masalah sendiri dan berdampak besar bagi kinerja proyek. Oleh karena itu, industri konstruksi harus

mencari metode non-konvensional dan manajemen baru untuk meningkatkan *value* dan mengurangi limbah, waktu, dan biaya pada proyek.

2.4 Lean Construction

Terminologi "*Lean Construction*" dicetuskan pertama kali pada tahun 1993 dalam *International Group for Lean Construction*. Kemudian, Glenn Ballard dan Greg Howell mendirikan *Lean Construction Institute (LCI)* pada Agustus 1997. Tujuan LCI adalah mengubah manajemen produksi dalam desain, rancang-bangun dan konstruksi. LCI mengembangkan *Lean Project Delivery System (LPDS)*, dengan menerapkan konsep atau prinsip manufaktur ke dalam konstruksi. Dengan adanya LPDS, maka akan memudahkan perencanaan dan pengendalian serta memaksimalkan *value* dan meminimalisasi *waste* selama proses produksi. Teknik yang dikembangkan oleh LCI yaitu mengalokasikan *waste* dari proses desain dan produksi yang dipimpin oleh praktisi perusahaan untuk meningkatkan daya saing dan profitabilitas.

Berbeda dengan *lean manufacturing*, *lean construction* berfokus terhadap proses produksi suatu proyek. *Lean construction* mempunyai kaitan dengan *progress* proyek dalam semua dimensi konstruksi dan lingkungan, antara lain desain, pelaksanaan kegiatan, pemeliharaan, keselamatan dan daur ulang.

Konsep pendekatan ini mencoba untuk mengatur dan meningkatkan proses konstruksi dengan cara mendapatkan nilai maksimum dengan biaya minimum yang berhubungan dengan kebutuhan customer. *Lean construction* merupakan suatu cara untuk mendesain sistem produksi yang dapat meminimalisasi pemborosan (*waste*) dari pemakaian material, waktu (*time*) dan usaha dalam rangka menghasilkan jumlah nilai yang maksimum. Menerapkan *lean construction* membutuhkan aplikasi progresif dari cara baru untuk merancang sistem produksi berbasis proyek. Perubahan yang diperlukan bersifat konseptual dan praktis. Mengubah cara berpikir dan bertindak yang sudah lama dipegang adalah pekerjaan yang sulit tetapi bermanfaat yakni dengan mengubah prosedur, teknik dan sistem perusahaan, serta mengubah *mindset* para pemangku kepentingan proyek (Koskela et al., 2002).

Berdasarkan data yang disampaikan oleh *Lean Construction Institute*, pemborosan pada industri konstruksi sekitar 57% sedangkan kegiatan yang memberikan nilai tambah hanya sebesar 10%. Jika dibandingkan dengan industri manufaktur, maka industri konstruksi harus belajar banyak dari industri manufaktur dalam mengelola proses produksinya sehingga *waste* dapat dikurangi dengan sekaligus meningkatkan *value* yang didapat (Koskela, 1997).

Banyak ditemukan aktivitas-aktivitas yang tidak diperlukan selama proses konstruksi, yaitu aktivitas yang memerlukan waktu dan usaha ekstra tanpa nilai tambah untuk pemilik proyek. Sejak tahap awal proyek konstruksi, manajer proyek konstruksi harus melibatkan semua faktor penyebab yang mungkin dapat berakibat negatif pada proses konstruksi, yaitu pemborosan yang meliputi *delay*, biaya, kualitas, kurangnya keamanan konstruksi, pekerjaan ulang, pergerakan yang tidak perlu, jarak jauh, pemilihan manajemen yang salah, metode atau alat dan *constructability* yang kurang memadai (Serpel et al, 1995; Koskela, 1992; Ishiwata, 1997; Alarcon, 1993). Sedangkan menurut data dari *Construction Industry Board*, pemborosan meliputi kesalahan-kesalahan teknis atau non-teknis, *working out of sequence*, aktivitas dan pergerakan yang berulang, keterlambatan, input dan produk atau jasa yang tidak sesuai dengan persyaratan pemilik proyek. Dalam tulisannya, Lauren Pinch (2005) mengatakan bahwa fokus dari *lean* adalah eliminasi *waste* dan menambah nilai sehingga prinsip-prinsip dari konstruksi ramping (*lean construction principle*) harus meliputi :

1. Menetapkan tim terintegrasi dari *owner*, arsitek, pengguna fasilitas, tukang bangunan, kontraktor khusus, sub-kontraktor dan *suppliers*;
2. Mengombinasikan desain proyek dengan desain proses, secara simultan merancang fasilitas dan proses produksi;
3. Menghentikan produksi daripada melanjutkan sebuah tugas yang keliru atau produk dalam proses konstruksi
4. Pemusatan pengambil keputusan, memberi wewenang pada peserta proyek dan membuat proses transparan sehingga tim dapat melihat status proyek; dan
5. Menuntut kesederhanaan, mengarahkan *handoff* di antara tugas dalam aliran pekerjaan.

Dalam *The foundations of lean construction* menurut Lauri Koskela et al., (2002), terdapat perbedaan pendekatan konstruksi secara tradisional dan dengan pendekatan *lean*. **Tabel 2.1** di bawah ini menunjukkan perbedaan antara pendekatan tradisional dan pendekatan *lean* sebagai dibahas dalam literatur.

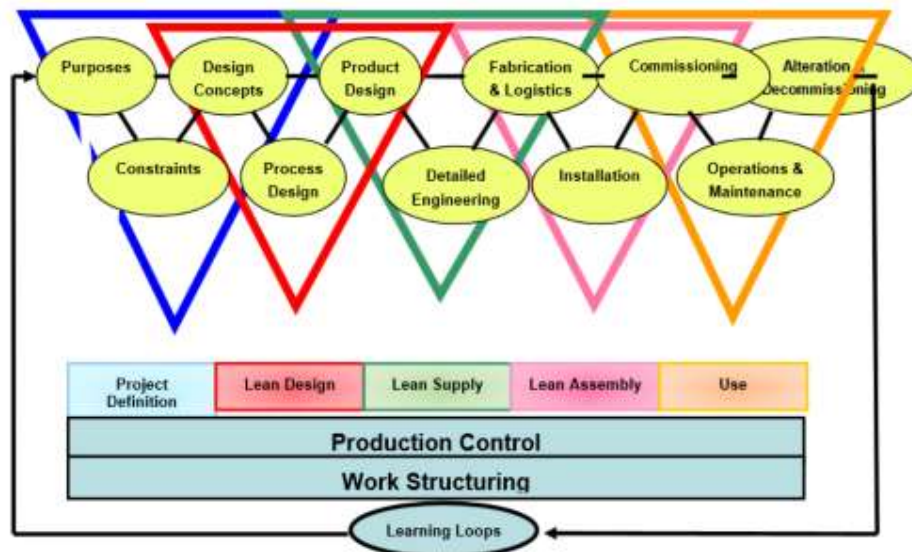
Tabel 2.1 Pendekatan Tradisional vs *Lean Project Delivery System*

Aktifitas	Pendekatan Tradisional	Pendekatan Lean
<i>Value</i>	Pelanggan harus menentukan semua persyaratan <i>value</i> pada awal proyek tanpa mempertimbangkan perubahan pasar dan teknologi baru	Proyek dikelola sebagai proses untuk menghasilkan <i>value</i> di mana kepuasan pelanggan dikembangkan selama proyek berlangsung
<i>Control</i>	<i>Project control</i> bersifat monitoring terhadap kinerja (jadwal dan biaya) dan hanya mengambil tindakan setelah ditemukan adanya variasi negatif	<i>Project control</i> bersifat menjamin kehandalan alur kerja dengan terus melakukan pengukuran dan perbaikan pada sistem
<i>Centralization</i>	Pengambilan keputusan terpusat melalui satu manajemen	Pengambilan keputusan melalui transparansi dengan melibatkan seluruh pekerja proyek dalam sistem kontrol produksi dan memberdayakan mereka untuk mengambil tindakan
<i>Performance</i>	Dalam pendekatan tradisional, semua upaya manajemen terkonsentrasi pada mengoptimalkan setiap kegiatan secara terpisah untuk mengurangi kinerja keseluruhan	Target utama adalah memaksimalkan <i>value</i> dengan <i>waste</i> minimum di tingkat proyek untuk menjamin alur kerja yang handal
<i>Work Technics</i>	Menggunakan <i>push-driven schedules</i> untuk mengontrol aliran informasi dan material	Menggunakan <i>pull-driven schedules</i> untuk mengontrol aliran informasi dan material

Aktifitas	Pendekatan Tradisional	Pendekatan Lean
<i>Interactions and dependencies</i>		Mengelola dampak dari ketegantungan dan adanya variasi di tiap aktivitas penting karena sangat mempengaruhi waktu dan biaya.
<i>Collaborations</i>	Kebijakan kolaborasi tidak diterapkan pada metode ini	Terus memberikan dukungan ke <i>supplier</i> dengan mengembangkan kontrak komersial baru yang memberikan insentif ke <i>supplier</i> untuk mengembangkan alur kerja yang handal dan untuk berpartisipasi dalam perbaikan produk secara berkelanjutan
<i>Underloading</i>	Tidak mempertimbangkan penyesuaian	Kapasitas unit produksi disesuaikan dengan persediaan untuk dapat menyerap variasi
<i>Variations</i>	Tidak ada upaya untuk manajemen mitigasi variasi	Selalu berupaya untuk mengurangi variasi dalam hal kualitas produk akhir dan tingkatan kerja
<i>Continuous Improvement</i>	Continuous improvement tidak diterapkan pada metode ini	Menerapkan <i>continuous improvement</i> di dalam proses dan alur kerja
<i>Collaborations</i>	Kebijakan kolaborasi tidak diterapkan pada metode ini	Terus memberikan dukungan ke <i>supplier</i> dengan mengembangkan kontrak komersial baru yang memberikan insentif ke <i>supplier</i> untuk mengembangkan alur kerja yang handal dan

		untuk berpartisipasi dalam perbaikan produk secara berkelanjutan
--	--	--

Beberapa konsep *lean construction* yang dikembangkan dan diimplementasikan dalam proyek konstruksi di negara maju maupun berkembang dapat dilihat pada **Gambar 2.3** berikut. Konsep *Lean Project Delivery System* (LPDS) menggambarkan konstruksi ramping diimplementasikan pada seluruh daur hidup proyek konstruksi mulai dari definisi proyek, lalu desain, *supply*, *assembly*, dan penggunaannya.



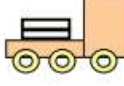
Gambar 2.3 *Lean Project Delivery System* (LPDS)
Sumber : Lauri Koskela (2002)

2.5 Big Picture Mapping (BPM)

Big picture mapping adalah *tool* yang diadopsi untuk memetakan sistem produksi Toyota dan digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan *value stream* yang ada di dalamnya. Melalui penggunaan BPM, dapat diketahui aliran material dan informasi yang terjadi dalam suatu sistem produksi. Menurut (Hines, 2000), BPM juga dapat berfungsi sebagai *tool* untuk

mengidentifikasi di mana pemborosan terjadi serta keterkaitan antara aliran informasi dan material.

Tabel 2.2 Simbol-simbol dalam *Big Picture Mapping*

Symbol	Name and Meaning
	Procedure: represents an activity or work to be done and the type of the activity (VA, NVA, ENVA) ☺ : Number of workers
	Waiting
	Decision Node
	Connector: represents a flow relationship
	Electronic Information Flow
	Pull (e.g. from Store)
	Supplier
	Truck
	Inventory
	This highlights improvement needs at a specific process that is critical to achieving the future or ideal state map (lean tools used)
	This highlights actions that should be taken to implement the lean tools/techniques

Sumber : Peter Hines (1997)

Pemetaan terhadap aliran informasi dan material menggunakan beberapa simbol seperti **Tabel 2.2**, penyusunan dapat dilakukan dengan runtutan sebagai berikut :

1. Identifikasi jumlah dan jenis produk yang diinginkan *customer*, waktu munculnya kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, serta jumlah persediaan yang disimpan untuk keperluan *customer*.

2. Menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier* yang berisi antara lain : peramalan dan informasi, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa saja yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang disyaratkan.
3. Menggambarkan aliran fisik berupa aliran material atau produk, waktu yang diperlukan, titik terjadinya *inventory* dan inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, berapa banyak produk yang diperiksa tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa banyak produk yang diperiksa di tiap titik, berapa banyak orang yang bekerja di stasiun kerja, dan waktu berpindah di tiap stasiun kerja.
4. Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi pengiriman, kapan dan dimana biasanya terjadi dalam aliran fisik.
5. Melengkapi gambar ukuran informasi dan aliran fisik dengan menambah *project duration* dan *value added time* dibawah gambar yang dibuat.

2.6 Value Stream Mapping (VSM)

Salah satu *tools* yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja *supply chain* perusahaan adalah *Value Stream Mapping*. *Tool* ini dapat digunakan untuk memetakan aliran *value* secara detil untuk mengidentifikasi adanya pemborosan dan menemukan penyebab – penyebab terjadinya pemborosan serta memberikan cara untuk menghilangkannya atau paling tidak mengurangnya. Fokus dari *Value Stream Mapping* adalah pada proses *value added* dan *non-value added*. Terdapat tujuh *tools* yang paling umum digunakan dalam *detail mapping value stream*, yaitu :

1. Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan salah satu *tool* dalam *Value Stream Mapping (VSM)* yang bertujuan untuk memetakan aliran nilai secara mendetail untuk mengidentifikasi adanya pemborosan serta memberikan cara yang tepat untuk menghilangkannya atau paling tidak mengeliminasinya. *Tool* ini dapat digunakan pada aktivitas yang ada pada proses konstruksi untuk

mengidentifikasi waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan produktivitas baik dari aliran fisik maupun aliran informasi dalam proses konstruksi. Proses ini menggunakan simbol-simbol yang berbeda dalam merepresentasikan aktifitas **operasi** dengan simbol **O**, aktifitas **transportasi** dengan simbol **T**, aktifitas **inspeksi** dengan simbol **I**, aktifitas **delay** dengan simbol **D**, dan aktifitas **storage** dengan simbol **S**. Adapun 5 tahap pendekatan dalam *Process Activity Mapping* secara umum adalah :

- a. Memahami aliran proses
- b. Mengidentifikasi pemborosan
- c. Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien.
- d. Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran layout dan rute transportasi yang berbeda.
- e. Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang telah dilakukan pada tiap-tiap stage benar-benar perlu dan apa yang akan terjadi jika hal-hal yang berlebihan tersebut dihilangkan.

Pembuatan *Process Activity Mapping* dilakukan dengan cara membuat analisis persiapan proses kemudian pencatatan secara detail dari permintaan barang pada tiap proses dan hasilnya adalah peta proses, dimana tiap-tiap langkah telah dikategorikan dalam berbagai macam tipe aktivitas.

2. Supply Chain Response Matrix (SCRM)

Supply Chain Response Matrix adalah suatu grafik hubungan antara *lead time* dan *inventory* yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kenaikan atau penurunan tingkat persediaan dan panjang *lead time* pada tiap area dalam *supply chain*. Sumbu horizontal menunjukkan *lead time* dari produk baik internal maupun eksternal dan sumbu vertikal menunjukkan rata-rata persediaan pada titik spesifik dalam *supply chain*. Tujuan penggunaan *tool* ini adalah untuk menjaga dan meningkatkan *service level* kepada konsumen pada tiap jalur distribusi dengan biaya yang rendah.

3. Production Variety Funnel (PVF)

Tool ini merupakan suatu teknik pemetaan secara visual dengan cara melakukan plot pada sejumlah variasi produk yang dihasilkan dalam setiap tahap

proses manufaktur. Teknik ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik mana dalam sebuah produk yang diproses menjadi beberapa produk yang spesifik, dan dapat menunjukkan area *bottleneck* pada desain proses, yang selanjutnya dapat digunakan untuk perbaikan kebijakan *inventory*, dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi, atau produk jadi.

4. *Quality Filter Mapping (QFM)*

Tool ini digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan masalah kualitas pada *supply chain*. Evaluasi hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. *Tool* ini memperlihatkan tiga tipe cacat kualitas berbeda yang terdapat pada *Value Stream*, yaitu :

- a. *Product defect* : cacat pada fisik produk yang lolos dari proses inspeksi dan sampai ke tangan konsumen.
- b. *Scrap defect* : cacat pada fisik produk yang berhasil diidentifikasi pada proses inspeksi. Cacat jenis ini juga sering disebut dengan *internal defect*.
- c. *Service defect* : permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Hal yang paling utama berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan adalah ketidaktepatan waktu pengiriman. Selain itu dapat disebabkan karena permasalahan dokumentasi, kesalahan proses *packing* maupun *labelling*, kesalahan jumlah, dan permasalahan faktur.

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Tool ini digambarkan dalam bentuk grafik yang mendeskripsikan jumlah produk untuk setiap tahapan pada waktu tertentu dalam proses produksi. *Tool* yang sederhana ini dapat digunakan untuk menunjukkan bagaimana perubahan permintaan dalam setiap tahapan rantai *supply chain* yang ada dalam *time bucket* yang bervariasi, mengevaluasi kebijakan *batch sizing* dan penjadwalan serta evaluasi kebijakan *inventory*. Berikut ini adalah enam langkah dalam *Demand Amplification Mapping* :

- a. Mengidentifikasi langkah-langkah dalam pengumpulan data
- b. Mengidentifikasi produk yang akan dibahas
- c. Menetapkan waktu yang diperlukan
- d. Menetapkan periode analisa
- e. Mengumpulkan data

f. Membuat plot

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Tool ini menunjukkan berbagai option sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing *option* dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk membantu selama proses *lead time*.

7. *Physical Structure Mapping (PSM)*

Tool ini merupakan *tool* baru yang dapat digunakan untuk memahami sebuah kondisi *supply chain* di industri. Hal ini diperlukan untuk mengerti bagaimana industri itu sendiri, memahami bagaimana operasinya dan khususnya dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup. Alat ini membantu merefleksikan apa yang terjadi dalam industri.

2.7. VALSAT (*Value Stream Analysis Tool*)

Metode yang digunakan untuk menentukan *tool* mana yang paling sesuai dalam proses *mapping*. Pada **Tabel 2.3.**, kolom A berisi tujuh pemborosan yang biasanya terdapat pada perusahaan. Kolom E merupakan kolom pembobotan dari masing-masing pemborosan yang didapatkan dari hasil kuisisioner *waste workshop* yang diisi oleh manajer dan supervisor terkait. Kolom B merupakan *tools* pada *Value Stream Mapping*.

Tabel 2.3 Kode dan Pembobotan *Value Stream Mapping*

Waste	Bobot	Tool
A	D	C
Total Bobot		E

Kolom C adalah korelasi antara kolom A dan B dimana nilai korelasi antar keduanya ada 3 macam yaitu *high corelation* yang memiliki bobot 9, *medium corelation* yang memiliki bobot 3, dan *low corelation* yang memiliki bobot 1. Kemudian masing-masing bobot dikalikan dengan bobot yang ada pada kolom D setelah didapatkan hasilnya maka dijumlahkan dan diletakkan pada kolom E dan nilai yang tertinggi adalah yang terpilih.

Pemakaian *tools* yang tepat didasarkan pada kondisi perusahaan itu sendiri dan dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tool (VALSAT) Matrix* sebagaimana yang dijabarkan pada **Tabel 2.4** berikut :

Tabel 2.4 *Value Stream Analysis Tool (VALSAT) Matrix*

Waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PSM
Overproduction	L	L		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Excessive Transportation	H						L
Inappropriate Processing	H		M	L		H	
Unnecessary Inventory	L	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defect	L			H			

Sumber : Value Stream Management (Hines,1998)

Catatan :

H (*High correlation and usefulness*) : Faktor pengali = 9

M (*Medium correlation and usefulness*) : Faktor pengali = 3

L (*Low correlation and usefulness*) : Faktor pengali = 1

2.8 Eliminasi *Waste*

Waste pada konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama yaitu *physical waste* dan *non-physical waste*. *Physical waste* meliputi limbah padat dan bahan sisa konstruksi, sedangkan *non-physical waste* meliputi waktu dan biaya *overrun* (Nagapan, Rahman dan Asmi, 2012). Eliminasi *waste* dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga langkah yaitu : **Identifikasi *Waste***, **Analisis *Waste***, dan ***Root Cause Analysis***.

2.8.1 Identifikasi *Waste*

Waste yang dimaksud adalah tujuh jenis *waste* yang diidentifikasi oleh Ohno sebagai bagian dari *Toyota Production System*, yang juga dikenal sebagai *Lean Manufacturing* (1988). Definisi untuk masing-masing *waste* (**Gambar 2.4**) dinyatakan sebagai berikut :

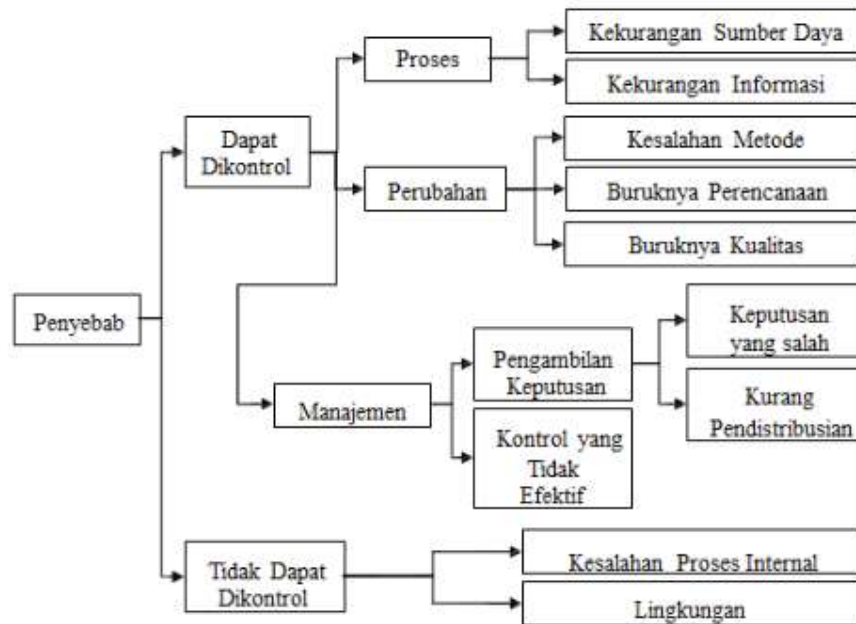
1. *Overproduction* - Ini adalah *waste* yang paling berbahaya, yang akan mengarah ke masalah produksi dimana *waste* ini diproduksi terlalu banyak atau memperoleh barang sebelum benar-benar diperlukan.
2. *Defect – Defect* atau cacat dapat terjadi dikarenakan berbagai hal, yaitu *man, machine, method, material*, dll. *Waste* ini menyebabkan munculnya biaya lebih untuk jaminan dan pekerjaan ulang untuk memperbaiki produk yang cacat tersebut.
3. *Excessive Transportasi* - *Waste* ini terjadi sebagai hasil dari tata letak tempat kerja yang tidak efisien dimana bahan yang dibutuhkan akan dipindahkan dari proses satu ke proses lainnya. Hal ini akan mengakibatkan risiko rusak, hilang, tertunda, dll.
4. *Waiting* - Menunggu adalah mengacu pada waktu tunggu antar kegiatan. Pekerja harus menunggu material yang akan dikirim atau menunggu mesin yang sedang berproses.
5. *Unnecessary Inventory* – Persediaan yang tidak perlu terjadi dikarenakan penyimpanan berlebih serta *delay* informasi produk atau material yang menyebabkan peningkatan biaya dan penurunan pelayanan terhadap customer.
6. *Unnecessary Motion* – Dapat didefinisikan sebagai segala yang berkaitan dengan penggunaan waktu yang tidak memberikan nilai tambah untuk produk maupun proses. *Waste* jenis ini biasa terjadi pada aktivitas tenaga kerja di pabrik / proyek, terjadi karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi dan aliran informasi.
7. *Inappropriate Processing* - *Waste* ini mengacu pada operasi yang tidak perlu (berbuat lebih banyak daripada apa yang diinginkan oleh pelanggan). Hal ini juga mungkin mengarah ke ekstra-transportasi karena komunikasi yang buruk.



Gambar 2.4 Jenis Pemborosan
 Sumber : Taiichi Ohno (1988)

Dalam konstruksi, *waste* didefinisikan sebagai perbedaan antara nilai dari material-material yang dikirim/diterima di lapangan dan material yang digunakan dengan benar sesuai spesifikasi dan diukur secara akurat dalam pekerjaan, setelah dikurangi penghematan biaya dari material pengganti dan material yang ditransfer ke tempat lain (Polat & Ballard, 2004). Dapat disimpulkan bahwa setiap apapun yang tidak memberi nilai tambah terhadap keinginan pelanggan merupakan *waste*.

Koskela (1992) juga telah mengidentifikasi tipe pemborosan dalam proses konstruksi seperti cacat, pekerjaan ulang, kesalahan desain, kelalaian, perubahan permintaan, biaya keselamatan, kelebihan penggunaan material. Lebih lanjut, Alarcon (1995) telah mengenali beberapa pemborosan yang berkaitan dengan metode kerja, material, waktu, pekerja, perencanaan operasi dan peralatan. Serpell et al. (2010) telah mengidentifikasi bahwa waktu produktif diborosan dengan pekerjaan tanpa aktivitas dan pekerjaan tidak efektif.



Gambar 2.5 Klasifikasi Penyebab Pemborosan Waktu

Sumber : Serpell et al., (2010)

Berdasarkan **Gambar 2.5**, penyebab *pemborosan waktu* terbagi 2 yakni **Dapat Dikontrol** dan **Tidak Dapat Dikontrol**. Koskela dan Leikas (1994) telah mengidentifikasi penyebab lainnya seperti hirarki organisasi, proses tidak terkendali dan kaku, pemborosan yang tidak dikenal atau tidak terukur, dan informasi mengenai distribusi material yang panjang dan rumit. Selanjutnya, Alarcon (1995) telah mengidentifikasi penyebab pemborosan di tiga sumber yaitu manajemen, sumber daya, dan informasi. Menurut Gasperz dan Fontana (2011), pemborosan pada lini produksi salah satunya karena waktu *setup* alat yang lama dan buruknya perawatan alat.

2.8.2 Analisis *Waste*

Dalam pendekatan *lean*, tahapan selanjutnya adalah analisis aktivitas-aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah. Hines (2000) membedakan tipe aktivitas dalam organisasi menjadi tiga, yaitu :

1. *Value added activity (VA)*, aktivitas ini merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap proses, baik pada aliran informasi dan aliran fisik proses.
2. *Non-value added activity (NVA)*, aktivitas merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk maupun jasa. Aktivitas ini dapat dikategorikan sebagai waste yang dapat menyebabkan proses tidak berjalan secara efisien.
3. *Necessary but non-value added activity (NNVA)*, aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah namun tetap dibutuhkan untuk menjalankan seluruh rangkaian proses. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dan hanya bisa diminimasi.

Aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebaiknya dikurangi dan dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi proyek.

2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis menjadikan beberapa penelitian sebelumnya sebagai referensi, guna memperkuat pendukung dari penelitian ini. Adapun beberapa literatur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Penelitian oleh Muhammad Abduh, (“Memaksimalkan *Value* dan Meminimalkan *Waste*”, 2005)

Penelitian ditujukan agar konstruksi ramping (*lean construction*) dapat diaplikasikan dalam industri konstruksi di Indonesia. Hasil penelitian yang diperoleh ialah bahwa kontraktor besar Indonesia telah cukup siap dalam usaha menuju konstruksi ramping di Indonesia. Namun demikian, terlihat bahwa prinsip-prinsip *lean construction* yang sudah banyak dilakukan oleh kontraktor besar di Indonesia lebih kepada prinsip-prinsip yang terkait dengan pengelolaan perusahaan dan tingkatan proyek. Sedangkan yang terkait dengan prinsip-prinsip yang lebih detail, dalam hal ini tingkatan proyek hingga tugas masih relatif lebih rendah tingkat kesiapannya. Penelitian tersebut, selanjutnya menunjukkan pula titik lemah kontraktor Indonesia, yaitu dalam hal perencanaan pekerjaan.

Kelemahan ini berakibat pada lemahnya pula proses pengendalian dan evaluasi pekerjaan di lapangan.

2. Penelitian oleh Imansyah Lubis, (Perbaikan Proses Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode *Lean Construction* Untuk Mereduksi *Waste* Studi Kasus Proyek Pembangunan Pipa Gas Pertamina Porong – Grati, 2016)

Menurut penelitian tersebut, faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi pembangunan pipa gas berdasarkan analisa tujuh pemborosan dengan nilai tertinggi adalah :

- *Inappropriate Processing*, dalam mengerjakan aktivitasnya operator bekerja tanpa prosedur standar operasi.
- *Excessive Transportation* adanya proses perpindahan baik manusia atau material yang menyebabkan pemborosan waktu, tenaga, dan biaya.
- *Waiting*, banyak kegiatan yang tertunda karena menunggu konfirmasi dari supplier yang berhubungan dengan pengadaan material (Lubis, 2016)

3. Penelitian oleh Taufik Widayat (Penerapan *Lean Construction* untuk Mengurangi Pemborosan pada Konstruksi Pipa Gas Studi Kasus Semare-Tie di KM 19 Proyek Pengembangan Gas Pipa Porong Grati PT Pertamina Gas, 2019)

Menurut Widayat, penerapan pendekatan *lean construction* cocok diterapkan pada proyek pipa gas, namun dengan catatan :

- Bila pekerjaan *engineering* yang dilakukan oleh perusahaan *owner*
- Rincian kegiatan khusus untuk satu proyek.
- Setiap area pemasangan pipa memiliki kesulitan dan tantangannya masing-masing, sulit untuk ditiru.

Selain itu, untuk proyek konstruksi dan pemeliharaan pipa gas, pendekatan aplikasi *lean construction* tetap diperlukan, karena:

- Pekerjaan desain *engineering* adalah kunci untuk mencegah pemborosan pada langkah selanjutnya yakni *procurement* dan konstruksi
- Peran perusahaan *owner* sangat signifikan karena menentukan apakah suatu desain dapat lebih ditingkatkan ke tahap konstruksi atau tidak.
- Adanya Departemen *Engineering* yang secara aktif terus terlibat dalam setiap proyek yang dikerjakan oleh perusahaan, sehingga dapat terbentuk pola yang didasarkan perbaikan sebelumnya dalam *Standard Operating Procedure* (Widayat, 2019)

4. Penelitian oleh Magnus Wesenberg (*A Review of Lean and the Lean Implementation in Statoil*, 2017)

Menurut Wesenberg, model implementasi *lean* membutuhkan tanggung jawab dari para manajer di setiap unit karena mereka harus menangani semua masalah sehari-hari. Selain itu, para manajer harus tetap fokus pada *Lean* dan mendorong semua karyawan untuk bekerja meningkatkan proses mereka.

Implementasi *lean* di Statoil mengalami tantangan berikut:

- Kesulitan saat mulai bekerja dengan *Lean* karena kurangnya pemahaman
- Resistensi dari karyawan
- Menjaga fokus konsistensi penerapan *Lean*
- Bekerja dengan unit atau kontraktor tanpa pengalaman *Lean* (Wesenberg, 2017)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, metodologi yang digunakan dalam penelitian dijelaskan secara rinci. Secara umum, terdapat 4 tahapan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tahap identifikasi, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, dan tahap pembuatan kesimpulan serta saran (**Gambar 3.1**).

3.1 Tahap Identifikasi

Tahap ini merupakan tahapan mengidentifikasi permasalahan yang ada di dalam kegiatan proyek *freespan correction* serta kerangka umum penyelesaian masalahnya.

1. Penentuan topik dan objek penelitian

Pada tahap ini penentuan topik penelitian didasarkan pada permasalahan yang terjadi di dalam proyek.

2. Identifikasi masalah

Identifikasi permasalahan didasarkan pada bagaimana mengidentifikasi *waste* yang ada pada proses konstruksi dengan menggunakan pendekatan *lean construction* untuk mengurangi *waste*.

3. Penentuan tujuan penelitian

Setelah mendapatkan permasalahan yang terjadi di dalam proyek ini, kemudian ditentukan tujuan penelitian yang akan dilakukan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi dalam proses konstruksi dengan pendekatan metode *lean construction*, dianalisis, kemudian merekomendasikan perbaikan yang dapat dilakukan

4. Studi pustaka

Tahap studi pustaka dilakukan sebagai acuan dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi serta mengumpulkan berbagai dasar teori dan metode yang mendukung untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan. Referensi yang digunakan dapat bersumber dari buku, jurnal, maupun penelitian yang telah ada sebelumnya.

5. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan di tempat proyek berlangsung yang berada di Kantor PT XYZ, Kantor dan workshop Konsorsium PTK PGS dengan melihat kondisi saat ini proyek dan diharapkan dapat mendukung tercapainya tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang tahapan pengumpulan dan pengolahan data dari permasalahan yang proyek *freespan correction* pipa gas offshore 28” PT XYZ. Pengumpulan dan pengolahan data menggunakan pendekatan metodologi yang terdapat di dalam prinsip-prinsip *Lean Construction* dan manajemen proyek. Adapun tahap pemrosesan data untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah dengan cara sebagaimana berikut :

1. Identifikasi kondisi saat ini untuk mengetahui *Project Scope* dan tahapan pekerjaan pada proyek *freespan correction*.
2. Membuat *Big Picture Mapping* untuk memberikan gambaran mengenai aliran informasi dan material pada kondisi eksisting.
3. Membuat kuisioner dan wawancara kepada pihak-pihak terkait untuk mengetahui *waste* yang mungkin terjadi maupun sudah terjadi
4. Membuat *Value Stream Mapping* dengan melakukan pemilihan tool yang sesuai menggunakan pembobotan VALSAT. Tool terpilih akan digunakan untuk memetakan aliran nilai secara mendetail untuk mengidentifikasi adanya pemborosan dan menemukan penyebab – penyebab terjadinya pemborosan serta memberikan solusinya.
5. Menentukan *critical waste* yaitu *waste* dengan kemungkinan risiko paling tinggi dan mempengaruhi keseluruhan system proyek. Hasil dari tahap ini kemudian akan dilakukan validasi dengan pakar ataupun perwakilan dari perusahaan yang mengetahui pasti tentang proyek tersebut dan memiliki pengalaman di bidangnya.

6. Melakukan *brainstorming* dengan pihak-pihak yang berkompeten di bidangnya untuk menemukan alternatif rekomendasi perbaikan dalam menghilangkan *waste*.

3.3 Analisis dan Interpretasi Data

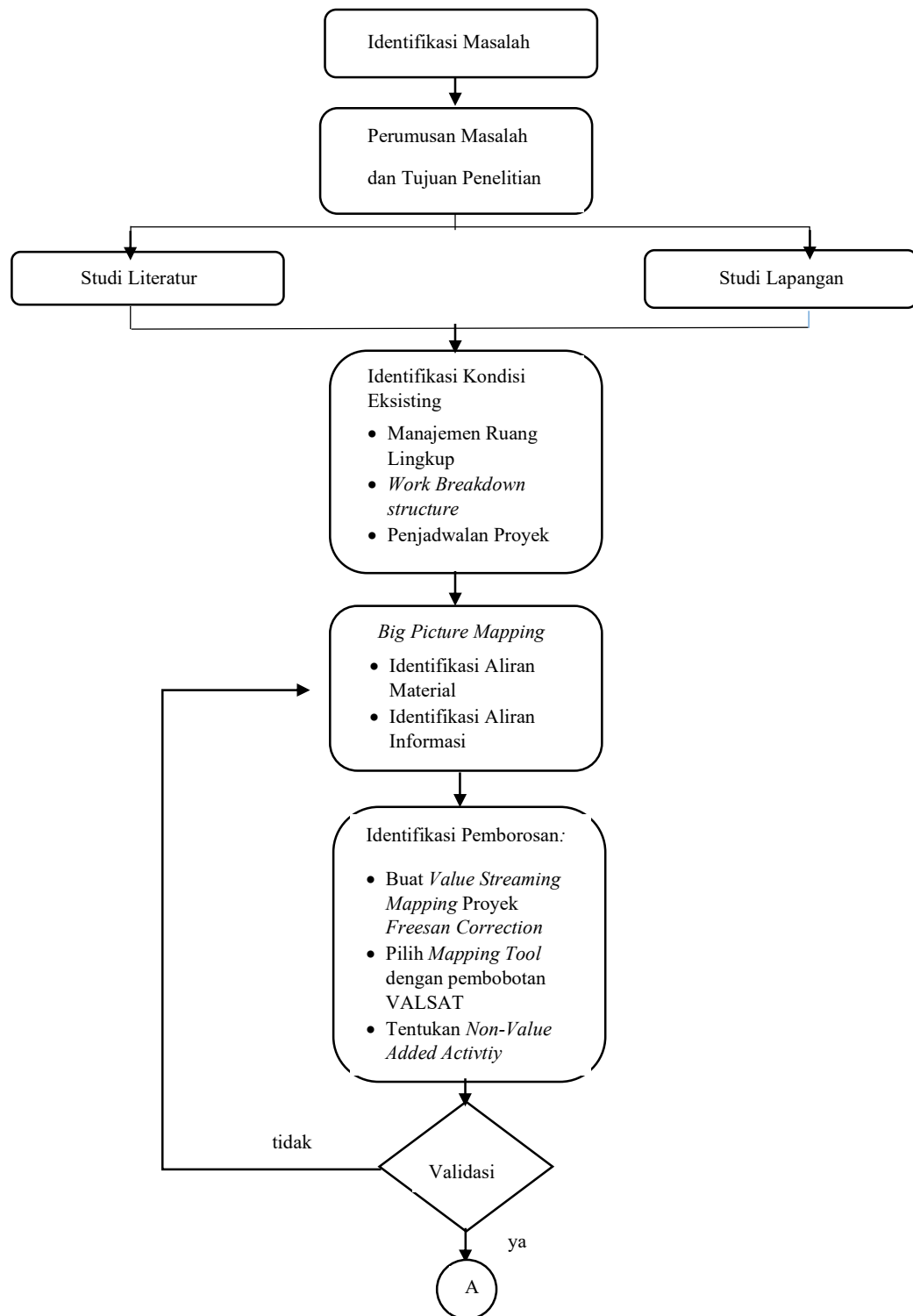
Pada tahap ini, hasil pengumpulan dan pengolahan data kemudian akan dianalisis untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada pelaksanaan proyek. Kemudian mencari penyebab sumber *waste* menggunakan *fishbone & pareto* diagram selanjutnya menentukan tindakan korektif sebagai upaya dalam meminimasi *waste* dalam proyek *freespan correction* ini.

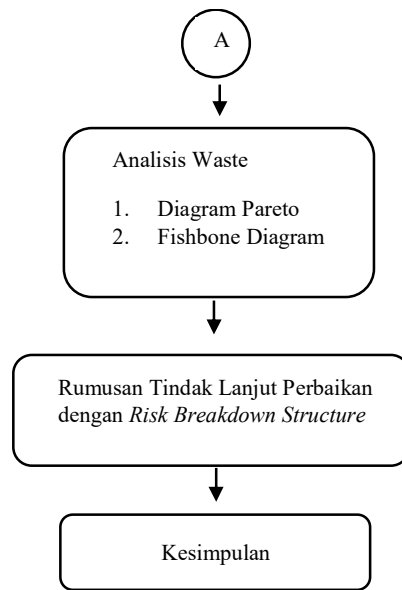
Setelah menemukan akar penyebab, langkah selanjutnya adalah melakukan tindakan perbaikan dengan penilaian risiko. Alternatif mitigasi risiko dipilih menggunakan *Risk Breakdown Structure*.

3.4 Kesimpulan dan Saran

Tahapan kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dalam penulisan penelitian ini. Tahap ini dilakukan setelah tahap analisis dan interpretasi data. Pada tahap ini diperoleh kesimpulan dari penelitian ini yang akan menjawab tujuan penelitian dan juga dapat diajukan beberapa saran dan rekomendasi oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya.

Keseluruhan metodologi penelitian ini terangkum pada Gambar 4 yakni tahap identifikasi, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, dan tahap pembuatan kesimpulan serta saran.





Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Deskripsi Proyek

Proyek yang menjadi obyek pada penelitian ini adalah Proyek *Freespan Correction* Pipa Gas *Offshore* PT XYZ. Ruang lingkup proyek ini adalah *engineering, procurement, dan construction* (EPC). Pelibatan *stakeholder* cukup banyak karena adanya pekerjaan sipil lepas pantai, pelayaran, mekanikal, robotika, dan ilmu kelautan.

4.2. Big Picture Mapping (BPM)

4.2.1 Proses Inti

Untuk dapat mengenai keseluruhan aliran dalam proyek ini, maka digunakan *tools Big Picture Mapping* yang dapat menggambarkan secara garis besar keseluruhan proses-proses inti dari upstream hingga downstream. Proyek *freespan correction* ini memiliki 3 bagian pekerjaan besar yakni *engineering, procurement, dan construction* :

A. Engineering

Untuk dapat menyelesaikan keseluruhan proses *engineering*, dibentuklah Tim Engineering Konsorsium yang berfungsi melakukan kajian dan verifikasi terhadap kuantitas dan spesifikasi yang diajukan oleh tim *engineering* konsorsium PTK-PGS. Hasilnya dapat digunakan sebagai input melaksanakan pekerjaan detail desain dan pembuatan gambar kerja sebagai dasar pemesanan material, pengeluaran kebutuhan material, dan pembuatan prosedur pabrikasi. Secara 37able3737a, tim *engineering* konsorsium juga membuat rencana jadwal penyelesaian pekerjaan konstruksi berdasarkan pada *master schedule* yang diterbitkan oleh *Project Controller* mengacu pada informasi di dalam surat perintah kerja (SPK) internal Konsorsium PTK-PGS. Perencanaan jadwal penyelesaian pekerjaan konstruksi menjadi rumit bila kebutuhan waktu dan sumberdaya yang tersedia tidak dapat memenuhi *master schedule* yang terlalu pendek. Keterlambatan penyelesaian analisis dan perhitungan, pembuatan gambar

kerja, dan prosedur akan mengakibatkan proses berikutnya seperti identifikasi jasa dan material, pembelian kebutuhan material, dan penyediaan tenaga kerja menjadi terlambat sehingga Tim *Procurement* akan kesulitan mendatangkan material tepat waktu sesuai dengan yang dibutuhkan oleh Tim Konstruksi untuk menyelesaikan pekerjaannya.

B. *Procurement*

Kegiatan *procurement* dilakukan seluruhnya oleh Konsorsium PTK – PGS selaku kontraktor pelaksana proyek *freespan correction*. Alat kerja proyek *freespan correction* seluruhnya merupakan peralatan kerja khusus yang mempunyai spesifikasi tertentu. Berdasarkan kebutuhan material, jasa, dan peralatan kerja yang telah dibuat oleh tim *engineering*, kemudian tim *procurement* meminta penawaran kepada kandidat *vendor* lalu melakukan negosiasi terhadap harga dan jadwal pengiriman sebelum dilakukan pembelian dan penerbitan *purchase order* (PO). Jadwal kedatangan material dan peralatan kerja ditetapkan berdasarkan atas kebutuhan pekerjaan di lapangan yang dituangkan dalam *purchase requisition* (PR) oleh tim konstruksi. Penyimpangan waktu kedatangan material dan peralatan kerja yang diminta serta penyimpangan anggaran yang ditetapkan dari kalkulasi awal akan berpengaruh terhadap biaya proyek dan keuntungan bagi konsorsium PTK-PGS.

C. *Construction*

Fase *construction* merupakan aliran terakhir dari aktivitas proyek dan dilakukan seluruhnya oleh kontraktor pelaksana pekerjaan. Tim konstruksi menggunakan semua input material dan informasi dari tim *engineering* dan *procurement* yakni berupa prosedur konstruksi, gambar kerja, kebutuhan jasa, peralatan kerja, dan material untuk dapat membuat penyangga titik *freespan* di sepanjang pipa *offshore* sampai dengan dinyatakan *accepted* oleh Supervisor *Quality Assurance* PT XYZ.

4.2.2 Proses *Freespan Correction*

1. *Engineering*

Proses awal untuk mendesain teknis pekerjaan konstruksi pembangunan pipa gas dengan melakukan kajian hasil survey titik *freespan* 2020, analisis

metocean, analisis *scouring*, analisis *freespan*, kalkulasi, dan desain penumpu *freespan* sehingga nantinya didapat keluaran berupa *detail engineering design* dan *shop drawing* yang harus disetujui oleh *owner*.

2. Procurement

Proses pengadaan barang/jasa yang dibutuhkan proyek sesuai permintaan dari Tim *Engineering* di mana untuk mendapatkan barang/jasa yang dibutuhkan harus melewati proses pemilihan *supplier*, penawaran harga, dan pengiriman *purchase order*.

3. Konstruksi Penumpu *Freespan*

Kegiatan konstruksi dimulai dari dilakukannya pengurusan perizinan, aktivitas muat logistik ke *working vessel*, *pre job activity* untuk *personnel on board*, berlayar, survey pra konstruksi, dan kegiatan pembuatan penumpu *freespan* dari bahan *concrete*.

4.2.3 Aliran Informasi

Konsorsium PTK-PGS memperoleh informasi mengenai Pekerjaan *Freespan Correction* ini melalui suatu proses tender yang didahului proses penawaran. Informasi tentang gambaran proyek didapatkan dari surat permintaan penawaran dari PT XYZ selaku *projet owner* dilengkapi dengan spesifikasi teknis, komersial, dan *baseline data* titik *freespan*. Tim *engineering* konsorsium PTK-PGS yang bertanggungjawab atas pembuatan analisis, perhitungan, detil desain, gambar kerja, kebutuhan material, peralatan kerja, dan prosedur-prosedur konstruksi untuk selanjutnya menjadi dasar bagi tim *procurement* untuk mulai melakukan permintaan penawaran kepada calon *vendor* material dan peralatan kerja. Tim konstruksi kemudian melakukan proses pengerjaan konstruksi di lapangan.

4.2.4 Aliran Material

Deliverables tim *engineering* yang menyangkut dokumen *mechanical*, *pipeline*, *civil*, HSE, robotika, dan analisis oseanografi dilakukan dengan skema distribusi sebagaimana berikut :

1. *Document Issue For Review* (IFR)
2. *Document Issue For Approval* (IFA)

3. *Document Approve For Design (AFD)*

4. *Document Approve For Construction (AFC)*

Deliverables tim *procurement* material pada proyek ini adalah peralatan kerja, material, dan tenaga ahli yang diinginkan oleh *project owner* berdasarkan hasil dari Tim *Engineering*. Urutan aliran material adalah sebagai berikut (**Tabel 4.1**) :

1. Material utama berupa *concrete cement* dan *grouting bag* diangkut melalui jalur darat dari Surabaya menggunakan truk menuju pelabuhan di Probolinggo
2. Peralatan kerja berupa *ROV*, *concrete mixing equipment*, dan *turn table LARS* sudah terinstall di *working vessel* dari proyek klien lain sebelumnya
3. Dilakukan pengecekan surat perintah jalan dan material utama oleh *security*, untuk kemudian truk diijinkan memasuki area sandar untuk aktivitas muat
4. Setelah itu dilakukan aktivitas muat untuk kemudian disimpan di portacamp *working vessel*
5. Selanjutnya *inspector* konsorsium PTK-PGS melakukan *record* dengan membuat surat *Material Inspection Report (MIR)* dan hasilnya diserahkan ke bagian Supervisor QA PT XYZ. Kemudian Supervisor QA mengeluarkan surat *Material Receiving Report (MRR)* untuk diserahkan ke bagian *Warehouse*
6. Untuk setiap material yang keluar dari *warehouse* untuk dipakai keperluan pekerjaan konstruksi, *Warehouseman* akan mengeluarkan surat *Material Issued (MI)*
7. Untuk kelebihan atau sisa material dari pekerjaan konstruksi, user harus mengembalikan material tersebut ke bagian *warehouse* dengan membuat surat *Return Balancing Material (RBM)*.

Tabel 4.1 Pembagian Tanggung Jawab Penerimaan Material

<i>Activity</i>	<i>PIC</i>	<i>Document / Reference</i>
<pre> graph TD A[Material Arrival at Job Site] --> B[Inspection for Quality and Quantity] B --> C{Non conformance} C -- Yes --> D[Issue NCR] C -- No --> E[Store & Hold Area for Tagging] E --> F[Recording for Stock Card and Store at Warehouse] F --> G[Material Issued] G --> H[Material/ equipment handling and distributed] </pre>	Forwarder Inspector Warehouseman Warehouseman Refer to MR from Foreman	Material Movement Order NCR Equipment Tag MRR. Stock Card MIS

4.3 Identifikasi *Waste*

Setelah kita mengetahui aliran informasi dan material, maka yang dilakukan selanjutnya adalah pencarian informasi-informasi yang berkaitan dengan pemborosan yang terjadi selama berlangsungnya proyek ini. Aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam pemborosan ini akan digolongkan ke dalam tujuh tipe pemborosan atau yang sering disebut dengan *seven waste*.

Langkah awal dalam identifikasi ini adalah dengan menyebarkan kuisioner yang diisi oleh pekerja yang terlibat langsung dalam proyek pekerjaan konstruksi *freespan correction*. Pada kuisioner ini diberikan pengertian *waste* secara umum dan pengisian kuisioner ini didampingi oleh penulis, supaya pekerja proyek yang akan mengisi mengerti apa yang dimaksud dalam kuisioner tersebut. Kuesioner dapat diakses melalui tautan ptm.id/gmVb44 (terlampir contoh di **Gambar 4.1**).

Pertanyaan lengkap dapat dilihat pada Lampiran. Cara pengisian dalam kuisisioner ini adalah dengan memberikan nilai skala 1-5 terhadap masing-masing *waste* (pemborosan) dan juga menjelaskan *waste* sesuai dengan kondisi yang ada di proyek. Responden adalah *key person* dalam penyelesaian proyek *freespan correction* dengan kriteria : pengalaman kerja > 3 tahun di bidang *freespan correction* dan memiliki latar belakang pendidikan serta memiliki sertifikat kompetensi sesuai dengan persyaratan *job hiring*. Berikut adalah responden dalam kuisisioner ini (**Tabel 4.2.**):

Tabel 4.2 Responden Kuisisioner

No	Nama	Peran	Pihak
1	Gilang F.	Deputy PM	PT XYZ
2	Setya B.	Supervisor	PT XYZ
3	Taufiq S.	Supervisor	PT XYZ
4	Africo	HSE Engineer	PT XYZ
5	Andri F.	Subsea Pipeline Engineer	PTK-PGS
6	Novi	PM Konsorsium	PTK-PGS
7	Amal Ar.	Supervisor QA	PTK-PGS
8	Zulfan M.	Supervisor QA	PTK-PGS
9	Putu WS	Subsea Engineering Expert	PTK-PGS
10	Rolan N.	Grouting Supervisor	Vendor
11	Muhammad K.	ROV Technician	Vendor

Judul Penelitian : UPAYA PENINGKATAN MUTU PROYEK DENGAN METODE LEAN CONSTRUCTION PADA PROYEK FREESPAN CORRECTION PIPA GAS OFFSHORE DI PT XYZ



Apakah terdapat cacat pada material groutbag? *

☐ tidak ada cacat

☐ 10% material Cacat

☐ 25% material cacat

☐ 50% material cacat

☐ 75% material cacat

Gambar 4.1 Kutipan Pertanyaan Kuesioner

Data didapatkan dari pengisian kuesioner secara *online* oleh responden yang mengetahui kegiatan, progress, dan kendala di proyek yang sedang berjalan. Data hasil pengisian kuisisioner pemborosan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 1. Dan hasil rekapan dari kuisisioner tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3. di bawah ini :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Kuisisioner

No	Pemborosan	Rerata
1	<i>Defect</i>	1,045
2	<i>Waiting</i>	2,631
3	<i>Overproduction</i>	1,455
4	<i>Inappropriate Processing</i>	1,273
5	<i>Unnecessary Inventory</i>	2,182
6	<i>Unnecessary Motion</i>	1,576
7	<i>Transportation</i>	2,000

Catatan :

Skala 1 – 5 , semakin besar rerata berarti tingkat pemborosan semakin tinggi

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Mean Excessive Transportation} &= (2+2+1+2+2+2+3+2+1+2+3) / 11 \text{ responden} \\ &= 2,0 \end{aligned}$$

4.4 Pemilihan *Value Stream Analysis Tool*

Langkah selanjutnya adalah menentukan *value stream mapping tool* dengan menggunakan bantuan *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)*. Dalam *VALSAT* ini terdapat tujuh *tools* yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis pemborosan-pemborosan tersebut. Penentuan kesesuaian dilakukan dengan mengalikan skor rata-rata tiap pemborosan (*waste*) dengan matriks kesesuaian *Value Stream Mapping* pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Faktor Pembobotan VALSAT

<i>Waste</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PSM
<i>Overproduction</i>	1	3		1	3	3	
<i>Waiting</i>	9	9	1		3	3	
<i>Excessive Transportation</i>	9						1
<i>Inappropriate Processing</i>	9		3	1		9	0
<i>Unnecessary Inventory</i>	3	9	3	0	9	3	1
<i>Unnecessary Motion</i>	9	1	0	0			
<i>Defect</i>	1			9			

Contoh perhitungan skor VALSAT:

VALSAT PAM = Mean Score *Overproduction* x Faktor Pembobotan *PAM* aspek

Overproduction

$$VALSAT\ PAM = 1,455 \times 1 = 1,455$$

Value Stream Mapping dengan total skor terbesar menurut hasil *VALSAT* akan dijadikan *mapping* terpilih untuk dapat mengidentifikasi *waste* secara detail. Pemilihan ini didasarkan bahwa *Value Stream Mapping* dengan nilai terbesar tersebut paling sesuai untuk mengidentifikasi *waste* pada *value stream*. Hasil pengujian *VALSAT* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran dan rekap data hasil dari *VALSAT* dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dibawah ini :

Tabel 4.5 Skor VALSAT

No	<i>Value Stream Mapping</i>	Total Skor
1	<i>Process Activity Mapping</i>	76,358
2	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	49,252
3	<i>Production Variety Funnel</i>	12,994
4	<i>Quality Filter Mapping</i>	12,136
5	<i>Demand Amplification Mapping</i>	31,892
6	<i>Decision Point Analysis</i>	30,256
7	<i>Physical Structure Mapping</i>	4,182

Sesuai dengan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa tiga tools yang terpilih dengan urutan skor terbesar adalah sebagai berikut :

1. *Process Activity Mapping* dengan skor total 76,358
2. *Supply Chain Response Matrix* dengan skor total 49,252
3. *Demand Amplification Mapping* dengan skor total 31,892

dengan demikian maka *tool* yang terpilih adalah *tool* dengan nilai skor terbesar yakni *Process Activity Mapping* (PAM). PAM akan digunakan untuk mengkaji pemborosan proyek *freespan correction* pada pipa *offshore* PT XYZ. Tool PAM secara teoritis akan sangat membantu identifikasi pemborosan karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis yaitu operasi, inspeksi, *delay*, transportasi dan *storage*. Operasi dan inspeksi merupakan aktivitas yang bersifat *value added*. Transportasi dan *storage* berjenis penting tapi tidak bernilai tambah. Sedangkan *delay* langsung termasuk *non value added* (Wicaksana, 2018). Hal ini sesuai dengan fakta di lapangan yang mana menunjukkan bahwa aktivitas proyek *freespan correction* bersifat berurutan (*sequential*) dan mencakup aktivitas operasi, inspeksi, transportasi, dan delay di fase *engineering*, *procurement*, dan *construction*.

4.4.1 *Process Activity Mapping*

PAM memetakan proses secara detil langkah demi langkah. Proses ini menggunakan simbol-simbol yang berbeda dalam merepresentasikan aktivitas operasi dengan simbol O, transportasi dengan simbol T, inspeksi dengan simbol I,

delay dengan simbol D, dan *storage* dengan simbol S. Kegunaan *mapping* ini adalah untuk mengetahui berapa persen kegiatan yang dilakukan merupakan kegiatan dengan nilai tambah (*value added activity*), dan berapa persen yang bukan kegiatan dengan nilai tambah (*non-value added activity*).

Menurut Katto & Smalley (2011), aliran proses ada pada : operasi (O), transportasi (T), inspeksi (I), penyimpanan/storage (S), dan penundaan/delay (D) sebagaimana yang tercantum pada **Tabel 4.6**. Dengan demikian, pemahaman terhadap aliran proses akan menjadi nyawa bagi upaya penyederhanaan kerja.

Tabel 4.6 Aktivitas dalam PAM

Aktivitas Proses	Arti
<i>Operation</i>	Mengubah karakteristik lain bahan baku atau produk
<i>Transportation</i>	Mengubah lokasi bahan baku, komponen, atau produk
<i>Inspection</i>	Pengukuran jumlah bahan baku, komponen, atau produk untuk dibandingkan dengan jumlah yang ditetapkan
<i>Storage</i>	Akumulasi bahan baku atau produk
<i>Delay</i>	Setiap akumulasi bahan baku, komponen, dan produk yang tidak terjadwal

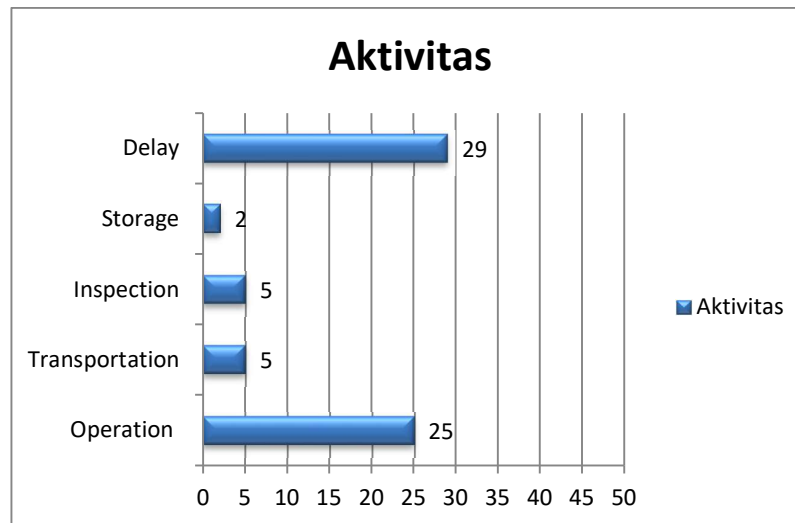
Sumber : Kato & Smalley (2011)

Tabel 4.7 Jenis Aktivitas *Freespan Correction*

Jenis Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Persentase
<i>Operation</i>	25	36,92%
<i>Transportation</i>	5	7,69%
<i>Inspection</i>	5	7,69%
<i>Storage</i>	2	3,08%
<i>Delay</i>	29	44,62%
TOTAL	65	100,00%

Berdasarkan **Tabel 4.7** dapat terlihat bahwa aktivitas operasi yang termasuk *value added activity* memiliki persentase 36,92%, sedangkan aktivitas

lainnya yang termasuk dalam *non value added activity* yaitu transportasi sebesar 7,69%, inspeksi sebesar 7,69%, *storage* sebesar 3,08%, dan *delay* sebesar 44,62%. Secara rinci terlihat perbandingannya pada **Gambar 4.2** berikut ini. Oleh karena itu untuk mendukung kelancaran dalam pelaksanaan proyek ini maka aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam *non value added activity* tersebut harus direduksi.

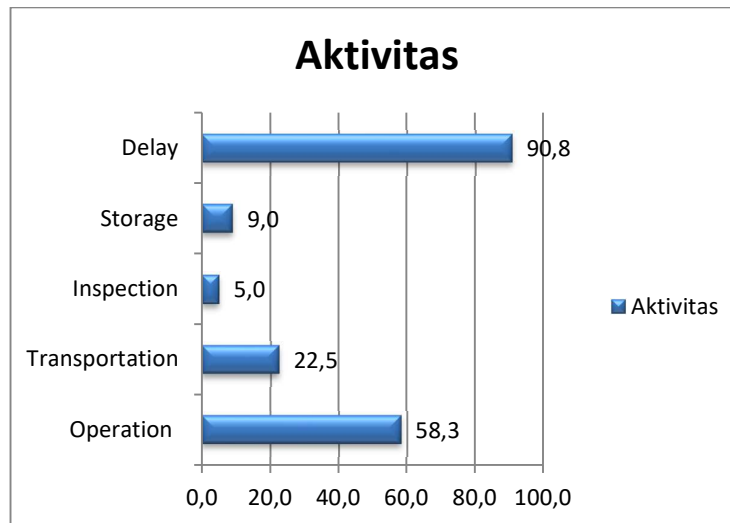


Gambar 4.2 Jenis Aktivitas dalam *Freespan Correction*

Tabel 4.8 menunjukkan waktu total dari *freespan correction* berdasarkan PAM adalah 185,6 hari. Waktu yang diperlukan untuk beroperasi adalah selama 58,3 hari dengan persentase 31,41%. Sedangkan aktivitas lainnya yang termasuk dalam kategori *non value added activity* yaitu transportasi memiliki persentase sebesar 12,13%, inspeksi sebesar 2,69%, *storage* sebesar 4,85%, dan *delay* sebesar 48,92 %.

Tabel 4.8 Jumlah Waktu Aktivitas dalam PAM

Jenis Aktivitas	Waktu (Hari)	Persentase
<i>Operation</i>	58,3	31,41%
<i>Transportation</i>	22,5	12,13%
<i>Inspection</i>	5,0	2,69%
<i>Storage</i>	9,0	4,85%
<i>Delay</i>	90,8	48,92%
TOTAL	185,61	100%



Gambar 4.3 Jumlah Waktu Aktivitas dalam PAM

Secara rinci terlihat perbandingannya seperti yang tercantum pada **Gambar 4.3**. Oleh karena itu aktivitas-aktivitas tersebut harus dikurangi waktu dan jumlahnya untuk mempercepat *cycle time* dari proses penyelesaian pekerjaan konstruksi penyangga *freespan* pipa gas.

Pada **Tabel 4.9** dapat ditunjukkan perbandingan seluruh aktivitas konstruksi yang dianggap *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but non value added* (NNVA).

Tabel 4.9 Kategori Aktivitas

Kategori	O	T	I	S	D	Jumlah
VA	21	1	0	0	0	22
NVA				1	16	17
NNVA	4	5	5		13	27

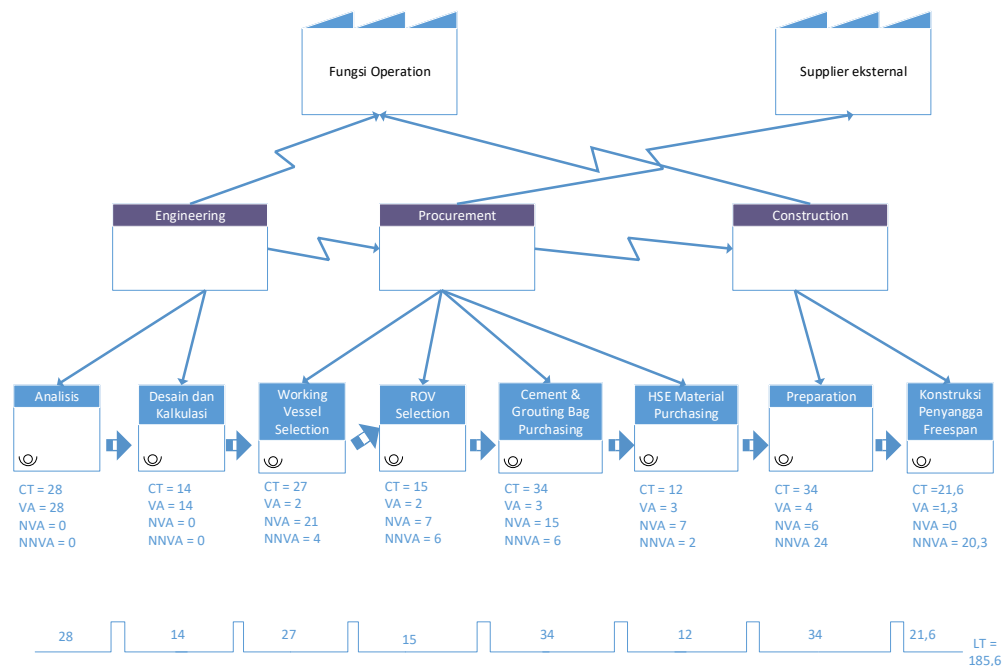
BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dari data-data yang telah terkumpul dan sudah dilakukan pengolahan data pada bab sebelumnya. Dalam penelitian ini, tidak keseluruhan *non value added activity* dapat diselesaikan karena keterbatasan waktu penelitian. Berdasarkan evaluasi *waste* menggunakan PAM, akan dilakukan penentuan *non value added activity* yang paling kritikal serta rekomendasi perbaikan berdasarkan *root cause* pada tiap pemborosan yang terjadi.

5.1 Analisis Pemborosan pada *Whole Stream* Proyek Konstruksi

Langkah awal dalam mengidentifikasi pemborosan yang terjadi adalah dengan melakukan *Big Picture Mapping* (BPM) yang mewakili *whole stream* proyek. Dari penggambaran tersebut nantinya akan diketahui daerah mana saja yang memiliki potensi untuk terjadinya pemborosan. Berikut ilustrasi BPM *Freespan Correction Project* pada **Gambar 5.1**.



Gambar 5.1 *Big Picture Mapping* Proyek *Freespan Correction*

Pada BPM dapat diketahui bahwa aktivitas *engineering* saja yang termasuk dalam *value added* memiliki total waktu selama 42 hari, yang didapatkan dari penjumlahan waktu operasi dari kegiatan *engineering*. Sedangkan dari proyek diketahui bahwa waktu total hari kerja sejak awal perencanaan sampai dengan pelaksanaan konstruksi yaitu selama 185,6 hari. Hal tersebut dapat dikatakan tidak dialokasikan waktu sebagai pelaksanaan kegiatan lain yang termasuk dalam *non-value added* kegiatan *engineering* sehingga jadwal sangat ketat dan harus dilakukan secara paralel-simultan. Kegiatan – kegiatan inilah yang sangat berpotensi untuk menyebabkan keterlambatan dalam pengerjaan proyek *freespan correction* ini. Pada rencana jadwal pengerjaan proyek ditetapkan bahwa proyek akan selesai pada 2 Agustus 2021, namun pada kenyataannya jadwal proyek tersebut mundur dan selesai pada 4 September 2021. Untuk mengantisipasi hal tersebut agar tidak terulang, dalam pengerjaan proyek selanjutnya dapat dilakukan dengan cara mengkaji aktivitas yang memakan waktu terlalu panjang dibandingkan dengan waktu ideal yang diperlukan untuk menyelesaikan *deliverables* dari kegiatan *engineering*, *procurement*, dan *construction*.

5.1.1 Analisis 7 Pemborosan

Setelah menggambarkan *whole stream* kegiatan proyek *freespan correction*, langkah selanjutnya adalah membuat kuisisioner yang bertujuan untuk mengetahui 7 pemborosan yang terjadi di proyek. Kuisisioner tersebut dibagikan kepada pekerja pekerja terlibat langsung dalam pengerjaan proyek. Setelah dilakukan pengolahan terhadap kuisisioner tersebut dapat diketahui bahwa pemborosan tertinggi adalah sebagaimana berikut :

1. Waiting

Jenis pemborosan *waiting* ini termasuk dalam kategori pemborosan yang sering terjadi di proyek. Aktivitas *waiting* ini dapat terjadi pada mesin, manusia, maupun informasi.

Pemborosan *waiting* terjadi pada proses *procurement* di mana selalu ada jeda waktu tunggu antara pembuatan *purchase request*, penyampaian penawaran harga dari vendor, evaluasi penawaran harga di konsorsium, serta keputusan pembuatan *purchase order* dari Tim *Procurement* konsorsium. Hal ini dapat dikategorikan

sebagai *non value added activity* (NVA). Sebagai contoh, ditemukan bahwa keputusan pemilihan *working vessel* cukup terlambat sehingga akan mengganggu tahapan berikutnya dalam hal ketepatan waktu.

Pemborosan *waiting* yang terjadi pada proses inti dalam proyek ini yaitu menunggu instruksi pekerjaan antara lain *setup ROV*, *setup grout bag* pada *turn table* LARS, dan *setup injector*, dan *post-construction survey*. Namun berdasarkan wawancara dengan pekerja dan ahli *freespan* pekerjaan di atas tergolong *non value added but necessary* (NNVA) karena memang merupakan *sequence* yang menentukan kualitas pekerjaan konstruksi penumpu *freespan*.

Pemborosan *waiting* justru terjadi pada proses persiapan konstruksi yakni perihal perizinan. Ditemukan bahwa menjelang keberangkatan berlayar, terdapat kendala perizinan yakni belum selesainya Izin Pekerjaan Bawah Air (PBA). Hal ini menyebabkan kegiatan konstruksi tertunda sampai dengan 4 hari. Tertundanya keberangkatan berlayar akibat kendala perizinan bekerja akan menyebabkan pembengkakan biaya yang harus ditanggung oleh konsorsium PTK-PGS. Sedangkan bagi *project owner* akan berdampak pada potensi kegagalan penyaluran gas akibat pipa gas *offshore* mengalami *fatigue*.

2. *Unnecessary Inventory*

Jenis pemborosan ini berupa tingkat persediaan yang berlebih sehingga menyebabkan material tersebut tidak terpakai.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, pemborosan material konstruksi sipil yang berlebih yakni kelebihan semen *grouting* dan *grouting bag*. Pemborosan ini tidak terhindarkan terjadi karena adanya perubahan kontur dasar laut dari data yang diperoleh berdasarkan survei *freespan* pada tahun 2020.

3. *Inappropriate processing*

Pemborosan jenis ini dapat berupa proses kerja yang menggunakan alat atau mesin kerja yang tidak sesuai baik dari kapasitas maupun kemampuannya, ketidaksesuaian antara prosedur kerja standar dengan aplikasi di lapangan, dan perbedaan metode kerja yang signifikan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan wawancara, *inappropriate processing* tidak ditemukan. Peluang terjadinya *inappropriate processing* adalah apabila antara operator ROV satu dengan lainnya di area kerja konstruksi penumpu *freespan* tidak berkomunikasi dengan baik *crew shift change*. Namun terlihat bahwa kegiatan *toolbox meeting* sudah dapat mencegah hal ini.

4. *Unnecessary motion*

Pemborosan ini berhubungan dengan kondisi fisik lingkungan kerja yang yang dapat mempengaruhi kinerja pekerja di di lapangan. Kondisi ini biasanya dikaitkan dengan aspek ergonomi, tata letak komponen atau mesin terhadap material, ketidakjelasan instruksi dan gambar kerja sehingga pekerja harus memastikan ulang supaya terhindar dari gerakan yang berlebih pada *workstation*.

Jenis pemborosan ini tidak terjadi pada proyek *freespan correction* hal ini karena pada saat proses pengerjaan konstruksi alat-alat sudah diletakkan pada positioning yang tepat sesuai dengan denah layout yang dirancang oleh Tim *Engineering*.

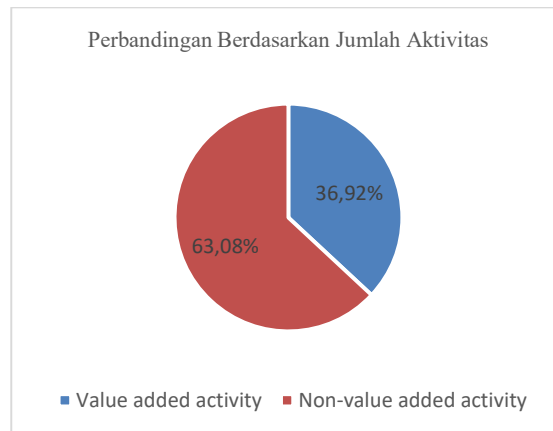
5. *Excessive transportation*

Jenis pemborosan ini terjadi akibat proses perpindahan manusia dan material yang tidak sesuai dengan alokasi waktu yang direncanakan. Pada perpindahan antara titik *freespan* yang sudah teridentifikasi tidak ditemukan kendala alokasi waktu, kecuali pada hari ke-10 yang terjadi cuaca buruk sehingga pekerjaan tidak dapat dilanjutkan.

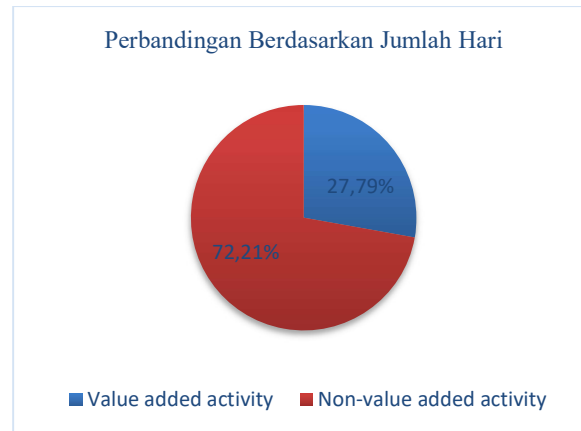
6. *Overproduction*

Pemborosan *overproduction* dalam proyek ini tidak ditemukan hal ini karena tidak ada ada permintaan yang melebihi dari ruang lingkup proyek oleh *project owner*. Pada saat konstruksi justru ditemukan kasus pekerjaan di bawah rencana ruang lingkup. Hal ini disebabkan terdapat titik *freespan* yang sudah diidentifikasi tidak bisa dibangun penumpu *freespan* karena ketinggian *freespan* yang dipersyaratkan tidak terpenuhi.

Berdasarkan analisis 7 wastes di atas, seluruh *value added activity* dan non *value added activity* ditampilkan pada **Gambar 5.2** dan **Gambar 5.3** berikut.



Gambar 5.2 Perbandingan VA dan NVA Berdasarkan Jumlah Aktivitas



Gambar 5.3 Perbandingan VA dan NVA Berdasarkan Jumlah Hari

5.2 Usaha Perbaikan *Non Value Added Activity* (NVA)

5.2.1 *Non Value Added Activity* Kritisal

Dalam menyelesaikan permasalahan *non value added activity*, tidak keseluruhan aktivitas dapat diselesaikan dalam kurun waktu penyelesaian proyek *freespan correction* ini yang terbatas ini. Untuk itu penulis menggunakan *tool* diagram pareto untuk menentukan *non value added activity* yang kritisal terhadap penyelesaian proyek.

Menurut (Gasperz & Fontana, 2011), dalam hal melakukan perbaikan mutu, perlu dilakukan pengumpulan data mengenai kerugian yang ditimbulkan terlebih dahulu. Dalam hal ini, peneliti menggunakan diagram pareto untuk mengidentifikasi aspek mana yang menimbulkan pemborosan terbesar. Sebelum

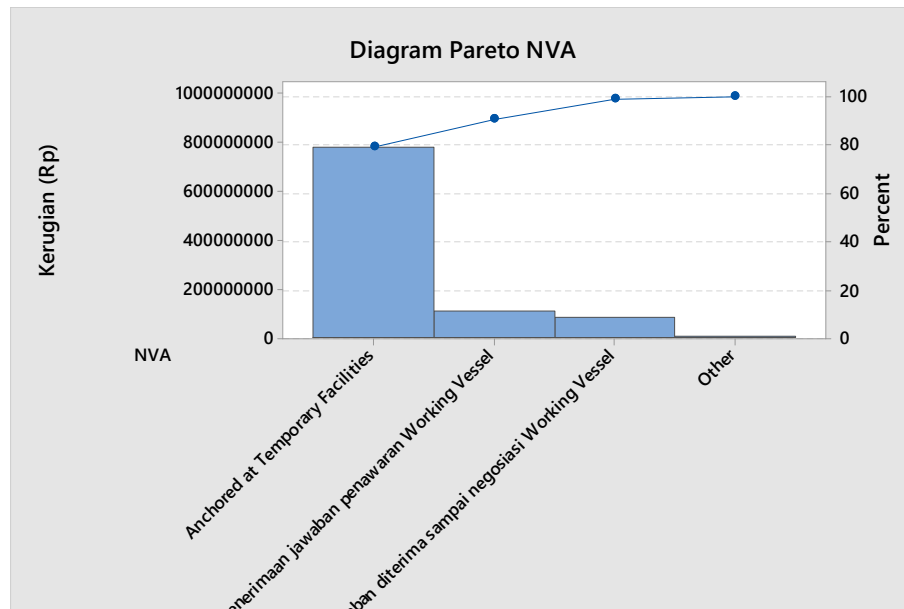
membuat diagram pareto, dasar pembandingan satu *non value added activity* satu dengan lainnya adalah didasarkan pada kerugian berupa biaya tidak termanfaatkan per harinya seperti yang tercantum pada **Tabel 5.1** berikut ini :

Tabel 5.1 Estimasi Kerugian *Non Value Added Activity*

No	<i>Non Value Added Activity</i>	Deviasi Waktu (hari)	Kerugian per hari	Estimasi Kerugian	Referensi
	<i>HSE Material Purchasing</i>				
1	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	1	Rp2.305.740	Rp2.305.740	Penawaran Calon Vendor
2	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	0	Rp0	Rp0	
3	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	0	Rp0	Rp0	
4	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	0	Rp0	Rp0	
	<i>Grouting Cement Purchasing</i>				
5	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	1	Rp2.305.740	Rp2.305.740	Penawaran Calon Vendor
6	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	0	Rp0	Rp0	
7	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	0	Rp0	Rp0	
8	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	0	Rp0	Rp0	
	<i>ROV Rent</i>				
9	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	1	Rp2.305.740	Rp2.305.740	Penawaran Calon Vendor
10	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	0	Rp0	Rp0	
11	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	0	Rp0	Rp0	
12	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	0	Rp0	Rp0	

No	Non Value Added Activity	Deviasi Waktu (hari)	Kerugian per hari	Estimasi Kerugian	Referensi
	Working Vessel Rent			Rp0	
13	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	1	Rp2.305.740	Rp2.305.740	Tenaga Pengadaan
14	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	7	Rp16.140.180	Rp112.981.260	
15	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	6	Rp13.834.440	Rp83.006.640	
16	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	0	Rp0	Rp0	
	Construction				
17	Anchored at Temporary Facilities	2	Rp390.625.000	Rp781.250.000	Biaya Penggunaan Asset dan Izin sandar

Berdasarkan **Tabel 5.1** terlihat kerugian finansial *pada Non Value Added Activity* proyek *freespan correction*. Untuk memudahkan analisis, penulis menggunakan *software* minitab 18 dalam pembuatan diagram pareto sehingga dapat diketahui *waste* yang paling kritikal pada proyek ini. Berikut hasil *running diagram pareto* sebagaimana yang tercantum pada **Gambar 5.4** berikut.



Gambar 5.4 Diagram Pareto *Non Value Added Activity*

Berdasarkan diagram pareto di atas dapat diketahui bahwa permasalahan yang signifikan untuk diselesaikan yakni dengan nilai porsi 79% adalah **Anchored at Temporary Facilities** (Masa Sandar Kapal Terlalu Lama pada Fasilitas Sementara). Selanjutnya akan dicari akar penyebab dari *Non Value Added Activity* ini.

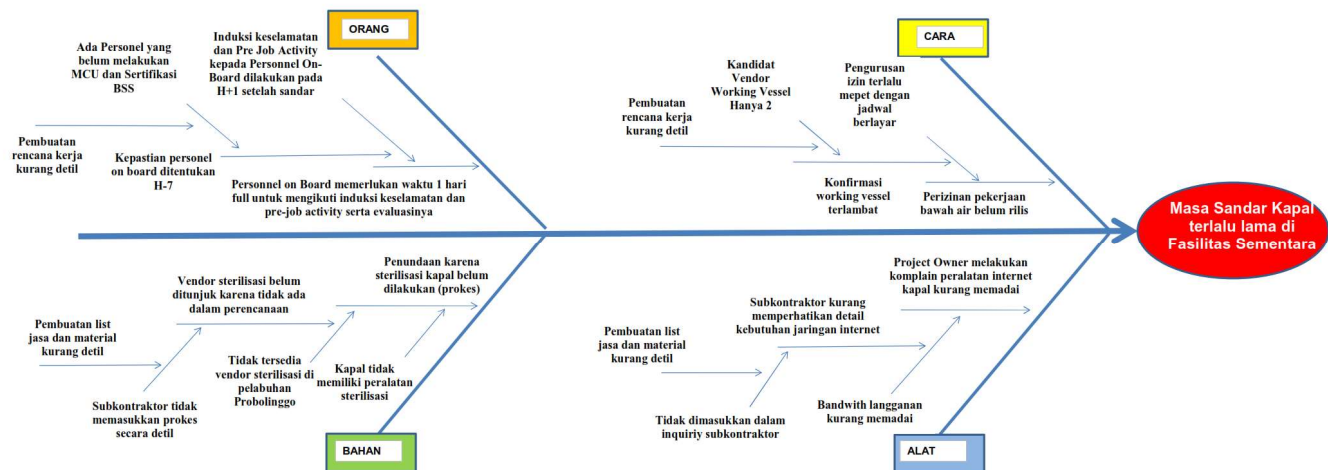
5.2.2 *Root Cause Penyebab Non Value Added Activity*

Ada beberapa karakteristik penting dalam metode RCA (*root cause analysis*). Ciri-ciri tersebut adalah: (1) kemampuan mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah, (2) menunjukkan saling ketergantungan antara penyebab, (3) hubungan antar faktor, (4) dan kategori penyebab (Dogget, 2006). Usaha mencari akar penyebab (*root cause analysis*) *non value added activity* dalam Proyek *Freespan Correction Offshore Pipeline* PT XYZ dapat dilakukan dengan cara-cara antara lain : *fault tree analysis*, *cause-effect diagram*, serta *fishbone diagram* dan *5-why*. Dalam tesis ini, alat yang digunakan adalah kombinasi fishbone diagram dan *5-why*. *Fishbone diagram* dapat membantu untuk memisahkan penyebab dari gejala, memfokuskan perhatian pada hal-hal yang relevan, serta paling praktis untuk mengetahui penyebab permasalahan ini (Tjiptono, 1995). Sedangkan *5-why* merupakan pendekatan yang efektif untuk

digunakan sebagai landasan kegiatan pemecahan masalah, mudah digunakan, dan dapat diterapkan dalam berbagai masalah (Serrat, 2009). Mekanisme yang diterapkan pada tool five whys adalah dengan mengidentifikasi root cause yang dikategorikan dalam 5 kelas. Menurut Wedgwood (2006) klasifikasi kelas penyebab masalah adalah:

1. Alasan pertama : Gejala
2. Alasan kedua : Alasan
3. Alasan ketiga : Kesalahan
4. Alasan keempat : Sebab
5. Alasan kelima : Akar Penyebab

Dalam menggali akar penyebab pemborosan, dilakukan konsultasi dengan jajaran manajemen *project owner*. Adapun hasil identifikasi akar penyebab sebagaimana yang tercantum pada **Gambar 5.5** berikut :



Gambar 5.5 Fishbone Diagram

Berdasarkan **Gambar 5.5** di atas, dapat dibuat analisis lebih lanjut terhadap akar penyebab *non value added activity* yang kritikal. Adapun akar penyebabnya dapat dikelompokkan berdasarkan bahan, orang, cara, dan alat. Didapatkan perincian pada tabel berikut :

Tabel 5.2 Pemilahan Akar Penyebab NVA

No	Aspek Waste	Permasalahan	Akar Penyebab
1	Orang (<i>man</i>)	Personnel on Board memerlukan waktu 1 hari full untuk mengikuti induksi keselamatan dan pre-job activity serta evaluasinya	Pembuatan rencana kerja kurang detil
2	Cara (<i>Method</i>)	Perizinan pekerjaan bawah air belum rilis	Pembuatan rencana kerja kurang detil
3	Alat (<i>Machine</i>)	Peralatan internet mengalami gangguan konektivitas sehingga akan menghambat aktivitas office selama proyek	Pembuatan list material dan jasa kurang detil
4	Bahan (<i>material</i>)	Menunggu proses sterilisasi ruangan-ruangan di kapal pasca proyek klien sebelumnya	Pembuatan list material dan jasa kurang detil

Dari **Tabel 5.2** di atas dapat disimpulkan bahwa akar penyebab adalah **pembuatan rencana kerja yang kurang detil dan pembuatan list material dan jasa yang kurang detil**. Untuk memaksimalkan dampak perbaikan maka dilakukan dengan analisis perbandingan pro dan kontra terhadap alternatif perbaikan. Alternatif rencana perbaikan dikonsultasikan kepada Project Manager PT XYZ untuk memastikan kemudahan dan efektifitas perbaikan.

Tabel 5.3 Pro vs Kontra Rencana Perbaikan

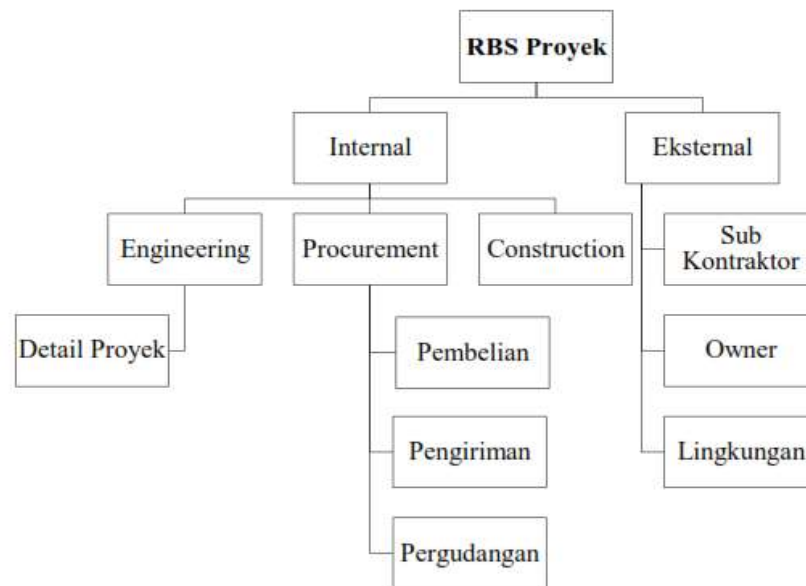
No	Alternatif Solusi	Pengendalian		Dampak		Keputusan
		Internal	External	Signifikan	Insignifikan	
1	Pembuatan <i>Risk Breakdown Structure</i> secara detil	v		v		Ya
2	Pembuatan daftar material dan jasa	v			v	Tidak

Berdasarkan **Tabel 5.3**, didapatkan hasil diskusi antara peneliti dengan *project manager* dengan keputusan akan dilakukan pembuatan *risk breakdown structure* secara lebih rinci.

5.3 Risk Breakdown Structure

Risk breakdown structure (RBS) merupakan salah satu *tool* yang digunakan dalam manajemen risiko proyek untuk menentukan risiko terjadinya pemborosan. *Tool* ini berguna dalam identifikasi risiko dengan bantuan

pemilahan risiko. Menurut Hilson (2003), RBS dapat membantu dalam memahami distribusi risiko pada suatu proyek atau di seluruh bisnis, membantu manajemen risiko yang efektif. Sama seperti Work Breakdown Structure (WBS) adalah alat penting untuk proyek karena mencakup dan mendefinisikan pekerjaan, maka RBS dapat menjadi bantuan yang sangat berharga dalam memahami risiko. Dalam penelitian ini, langkah perbaikan NVA perlu dinilai risikonya untuk mencegah pengulangan pemborosan pada proyek *freespan* berikutnya.



Gambar 5.6 Risk Breakdown Structure Proyek *Fre-span Correction*

Selanjutnya dibuat daftar risiko yang mungkin dapat mempengaruhi upaya perbaikan pemborosan berdasarkan kategorisasi pekerjaan proyek yang berhubungan dengan *non value added* yang kritikal sebagaimana yang tercantum pada **Tabel 5.4**

Tabel 5.4 Daftar Risiko

No	Kategori	Sub Kategori	Risiko Teridentifikasi
1	<i>Project Management</i>	<i>Work Breakdown Structure</i>	Keterlambatan pemilihan alat kerja
2	<i>Project Management</i>	<i>Work Breakdown Structure</i>	Keterlambatan penentuan waktu pengurusan izin
3	<i>Construction</i>	<i>Lingkungan</i>	Keterlambatan penerbitan Izin Pekerjaan Bawah Air oleh regulator

Adapun penilaian risiko yang dilakukan berdasarkan standar yang digunakan pada buku Prosedur Pemetaan Risiko Korporat milik PT XYZ dengan kriteria sebagaimana yang tercantum pada **Tabel 5.5** berikut :

Tabel 5.5 Kriteria Penilaian Risiko

KRITERIA DAMPAK RISIKO							
Index	Dampak	Perkiraan Kehilangan Laba Bersih		Dampak Pada Sasaran Strategis Organisasi (Kualitatif)	Dampak Pada Kelangsungan Operasi PU (Kualitatif)	Dampak Pada Aspek Pangsa Pasar (Kualitatif)	Dampak Pada Aspek Customer Loyalty Index (CLI) (Kualitatif)
		5 % dari Laba Bersih	Rp XX				
5	Catastrophic	> 0.8 BTR	> Rp XX	Tidak tercapainya sasaran dan Kegagalan mencapai kinerja	Terjadi Unscheduled Shutdown > 2 minggu	1. Kehilangan pangsa pasar >1.6%; 2. Pemutusan kontrak kerja oleh partner strategis	1. Turunnya Index Customer Loyalty lebih dari 0.2 poin
4	Major	0.6 BTR < x ≤ 0.8 BTR	Rp XX < x ≤ Rp XX	Tertundanya tercapainya sasaran secara signifikan, Pencapaian kinerja jauh di bawah target	Terjadi Unscheduled Shutdown 1-2 minggu	1. Kehilangan pangsa pasar antara 1.2% - 1.6%	1. Turunnya Index Customer Loyalty antara 0.15 hingga 0.2 poin
3	Moderate	0.4 BTR < x ≤ 0.6 BTR	Rp XX < x ≤ Rp XX	Tertundanya tercapainya sasaran cukup besar, Pencapaian Kinerja di bawah target	Terdapat gangguan, tidak terjadi unscheduled shutdown, operasional PU terganggu selama < 2 minggu	1. Kehilangan pangsa pasar 0.8% - 1.2%	1. Turunnya Index Customer Loyalty antara 0.1 hingga 0.15 poin
2	Minor	0.2 BTR < x ≤ 0.4 BTR	Rp XX < x ≤ Rp XX	Tercapainya sasaran hanya sedikit di bawah target, target kinerja sedikit di bawah target	Terdapat gangguan, tidak terjadi unscheduled shutdown, operasional PU terganggu selama < 1 minggu	1. Kehilangan pangsa pasar 0.4% - 0.8%	1. Turunnya Index Customer Loyalty antara 0.05 hingga 0.1 poin
1	Insignificant	< 0.2 BTR	< Rp XX	Hanya berdampak sangat kecil pada tercapainya sasaran, target kinerja masih mampu dicapai	Terdapat gangguan namun tidak memberikan dampak yang berarti	1. Kehilangan pasar <0.4%	1. Turunnya Index Customer Loyalty kurang dari 0.05 poin

Sumber : Pedoman Manajemen Risiko PT XYZ

Dasar penilaian risiko usaha perbaikan *waste* adalah dokumen manual/pedoman manajemen risiko korporat PT XYZ. Adapun justifikasi penilaian probabilitas dan dampak dilakukan melalui konsultasi dengan staff Departemen Manajemen Risiko dan Portofolio PT XYZ. Berikut adalah hasil penilaian risiko yang ditampilkan pada **Tabel 5.6**.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Penilaian Risiko

No	Risiko	Probabilitas	Dampak	Nilai Risiko
1	Keterlambatan pemilihan alat kerja	3	3	9
2	Keterlambatan penentuan pengurusan izin	2	4	8
3	Keterlambatan penerbitan Izin Pekerjaan Bawah Air	4	4	16

Selanjutnya adalah tiap-tiap peristiwa risiko diplotkan ke dalam peta matriks risiko yang sesuai dengan nilai probabilitas kejadian dan dampaknya terhadap pengerjaan perbaikan *waste*. Matriks risiko dari *risk event* yang telah teridentifikasi dapat dilihat pada **Gambar 5.7** berikut ini :

Dampak	5. Catastrophic	5	10	15	20	25
	4. Major	4	8	12	16	20
	3. Moderate	3	6	9	12	15
	2. Minor	2	3	6	8	10
	1. Insignificant	1	2	3	4	5
		1. Rare	2. Unlikely	3. Moderate	4. Likely	5. Almost Certain
		Probabilitas				

Gambar 5.7 *Risk Event* dalam Peta Risiko Korporat

Mitigasi risiko dapat ditempuh melalui menghindari risiko (*avoid*), menerima risiko (*accept*), mentransfer risiko (*transfer*), dan mengurangi peluang serta dampak yang terjadi (*control*). Dalam hal menyikapi risiko perbaikan *waste* aktivitas ***Anchorage at Temporary Facilities***. Tabel 5.7 berikut adalah analisis mitigasi risiko yang dapat dilakukan oleh PT XYZ untuk mencegah terulangnya risiko pada proyek *freespan correction* selanjutnya :

Tabel 5.7 Analisis Mitigasi Pengembangan Respon Risiko

No	Risiko	Respon	Rencana Pengendalian Risiko	PIC
1	Keterlambatan pemilihan alat kerja	<i>Control</i>	Membuat daftar vendor <i>working vessel</i> minimum 3 perusahaan, lalu membuat perbandingan kinerja dan ketersediaan di Week-5 sailing	<i>Project Controller</i>
2	Keterlambatan penentuan pengurusan izin	<i>Control</i>	Membuat <i>timeline</i> detil setiap izin yang diperlukan, waktu perkiraan, dan syarat dokumen yang diperlukan	<i>Project Controller</i>
3	Keterlambatan penerbitan Izin Pekerjaan Bawah Air	<i>Transfer</i>	Membuat <i>Key Performance Indicator</i> untuk Agen yang dipilih dan mekanisme denda apabila terjadi keterlambatan penerbitan izin-izin	<i>Procurement</i>

Dalam hal perbaikan *waste* aktivitas ***Anchorage at Temporary Facilities***. Rencana perbaikan yang perlu dilakukan oleh PT XYZ untuk mencegah terulangnya risiko pada proyek *freSPAN correction* selanjutnya adalah dengan mengintegrasikan rencana mitigasi risiko proyek yakni :

1. Membuat daftar vendor *working vessel* minimum 3 perusahaan, lalu membuat perbandingan kinerja dan ketersediaan *working* di Week-5 sailing
2. Membuat *timeline* detil setiap izin yang diperlukan, waktu perkiraan, dan syarat dokumen yang diperlukan
3. Membuat *Key Performance Indicator* untuk Agen yang dipilih dan mekanisme denda apabila terjadi keterlambatan penerbitan izin-izin.

Menurut Wesenberg dalam ***A Review of Lean and the Lean Implementation in Statoil*** (2017), implementasi *lean* di proyek *offshore* menghadapi tantangan berikut: (1) kesulitan memulai bekerja dengan *lean* karena kurangnya pemahaman, (2) penolakan dari karyawan, (3) mempertahankan fokus yang konsisten pada implementasi *lean*, dan (4) kontraktor tanpa pengalaman *lean*. Oleh karena itu, implementasi *lean* harus dikembangkan pada tahap awal dalam proyek sehingga dapat memaksimalkan *value* dan meminimasi *waste*.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Tahap ini adalah tahap akhir dari seluruh rangkaian penelitian tentang *lean construction* pada proyek *freespan correction*. Pada bab ini ditarik kesimpulan atas hasil yang didapatkan dari bab sebelumnya. Kesimpulan yang dibuat diharapkan dapat menjawab poin tujuan penelitian dan memberi saran ditujukan kepada pihak PT XYZ dan konsorsium pelaksana.

6.1 Kesimpulan

Aplikasi pendekatan *lean construction* dapat diterapkan pada *freespan correction* pipa gas *offshore* dengan catatan pendekatan prinsip *lean construction* perlu dilakukan sejak perencanaan proyek sehingga konsisten dilaksanakan secara berkelanjutan. Beberapa hal yang dapat disimpulkan pada tesis ini adalah sebagaimana berikut :

1. Mengacu pada *process activity mapping* didapatkan informasi mengenai situasi dan kondisi proyek *freespan correction* sebagaimana berikut :
 - Fase *engineering* dilaksanakan tepat waktu sesuai perencanaan yakni 42 hari kalender
 - Fase *Procurement* : mengalami delay dalam hal pengadaan sewa *working vessel* selama 28 hari kalender
 - Fase Konstruksi : mengalami keterlambatan akibat mengalami penundaan aktivitas *anchorage* selama 4 hari. Hal ini berdampak pada keterlambatan pekerjaan secara keseluruhan yakni sebanyak 185,6 hari kalender
2. Berdasarkan *process activity mapping*, aktivitas-aktivitas yang tergolong *waste* adalah :
 - Adanya waktu tunggu tidak terencana pada proses *procurement* meliputi : *HSE Material purchasing*, *grouting cement purchasing*, *ROV rent*, dan *working vessel rent*
 - Adanya waktu tunggu tidak terencana pada proses *anchorage* di Pelabuhan akibat keterlambatan proses perizinan

3. *Improvement* yang diperlukan pada proyek *freespan correction* berikutnya yakni :

1. Membuat daftar vendor *working vessel* minimum 3 kandidat, lalu membuat perbandingan kinerja dan ketersediaan di *Week-5 sailing*
2. Membuat *timeline* detil setiap izin yang diperlukan, waktu perkiraan, dan syarat dokumen yang diperlukan
3. Membuat *Key Performance Indicator* untuk Agen yang dipilih dan mekanisme denda apabila terjadi keterlambatan penerbitan izin-izin

6.2 Saran

Kondisi kontur dasar laut yang dipengaruhi oleh arus laut dan pergerakan lapisan bumi akan menyebabkan timbulnya titik titik *freespan* baru. Hal ini menyebabkan pekerjaan *freespan correction* dapat dilakukan kembali di masa mendatang. Bagi perusahaan dan kepentingan penelitian selanjutnya, diberikan saran dan rekomendasi sebagaimana berikut :

- Pada prinsipnya, PT XYZ perlu menerapkan *lean construction* pada keseluruhan aspek proyek *freespan correction* sehingga dapat memaksimalkan *value* bagi kontrak pelaksana dan PT XYZ selaku pemilik asset.
- Perusahaan perlu membuat SOP dan tata waktu yang jelas tentang proses pengadaan material dan peralatan kerja untuk proyek *freespan correction*
- Perusahaan perlu membuat SOP/standar acuan baku dan tata waktu tentang proses perizinan yang dibutuhkan untuk pekerjaan *offshore*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. (2007). Konstruksi Ramping: Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste. *Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung*, 1–12.
- DNV RP F105. (2006). DNV-RP-F105: Free Spanning Pipelines. *Dnv Rp F105*, 163(February), 533–543.
- Gasperz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean six sigma for manufacturing and service industries : waste elimination and continuous cost reduction*. Vinchristo Publication.
- Hines, P. (2000). Going Lean. In *Australian Journal of Pharmacy* (Vol. 95, Issue 1124). Lean Enterprise Research Centre. <https://doi.org/10.1097/01.jnn.0000358162.21072.ab>
- Howell, G. A., & Koskela, L. (2000). Reforming Project Management: The Role of Lean Construction. *8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 6.
- Kato, I., & Smalley, A. (2011). *Toyota Kaizen Methods 6 Langkah Perbaikan* (S. Gagas (ed.); Edisi ke 5). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11902-6>
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. 72.
- Koskela, Lauri. (1997). Lean Production in Construction. *Automation and Robotics in Construction X: Proceedings of the 10th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, January 1997. <https://doi.org/10.22260/isarc1993/0007>
- Koskela, Lauri, Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. *Design and Construction*, January, 211–226. <https://doi.org/10.4324/9780080491080>
- Lubis, M. R. I. (2016). *Perbaikan Proses Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pipa Gas Pertamina Porong – Grati)*.
- Ohno, T. (1990). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*.
- Pinch, L. (2005). Lean Construction: Eliminating the Waste. *Construction Executive*, November, 34–37. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21174905>
- Polat, G., & Ballard, G. (2004). Waste in Turkish Construction: Need for Lean Construction Techniques. *Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 3–5.
- SERPELL, A., VENTURI, A., & CONTRERAS, J. (2010). Characterization of waste in building construction projects. *Lean Construction*, 20. https://doi.org/10.4324/9780203345825_characterization_of_waste_in_building_construction
- Tjiptono. (1995). *Total Quality Management*. Penerbit ANDI. Yogyakarta

- Wesenberg, M. (2017). A Review of Lean and the Lean Implementation in Statoil. In *MASTER'S THESIS Study* (Vol. 49, Issue 89). Universitetet i Stavanger.
- Widayat, T. (2019). *Aplikasi Lean Production/ Construction untuk Mengurangi Waste pada Konstruksi Pipa Gas (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pipa Gas Semare Tie-In KM 19 Pipa Porong Grati PT Pertamina Gas)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

LAMPIRAN

1. Peralatan Kerja dan Material

No	Deskripsi	Kuantitas	Satuan	Keterangan
ROV				
1	ROV Work Class 200 HP	1	Set	
2	Control Panel	1	Unit	
3	Hydraulic Power Unit c/w winch	1	Unit	
4	Turntable LARS	1	Unit	
5	ROV Storage Container	1	Set	
6	ROV Transformer Container	1	Set	
7	Generator 450 kVA	2	Unit	
Survey				
8	DGPS and Positioning System	1	Unit	
9	USBL & Beacon	5	Unit	
10	Navigation Software	1	Set	
11	Processing Software	1	Set	
Sensor & Tools				
12	Motion Reference Unit (iXSEA Octan Subsea)	1	Unit	
13	Precisian Bathymetric Survey (Tritech SK-704)	1	Unit	
14	Digital video and picture capture	1	Unit	
15	Gyrocompass (iXSEA Octan Subsea)	1	Unit	
16	Digital- still camera	1	Unit	
17	Dual boom camera and light	1	Unit	
18	Wheel undercarriage	1	Unit	
19	Dual head profiler (Tritech Seaking)	1	Unit	
Grouting Equipment				
20	Cement Silo	1	Unit	
21	Jet Mix 20" Container	1	Unit	
22	Turn Table	1	Unit	
23	Turn Table LARS	1	Unit	
24	Compressor 685 CFM	1	Unit	
25	Generator 165 kVA	1	Unit	
Other				
26	Vessel DP2 3600 DWT, 6222 BHP, Deck 44 m x 14 m	1	Unit	

2. Rekapitulasi Kuesioner

No	Kategori Waste	RESPONDEN											Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A	DEFECT												1,045
A1	<i>Cacat pada material</i>												1,045
1	Apakah terdapat cacat pada material groutbag?	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1,091
2	Apakah terdapat cacat pada material OPC cement?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
B	WAITING												2,631
B1	<i>Menunggu datangnya material</i>												2,227
1	Apakah ada jeda waktu untuk menunggu datangnya material groutbag?	2	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	2,182
2	Apakah ada jeda waktu untuk menunggu datangnya material concrete?	5	5	5	2	2	1	1	1	1	1	1	2,273
B2	<i>Menunggu instruksi pekerjaan</i>												2,114
3	Apakah ada jeda waktu menunggu instruksi pekerjaan verifikasi freespan dengan ROV?	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2,273
4	Apakah ada jeda waktu menunggu instruksi pekerjaan sipil cement mixing?	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1,818
5	Apakah ada jeda waktu menunggu instruksi pekerjaan sipil injeksi semen?	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1,818
6	Apakah ada jeda waktu menunggu instruksi pekerjaan sipil post construction survey?	3	3	3	3	4	4	2	2	2	1	1	2,545
B3	<i>Menunggu proses pekerjaan sebelumnya</i>												3,455
7	Menunggu proses pekerjaan sebelumnya yang critical	4	4	4	4	4	1	3	5	2	5	2	3,455
B4	<i>Menunggu setup/perbaikan alat-alat</i>												2,727
8	Apakah ada jeda waktu menunggu setup positioning working vessel?	3	3	1	3	3	2	2	2	4	4	5	2,909
9	Apakah ada jeda waktu menunggu setup ROV?	3	3	3	3	3	3	1	1	4	3	3	2,727
10	Apakah ada jeda waktu menunggu setup turn table?	3	3	3	3	3	2	1	4	2	2	2	2,545
11	Apakah ada jeda waktu menunggu launching turn table?	2	2	2	2	1	2	3	3	3	3	1	2,182
12	Apakah ada jeda waktu menunggu setup injeksi semen?	2	2	2	2	1	4	5	3	4	4	1	2,727

C.	OVERPRODUCTION												1,455
1	Apakah ada melakukan pekerjaan diluar instruksi (melebihi permintaan) user?	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1,364
2	Apakah ada penghamburan material/ bahan mentah (groutbag, OPC cement, dll)?	1	1	1	2	1	2	2	2	2	4	3	1,909
3	Apakah ada terjadi penumpukan alat dan material di working vessel?	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1,091
D	INAPPROPRIATE PROCESSING												1,273
1	Apakah ada proses kerja menggunakan alat/tools yang tidak sesuai kapasitas?	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1,091
2	Adakah ketidaksesuaian antara prosedur kerja dan aplikasi di lapangan?	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	1	1,455
3	Adakah proses kerja terlalu banyak menggunakan resources / tidak efisien?	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1,364
4	Adakah Inspeksi tidak berjalan optimal (HSEQ inspection, general inspection)?	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1,182
F	UNNECESSARY INVENTORY												2,182
	<i>Stock material berlebihan (overstock)</i>												3,000
1	Apakah stock material OPC cement berlebih?	4	2	2	4	1	4	1	2	2	5	3	2,727
2	Apakah stock material groutbag berlebih?	4	2	2	4	2	4	3	3	3	4	5	3,273
	<i>Kesalahan pemesanan material (spesifikasi tidak sesuai dengan kebutuhan proyek)</i>												1,364
4	Apakah ada kesalahan pemesanan material OPC cement?	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1,182
5	Apakah ada kesalahan pemesanan material groutbag?	1	1	1	2	1	2	1	3	3	1	1	1,545
G	UNNECESSARY MOTION												1,576
1	Apakah tenaga kerja terlihat banyak membuang waktu (merokok, bersantai-santai, dll) ?	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1,182
2	Apakah tenaga kerja di working station terlambat dari jadwal toolbox meeting ?	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1,364
3	Apakah tata letak/layout proyek tidak baik ?	2	1	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2,182
H	EXCESSIVE TRANSPORTATION												2,000
1	Apakah lokasi proyek berubah-ubah ?	2	2	1	2	2	2	3	2	1	2	3	2,000
2	Apakah pergerakan personel memerlukan titik penjemputan yang berjauhan?	2	2	2	3	2	2	1	3	2	2	1	2,000

3. Process Activity Mapping Freespan Correction

No	Aktivitas	Waktu Normal	Waktu Aktual	Satuan	O	T	I	S	D	Kategori
	PERSIAPAN DAN KICK OFF MEETING	1	1		O	T	I	S	D	NNVA
	ENGINEERING WORK									
1	Analisis Metocean	30	28	hari	O	T	I	S	D	VA
2	Analisis Scouring				O	T	I	S	D	VA
3	Analisis Freespan				O	T	I	S	D	VA
4	Final Report				O	T	I	S	D	VA
5	Review & Approval of Report	14	14	hari	O	T	I	S	D	VA
6	Basic Design Verification				O	T	I	S	D	VA
7	Calculations & Drawings				O	T	I	S	D	VA
8	Specification & Procedures				O	T	I	S	D	VA
	PROCUREMENT									
	Working Vessel DP2									
1	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	2	3	hari	O	T	I	S	D	NVA
2	Request for Quotation / Material Requisition	1	1	hari	O	T	I	S	D	VA
3	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	2	10	hari	O	T	I	S	D	NVA
4	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	1	7	hari	O	T	I	S	D	NVA
5	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
6	PO Placement	1	1	hari	O	T	I	S	D	VA
7	Delivery to Port	3	3	hari	O	T	I	S	D	NNVA
8	Inspeksi Kelayakan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NNVA
	ROV									
9	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	2	3	hari	O	T	I	S	D	NVA
10	Request for Quotation / Material Requisition	1	1	hari	O	T	I	S	D	VA
11	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	2	2	hari	O	T	I	S	D	NVA
12	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
13	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
14	PO Placement	1	1	hari	O	T	I	S	D	VA
15	Delivery to Vessel	3	5	hari	O	T	I	S	D	NNVA
16	Inspeksi Kelayakan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NNVA
	Cement and Groutbag Material									
18	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	2	3	hari	O	T	I	S	D	NVA
19	Request for Quotation / Material Requisition	2	2	hari	O	T	I	S	D	VA
20	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	2	2	hari	O	T	I	S	D	NVA
21	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
22	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
23	PO Placement	1	1	hari	O	T	I	S	D	VA
24	Delivery Turntable & LARS	3	5	hari	O	T	I	S	D	NNVA
25	Delivery Pump	3	5	hari	O	T	I	S	D	NNVA
26	Delivery Tank	3	5	hari	O	T	I	S	D	NNVA
27	Delivery Compressor	3	5	hari	O	T	I	S	D	NNVA
28	Inspeksi Kelayakan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NNVA
29	Penyimpanan Cement and Groutbag	1	3	hari	O	T	I	S	D	NVA
	HSE Material									
30	Selang waktu mulai dari PR sampai aktivitas	2	3	hari	O	T	I	S	D	NVA
31	Request for Quotation / Material Requisition	2	2	hari	O	T	I	S	D	VA
32	Selang waktu penerimaan jawaban penawaran	2	2	hari	O	T	I	S	D	NVA
33	Selang waktu jawaban diterima sampai negosiasi	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
34	Selang waktu evaluasi jawaban sampai PO diterbitkan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NVA
35	PO Placement	1	1	hari	O	T	I	S	D	VA
37	Delivery HSE Material	1	1	hari	O	T	I	S	D	NNVA
38	Inspeksi Kelayakan	1	1	hari	O	T	I	S	D	NNVA
	CONSTRUCTION									
	Preparation									
40	Anchored at Temporary Facilities	4	6	hari	O	T	I	S	D	NVA
41	Mobilization (Equipment & Manpower)	7	4	hari	O	T	I	S	D	NNVA
42	Logistik (air, BBM, bahan makanan, obat-obatan)	7	4	hari	O	T	I	S	D	VA
43	Survey Pelabuhan sandar	2	1	hari	O	T	I	S	D	NNVA
44	Perizinan Pekerjaan Bawah Air	7	15	hari	O	T	I	S	D	NNVA
45	Perizinan Syahbandar	2	2	hari	O	T	I	S	D	NNVA
46	Perizinan Pihak Keamanan	2	2	hari	O	T	I	S	D	NNVA
	Freespan Correction									
47	Vessel Positioning	0,072917	0,145833	hari	O	T	I	S	D	NNVA
48	Setup ROV	0,145833	0,291667	hari	O	T	I	S	D	NNVA
49	Deploy ROV	0,4375	0,4375	hari	O	T	I	S	D	VA
50	Pre Construction Survey	0,21875	0,291667	hari	O	T	I	S	D	NNVA
51	Groutbag Preparation	0,4375	0,291667	hari	O	T	I	S	D	VA
52	Turntable Setup	0,21875	0,21875	hari	O	T	I	S	D	VA
53	Deploy Turntable	0,145833	0,072917	hari	O	T	I	S	D	NNVA
54	Groutbag setup to freespan	0,145833	0,291667	hari	O	T	I	S	D	NNVA
55	Cement mixing Preparation	0,21875	0,21875	hari	O	T	I	S	D	NNVA
56	Cement Injection to Groutbag	0,4375	0,4375	hari	O	T	I	S	D	VA
57	Disconnect and Flush Hose	0,145833	0,21875	hari	O	T	I	S	D	NNVA
58	Post Construction Survey	0,4375	0,4375	hari	O	T	I	S	D	NNVA
59	ROV Post Construction Recovery	0,364583	0,2625	hari	O	T	I	S	D	NNVA
60	Point-to-point transportation	17	18	hari	O	T	I	S	D	NNVA

4. Mitigasi Risiko Keterlambatan Pemilihan Working Vessel

Evaluasi Teknis dan HSE Plan Perusahaan Penyedia Working Vessel

EVALUASI TEKNIS DAN HSE PLAN								
Pengadaan Sewa Kapal untuk Pekerjaan Rektifikasi (Freespan Correction)								
No. Purchase Order								
NO	KRITERIA TEKNIS	BOBOT	Kapal A		Kapal B		Kapal C	
			% NILAI	PENCAPAIAN NILAI	% NILAI	PENCAPAIAN NILAI	% NILAI	PENCAPAIAN NILAI
1	Lingkup dan Volume Pekerjaan	15						
	a. Melampirkan dokumen ulasan spesifikasi teknis kapal yang berkaitan dengan pekerjaan	10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	b. Melampirkan dokumen kepatuhan regulasi maritim	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
2	Kualifikasi Awak Kapal	20						
	a. Melampirkan daftar awak kapal dan pengalaman (dibuktikan dengan CV)	10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	b. Melampirkan sertifikat kompetensi terkait pekerjaan	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	c. Memiliki personel yang memiliki keahlian/pelatihan di bidang Keselamatan Kerja/P3K/First Aider (melampirkan copy sertifikat)	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
3	Kelayakan Kapal	10						
	a. Melampirkan bukti inspeksi rutin	10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	b. Melampirkan jadwal pemeliharaan peralatan kritikal dan logbook history pemeliharaan							
4	Pengalaman Perusahaan	30						
	a. Pengalaman Perusahaan di bidang Jasa sejenis	25	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	b. Melampirkan prestasi - prestasi kerja perusahaan (standard, dll)	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Pencapaian Hasil Evaluasi Teknis KONTRAKTOR	75	(X)	0,00%	(X)	0,00%	(X)	0,00%
	Bobot Evaluasi Teknis (70% - 90%)	75%	(Y)	0,00%	(Y)	0,00%	(Y)	0,00%
NO	ITEM	BOBOT	% NILAI	PENCAPAIAN NILAI	% NILAI	PENCAPAIAN NILAI	% NILAI	PENCAPAIAN NILAI
1	Kebijakan HSE KONTRAKTOR	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
2	Kebijakan Obat – Obatn Terlarang dan Alkohol	2	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
3	Struktur Organisasi	10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
4	HSE Performance Indicator	10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
5	Identifikasi & Mitigasi Resiko	10	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
6	Rencana Manajemen Perjalanan	2	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
7	Prosedur Operasi dan Standard Keselamatan	15	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
8	Pelatihan dan Kompetensi Tenaga Kerja yang Terlibat	20	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
9	Audit dan Inspeksi HSE	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
10	Prosedur Pelaporan dan Investigasi Kecelakaan	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
11	Prosedur Tanggap Darurat	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
12	Komunikasi HSE	5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
13	Pengelolaan Sub-KONTRAKTOR	2	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
14	Pemeriksaan Kesehatan	4	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Pencapaian Hasil Evaluasi HSE PLAN KONTRAKTOR	100	(X)	0,00%	(X)	0,00%	(X)	0,00%
	Bobot Evaluasi HSE PLAN (10% - 30%)	25%	(Y)	0,00%	(Y)	0,00%	(Y)	0,00%
Pencapaian Bobot Evaluasi TEKNIS dan HSE PLAN Dalam Evaluasi Penawaran				0,00%		0,00%		0,00%

5. Mitigasi Risiko Keterlambatan Akibat Pengurusan Izin oleh Agen
Mekanisme Penilaian Kinerja Agen (*Key Performance Indicators*)

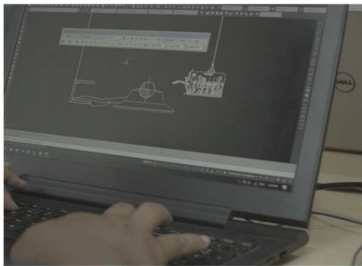
No	Indikator Kinerja	Satuan	Bobot	Target	Realisasi	Performa	
						Deviasi	Aktual
1	Kelancaran proses clearance in a. Surat permohonan Clearance In b. Copy Pemberitahuan Kedatangan Kapal (PKK). c. Copy Surat Persetujuan Berlayar (SPB) dari pelabuhan asal. d. Sertifikat-sertifikat kapal : Surat Laut, Surat Ukur, Safety Management Certificate , Safety Man Certificate, Document Of Compliment, Safety Equipment Certificate, Safety Construction Certificate, Safety Radio Certificate, Klasifikasi Hull, Klasifikasi Machinery, Load Line Certificate, RPT / PKKA, ILR Certificate, Fire Extingisher Certificate, Certificate Of Insurance	set	30%	Memorandum In dan Surat Ijin Oleh Gerak terbit paling lambat H+1		120%	36%
2	Kelancaran proses clearance out a. Permohonan VTS (Vessel Traffic Service) b. Surat Permohonan Health Clearance Kepada Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) c. Permohonan Health Clearance Kepada Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) d. Laporan Kedatangan dan Keberangkatan Kapal (LKKK) dan Memorandum Kepada Kantor KSOP e. Penerbitan Surat Persetujuan Berlayar (SPB) dengan lampiran : 1) Crew list 2) Bill of Lading 3) Master Sailing 4) Cargo Manifest 5) NIL Cargo Manifest 6) Warta Kapal 7) Surat Ukur Kapal 8) Check list perhubungan 9) RPT (Rencana Pola Trayek) 10) Memorandum in 11) LKKK (Laporan Kedatangan dan Keberangkatan Kapal) 12) Copy pembayaran labuh/tambat, kwitansi rambu dan nota VTS. 13) Health Clearance dari KKP (Kantor Kesehatan Pelabuhan) 14) SPB dan Crew List dari pelabuhan asal.	set	30%	Surat Persetujuan Berlayar terbit paling lambat H+1 POB dan Bongkar Muat selesai		120%	36%
3	Izin Pekerjaan Bawah Air	set	30%	Surat Izin Pekerjaan Bawah Air diterbitkan pada periode masa sandar		120%	36%
4	Total hari hilang	hari	10%	Tidak ada penambahan masa sandar terencana		120%	12%
Jumlah			100%	Performa		120%	

6. Mitigasi Risiko Keterlambatan Pengurusan Izin Pekerjaan Bawah Air

Penyusunan timeline pengurusan izin pekerjaan bawah air

No	Persyaratan Ijin Pekerjaan Bawah Air	Timeline							
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
1	Rencana Kerja :								
	a Jadwal Pelaksanaan								
	b Metode Kerja								
	c Peralatan Kerja								
	d Peta Wilayah Kerja								
2	Salinan Kontrak Kerja								
3	Salinan Izin Usaha Salvage								
4	Daftar Kapal Kerja :								
	a Daftar awak kapal								
	b Sertifikat yang masih valid								
5	Surat Permohonan								

7. Dokumentasi Kegiatan Freespan Correction

No	Dokumentasi	Deskripsi
1		Fase Engineering
2		Pre-Job Activity meeting
3		Working Vessel sandar di pelabuhan
4		ROV Launch
5		ROV Controlling
6		Grout bag telah terinstall di titik freespan

BIOGRAFI PENULIS



Fithro Rizki dilahirkan di Mataram, 20 Mei 1988.

Penulis menempuh pendidikan di SDN 19 Mataram, SMPN 2 Mataram, SMAN 1 Mataram kemudian melanjutkan pendidikan tinggi Strata 1 bidang Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi

Bandung pada tahun 2006-2010, dan kemudian melanjutkan pendidikan tinggi Strata 2 bidang Manajemen Industri, Program Studi Magister Manajemen Teknologi, Sekolah Interdisiplin Manajemen dan Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, tahun 2020-2022. Saat ini penulis bekerja di perusahaan afiliasi BUMN bidang migas di Departemen *Health Safety Environment*. Penulis dapat dikontak melalui email : fithro.rizki@gmail.com.

