



TESIS - BM185407

**IMPROVEMENT TERHADAP KETERLAMBATAN
PADA PROYEK PABRIK GARAM CAMPLONG
DENGAN MENGGUNAKAN LEAN SIX SIGMA FOR
CONSTRUCTION**

**GANDA SULISTIYO
09211850025003**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD**

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital
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:

Nama

NRP: 09211850025003

Tanggal Ujian: 25 Januari 2021

Periode Wisuda: Maret 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD
NIP: 196902241995122001

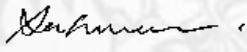

.....

Penguji:

1. Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T, Ph.D
NIP: 196911251999031001


.....

2. Moh Arif Rohman, ST, M.Sc, Ph.D
NIP: 197712082005011002


.....

Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

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

NIP: 196912311994121076

IMPROVEMENT TERHADAP KETERLAMBATAN PADA PROYEK PABRIK GARAM CAMPLONG DENGAN MENGUNAKAN LEAN SIX SIGMA FOR CONSTRUCTION

Nama mahasiswa : Ganda Sulistiyo
NRP : 09211850025003
Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

ABSTRAK

Kejadian keterlambatan dalam penyelesaian proyek memiliki dampak yang luas dan merugikan diantaranya denda keterlambatan, buruknya reputasi kontraktor bahkan dampak kerugian bisnis bagi *project owner*. Sebagai upaya dalam menghindari dampak negatif dari kejadian keterlambatan, maka perusahaan konstruksi wajib melakukan upaya perbaikan agar perusahaan terus mampu bersaing dalam pasar yang semakin dinamis dan kompetitif, ditambah dengan kondisi krisis finansial dan resesi ekonomi seperti saat ini menuntut perusahaan untuk melakukan efisiensi serta peningkatan efektifitas kinerja melalui terobosan dan metode improvement. Penerapan metode *lean, six sigma* atau kombinasi keduanya dapat menjadi sebuah solusi karena metode ini adalah sebuah terobosan kajian manajemen yang berfokus pada upaya peningkatan efektifitas kinerja dan efisiensi proses. Konsep populer ini lahir sebagai metode revolusi manajemen industri manufaktur menghasilkan cerita kesuksesan perusahaan ternama dunia. Perkembangan penerapan metode ini mulai juga banyak digunakan pada manajemen proyek konstruksi dimana diharapkan membawa keberhasilan yang sama seperti pada penerapan di industri manufaktur. Dalam penelitian ini metode *lean six sigma* (LSS) digunakan sebagai perbaikan paradigma dan alat analisis pelaksanaan proyek obyek study dimana ditemukan terjadi keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan. Input dari penelitian ini adalah berupa data faktor keterlambatan serta *waste* yang terjadi pada proyek melalui penyebaran kuesioner kepada *stakeholder* utama dalam proyek. Selain itu untuk melengkapi analisis pengukuran kinerja digunakan juga data sekunder dari data laporan kemajuan pekerjaan dan penggunaan biaya proyek. Penelitian ini akan menghasilkan output dari metode *lean* berupa *critical waste* dimana diduga menjadi penyebab dominan dari keterlambatan proyek obyek study yang kemudian dilakukan analisis menggunakan *root cause analysis* dan *if then recommendation*. Analisis usulan *improvement* lainnya dilakukan dengan peninjauan pada *value stream* proses yang diharapkan mampu meminimalisir *Non Value Added Activity*. Output metode *six sigma* adalah berupa indikator kinerja LSS-PI dimana ditemukan pada pengukuran kinerja proyek existing menunjukkan nilai SPI dan CPI bernilai negatif artinya kinerja proyek buruk secara biaya dan penjadwalan, kemudian digunakan juga dalam penetapan nilai ambang batas sebagai alat kontrol kinerja perbaikan kualitas kedepannya dari sudut pandang ketepatan waktu, biaya, mutu, efektifitas proses serta pemborosan *inventory*.

Kata kunci: *Critical Waste, Performance Index, Improvement, Lean Six Sigma*

Halaman ini sengaja dikosongkan

IMPROVEMENT OF DELAYS IN THE CAMPLONG SALT FACTORY PROJECT USING LEAN SIX SIGMA FOR CONSTRUCTION

Author : Ganda Sulistiyo
NRP : 09211850025003
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

ABSTRACT

The incidence of delays in completing project activities has a very detrimental impact, including late penalties, a decrease in the contractor's reputation and even the impact of business opportunity losses as a project owner. As an effort to avoid the negative impact of delays, construction companies are required to make improvements so that the company is able to compete in an increasingly dynamic and competitive market, this is also emphasized by the current financial crisis and economic recession, which requires companies to introspect, make efficiency and increase performance effectiveness through breakthroughs improvement methods. The application of lean methods, six sigma or a combination thereof, can be a solution because this method is a breakthrough management study that focuses on efforts to improve performance effectiveness and improve process efficiency. This popular concept emerged as a revolutionary manufacturing industrial management method resulting in the success stories of major companies in the world. The development of this method has also begun to be widely used in construction project management which is expected to bring the same success as its application in the manufacturing industry. In this study the lean six sigma (LSS) method was used as a paradigm refinement and an analysis tool for the implementation of the study project where delays were found in the completion of work. The input of this research is data on factors of delays and waste that occur in the project through distributing questionnaires to stakeholders involved in the project. In addition, to complement the performance measurement analysis, secondary data from the work implementation report is also used, including the progress of work and the use of costs. This research will produce the output of the lean method in the form of critical waste which is thought to be the dominant cause of delays in the Camplong salt factory construction project, which is then analyzed using root cause analysis and if then recommendation. Analysis of other proposed improvements is carried out by reviewing the value stream process which is expected to be able to minimize non-value added activity. The output of the six sigma method is in the form of an LSS-PI performance indicator which will be used to measure the performance of existing projects and the determination of threshold values as a means of controlling the performance of future performance quality improvements from the point of view of timeliness, cost, quality, process effectiveness and inventory waste.

Keywords: *Critical Waste, Performance Index, Improvement, Lean Six Sigma*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Improvement Terhadap Keterlambatan Pada Proyek Pabrik Garam Camplong Dengan Menggunakan Lean Six Sigma Frame Work”. Penyusunan tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Jenjang Strata II (S2) Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penyusunan Tesis ini dapat diselesaikan tidak luput merupakan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang besar kepada:

1. Istri yang sangat saya sayangi “Sari Febriana” yang telah mendoakan penulis dan tidak pernah bosan dalam doa, motivasi serta semangat untuk mendukung secara moril dan materil sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Seluruh keluarga ayah, ibu dan adek-adek yang memberi doa, motivasi, serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Ibu dosen pembimbing Ir. Eryna Ahyudanari, ME, PhD yang dengan kesabaran ketelatenan dalam memberkan arahan dan bimbingan sehingga dapat terwujudnya penulisan sampai diselesaikannya tesis ini dengan baik
4. Bapak Ir. I Putu Artama Wiguna, M.T, Ph.D dan bapak Moh Arif Rohman, ST, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji dalam sidang tesis yang telah memberikan masukan, koreksi serta saran membangun dalam perbaikan penyelesaian tesis ini
5. Kepada seluruh dosen pengajar yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran terbaik melalui ruang belajar di MMT Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sampai dengan diselesaikannya tesis ini.

6. Seluruh staf dan karyawan jurusan MMT Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang membantu kelancaran belajar penulis.
7. Teman-teman Manajemen Proyek 2018 Yehezkiyel, Supriyanto, Fahd, Edi, P Dimas, P. Agus dan semua pejuang ilmu.
8. Teman-teman team proyek pembangunan pabrik garam Camplong Pak Tohar, Pak Amad, Rahmad, Randi, Sahrul, Azis, Marita, Uswa, Lita dan yang lainnya. Semoga dapat kembali bertemu dikesempatan lain dalam kondisi yang lebih luar biasa
9. Responden di PT. Barata Indonesia (Persero), PT. Garam (Persero), PT Indah Karya (Persero), Perusahaan-Sub kontraktor dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Pada penyusunan Tesis ini terdapat berbagai kekurangan yang perlu disempurnakan. Penulis berharap penelitian selanjutnya dapat menggali lebih dalam tentang konsep dan penerapan *lean six sigma* sebagai tools maupun metode peningkatan kinerja proyek, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dari berbagai pihak. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Surabaya, February 2021

Ganda Sulistiyo

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan dan Manfaat	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 Keterlambatan Proyek.....	9
2.1.1 Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek.....	10
2.1.2 Dampak Terjadinya Keterlambatan	13
2.2 Konsep <i>Lean Six Sigma</i>	15
2.2.1 <i>Lean</i> Sebagai Reformasi Manajemen Proyek.	15
2.2.2 Konsep <i>Lean</i>	17
2.2.3 <i>Value Stream Mapping</i>	21
2.2.4 Konsep <i>Six Sigma</i>	23
2.2.5 Kombinasi Konsep <i>Lean</i> dan <i>Six Sigma</i>	30
2.2.6 Penelitian Implementasi <i>Lean Six Sigma</i>	32
2.3 Posisi Penelitian.....	35
2.4 Objek Studi Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong	36
2.4.1 Ruang Lingkup Proyek Pembangunan Pabrik Garam	38
2.4.2 Keterlambatan Pada Proyek Pabrik Garam Camplong	42
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1 Gambaran Penelitian	45
3.2 Tahap Identifikasi (<i>Define</i>).....	45

3.3	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data (<i>Measure</i>)	46
3.3.1	Populasi dan Sampel Penelitian.....	47
3.3.2	Teknik Pengumpulan Data	48
3.3.3	Survey.....	48
3.3.4	Pengolahan Data Penelitian	52
3.4	Analisis dan Interpretasi Data (<i>Analyze</i>).....	53
3.5	Fase <i>Improvement & Control</i> (<i>Improvement & Control</i>).....	53
3.6	Skema Langkah dan Tahapan Penelitian	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Proses Pelaksanaan Proyek dan Objek Study (<i>Define</i>)	55
4.1.1	Struktur Organisasi Proyek.....	55
4.1.2	Skope Pekerjaan Proyek Objek Study	56
4.1.3	Aliran Proses Pelaksanaan Eksekusi Proyek	57
4.1.4	Skedul dan Jadwal Pelaksanaan Proyek	59
4.1.5	Permasalahan Keterlambatan Pada Pelaksanaan Proyek.....	60
4.2	Pengumpulan dan Pengukuran Data (<i>Measure</i>).....	61
4.2.1	Tahap Pengumpulan Data.....	62
4.2.2	Identifikasi dan Pengukuran Faktor Penyebab Keterlambatan.....	64
4.2.3	Identifikasi dan Pengukuran Data Pemborosan (<i>waste</i>)	65
4.2.4	<i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	68
4.2.5	Menilai Index Kinerja <i>Lean Six Sigma-Performing Index</i> (<i>LSS-PI</i>).....	72
4.3	Analisis Data (<i>Analyze</i>).....	75
4.3.1	Analisis Data Penyebab Keterlambatan Proyek	75
4.3.2	Analisis Data Pemborosan (<i>waste</i>)	76
4.3.3	Analisis Akar Penyebab Keterlambatan dan Pemborosan (<i>5Why's</i>) 77	
4.3.4	Analisis <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	79
4.3.5	Analisis Index Kinerja LSS-PI (Existing)	79
4.4	Rencana Tindak Lanjut dan Perbaikan (<i>Improvement</i>).....	81
4.4.1	Perbaikan Akar Permasalahan Keterlambatan dan Pemborosan Proyek 81	
4.4.2	Perbaikan Aktivitas Proses (<i>Process Activity Improvement</i>)	82
4.4.3	Perbaikan Pada LSS-PI (<i>LSS-PI Improvement</i>).....	85

4.5 Rencana Pengendalian dan Pengawasan (<i>Control</i>).....	87
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN 1	1
LAMPIRAN 2.....	8
LAMPIRAN 3.....	10

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Pengembangan <i>Lean</i> (Womack and Jones, 2008).....	17
Gambar 2.2 Penyebab Pemborosan (Serpell et al., 1995).....	20
Gambar 2.3 Siklus Metodologi DMAIC <i>Improvement</i> (Mousa, 2013)	29
Gambar 2.4 <i>Lean Six Sigma</i> , metode pencapaian tujuan bisnis (Saini and Sujata, 2013)	31
Gambar 2.5 Gambaran Tujuan Kolaborasi Metode <i>Lean</i> dan <i>Six Sigma</i> (Mousa, 2013)	32
Gambar 2.6 Kebutuhan Serapan Garam Industri Nasional (KemenperinRI.2018) 37	
Gambar 2.7 Lokasi Lahan <i>Existing</i> Proyek Pembangunak Pabrik Garam (Google Maps)	39
Gambar 2.8 Gambar <i>Layout</i> Rencana Proyek Pabrik Garam (Doc.Proyek)	40
Gambar 2.9 Peralatan Utama Pabrik Pengolahan Garam (Doc. Proyek).....	41
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	54
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Proyek (OPA PT Barata Indonesia).....	55
Gambar 4.2 WBS Proyek Pabrik Garam Camplong (Sumber : Data Proyek, 2019)	56
Gambar 4.3 Alur Proses Pelaksanaan Eksekusi Proyek (OPA PT Barata Indonesia)	57
Gambar 4.4 <i>Schedule Planning</i> Proyek Garam Camplong (Sumber : Data Proyek, 2019)	60
Gambar 4.5 Diagram a)Pendidikan, b)Pengalaman Responden.....	63
Gambar 4.6 Diagram Hasil Pengukuran Nilai <i>Seven Wastes</i>	68
Gambar 4.7 <i>Current State Mapping</i> Fase Pelaksanaan Engineering	70
Gambar 4.8 <i>Current State Mapping</i> Fase Procurement.....	71
Gambar 4.9 Grafik Pengukuran Variabel Faktor Penyebab Keterlambatan.....	76
Gambar 4.8 Grafik Nilai Indeks SPI pada Tiap Periode Evaluasi	80
Gambar 4.10 <i>Future State Mapping</i> Fase Pelaksanaan Engineering.....	84
Gambar 4.11 <i>Future State Mapping</i> Fase Procurement	85

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penyebab Keterlambatan Kategori <i>Non Excusable delay</i>	10
Tabel 2.2 Penyebab Keterlambatan Kategori <i>Excusable-Non Compensable delay</i> 11	
Tabel 2.3 Penyebab Keterlambatan Kategori <i>Excusable-Compensable delay</i>	12
Tabel 2.4 Kategori faktor penyebab keterlambatan (Azis <i>et al.</i> , 2013)	13
Tabel 2.5 Perbedaan Pendekatan Konvensional dan <i>Lean</i> pada Manajemen Proyek (Howell and Koskela, 2000)	16
Tabel 2.8 Tabel Konversi Six Sigma Sederhana (Pheng and Hui, 2004)	24
Tabel 2.7 Spesifikasi Garam Bahan Baku/ krosok (Dok lelang proyek)	40
Tabel 2.8 Spesifikasi Garam Industri (Permenperin No.88 Tahun 2014).....	41
Tabel 2.9 Laporan kemajuan proyek bulan juni 2019	42
Tabel 3.1 Komposisi Responden Penelitian.....	48
Tabel 3.2 Rata – rata variabel.....	50
Tabel 3.3 Frekuensi jawaban responden	50
Tabel 3.4 Identifikasi Faktor Pemborosan konstruksi (<i>construction waste</i>)	51
Tabel 3.5 Kuesioner Urutan Peringkat Kejadian 7 Wastes Pada Proyek	52
Tabel 4.1 Laporan kemajuan proyek bulan juni 2019	61
Tabel 4.2 Profil Responden Kuesioner Tahap Identifikasi	63
Tabel 4.3 Variabel Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek.....	64
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Keterlambatan Proyek	65
Tabel 4.5 Identifikasi Faktor Pemborosan konstruksi (<i>construction waste</i>).....	66
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Pemborosan (<i>waste</i>).....	67
Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai <i>Seven Waste</i> dan peringkatnya.....	68
Tabel 4.8 Resume Hasil Penilaian Lean Six Sigma Performance Index	75
Tabel 4.9 Pengelompokkan Faktor keterlambatan dengan Pemborosan	77
Tabel 4.10 Identifikasi Akar Penyebab Pemborosan (<i>5 Why's</i>)	78
Tabel 4.11 Analisis Akar Permasalahan Keterlambatan dan Rekomendasi	82
Tabel 4.12 Resume Usulan Nilai Acuan LSS-PI dan Hubungan Terhadap 7 Wastes	87
Tabel L2.1 Penelitian Implementasi <i>Lean Six Sigma</i>	8

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Barata Indonesia (Persero) adalah salah satu perusahaan negara yang merupakan pemain baru dalam dunia kontraktor proyek paket EPCC (*Engineering Procurement Construction & Commissioning*) dimana sebelumnya perusahaan ini berdiri sebagai perusahaan manufaktur dan fabrikator peralatan komponen industri. Sebagai pemain baru tentunya perusahaan wajib siap dan mampu bersaing dalam pasar yang semakin kompetitif dengan tetap dapat meraih profit melalui proses bisnisnya. Hal tersebut menuntut perusahaan konstruksi untuk selalu memperbaiki kualitas dalam pekerjaan, meningkatkan efektifitas kinerja, meminimalisir pemborosan (waste) serta biaya (cost) operasional yang mana dalam hal ini akan dapat mampu untuk meningkatkan profit perusahaan.

Jenis proyek EPCC adalah dimana kontraktor utama terpilih dituntut untuk melakukan koordinasi keseluruhan paket pekerjaan lengkap pembangunan plant yang dimulai dari pekerjaan *Engineering*, kegiatan *Procurement*, aktivitas *Construction* dan proses *Commissioning* serta berkewajiban memastikan plant yang dibangun dapat menghasilkan spesifikasi performance sesuai yang disepakati dalam kontrak. Tingkat kerumitan dan risiko dalam pelaksanaan maupun penyelesaian proyek jenis ini sangatlah tinggi dan rentan terhadap terjadinya kegagalan performance dalam mencapai kesesuaian dengan parameter yang disepakati dalam kontrak, selain itu juga terdapat risiko terjadi keterlambatan waktu penyelesaian proyek yang akan menimbulkan banyak dampak negatif seperti kerugian biaya, waktu, hilangnya potensi bisnis serta menurunnya reputasi bagi pemilik proyek, konsultan maupun kontraktor pelaksana.

Sebagai objek penelitian ini dilakukan pada pelaksanaan proyek EPCC Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura milik PT Garam (Persero) oleh PT Barata Indonesia (persero) sebagai kontraktor pelaksana utama. Proyek ini dikerjakan sebagai komitmen perusahaan untuk dapat berkontribusi pada bidang industri manufaktur dan konstruksi melalui pembangunan pabrik garam yang merupakan program pemerintah dalam rangka

mendukung kemandirian ketersediaan pangan (garam) produksi dalam negeri. Dalam pelaksanaan proyek ini, kontraktor masih menghadapi permasalahan ketidakefisienan, yakni masih terdapat adanya *waste* atau *non-value added activity* yang mengakibatkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek sesuai *deadline schedule*. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengambil langkah yang tepat dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* agar keterlambatan pengerjaan proyek dapat dihindari dan memberi kepuasan kepada *customer*.

Penelitian ini dilakukan pada saat proyek pabrik garam Camplong sudah dinyatakan selesai dan telah ditebitkan berita acara serah terima (BAST) kepada pemilik pekerjaan, namun jika diasumsikan tidak terdapat tambahan waktu dari *addendum* kontrak yang disepakati atas kebutuhan dan permintaan pemilik pekerjaan maka penyelesaian proyek ini diprediksi mengalami keterlambatan progress pekerjaan sebesar -14,982% *behind schedule* dari total keseluruhan waktu pekerjaan yang diamati pada laporan kemajuan pekerjaan pada saat akhir *deadline* kontrak normal yaitu di akhir periode evaluasi bulan Juni 2019. Pada peraturan yang tertuang didalam kontrak menyebutkan bahwa jika terjadi keterlambatan maka akan dikenakan denda sebesar 1 permil per hari dari nilai kontrak sampai denda maksimum 5%, asumsi pembulatan total nilai kontrak sebesar 65 Milyar maka diprediksi bahwa kontraktor akan beresiko terhadap dikenakannya denda pinalti sampai pada maksimum besaran Rp.3,25 Milyar. Selain kerugian dalam bentuk denda pinalti bagi kontraktor, keterlambatan akan menyebabkan timbulnya biaya tambahan yang berasal dari biaya kelebihan waktu (*Cost Overrun*) yang harus dibayar dan nilai biayanya cukup tinggi yaitu diprediksi sebesar 1 milyar dalam keterlambatan tersebut. Dampak lain selain biaya dan denda terhadap keterlambatan proyek ini pada akhirnya akan berakibat pada reputasi perusahaan, hilangnya kepercayaan pelanggan sampai maksimal yaitu pemutusan proyek (*Project Termination*) yang menyebabkan perusahaan masuk dalam daftar hitam sehingga akan kesulitan dalam meraih order lain setelahnya.

Dampak negatif pada keterlambatan yang terjadi pada pelaksanaan proyek tersebut diatas sejalan dengan pemaparan penelitian dalam beberapa sudut pandang seperti dalam studi oleh Pinto et al. (2020), menyebutkan terkait resiko dampak ekonomi yang ditimbulkan dari keterlambatan penyelesaian proyek strategis

pembangunan pembangkit listrik di Brazil yaitu meningkatkan potensi kegagalan bisnis dari pemilik proyek. Iyer and Kumar (2016), dalam penelitiannya terhadap proyek pembangunan real estate menyebutkan bahwa keterlambatan penyelesaian proyek adalah menyebabkan meningkatnya biaya yang timbul dan memangkas potensi *revenue* dan *profitability* perusahaan, apalagi biaya pembangunan real estate adalah sebagian besar struktur biayanya berasal dari pinjaman. Sambasivan and Soon (2007), menyebutkan ada enam dampak utama yang ditimbulkan dari keterlambatan proyek konstruksi di industri konstruksi di Malaysia yaitu *time overrun*, *cost overrun*, *dispute*, *arbitration* dan *litigation* (proses pengadilan) serta *total abandonment* (Pemutusan kontrak). Menurut Messah et al. (2013), keterlambatan dalam proyek konstruksi dapat menyebabkan berbagai bentuk kerugian bagi penyedia jasa maupun pengguna jasa. Adanya keterlambatan mengakibatkan menurunkan kredibilitas penyedia jasa (kontraktor) untuk waktu mendatang, keterlambatan berpotensi menyebabkan timbulnya perselisihan dan klaim antara penyedia jasa dengan pengguna jasa. Dipertegas juga oleh Alhaji Mohammed and Isah (2012), bahwa akibat dari keterlambatan proyek disebutkan diantaranya hilangnya kepercayaan (*loss of interest*), *blacklist* oleh otoritas, kerugian biaya dan waktu serta menurun atau rusaknya reputasi pelaksana proyek.

Sebagai upaya dalam mengkompensasi dampak negatif dari kejadian keterlambatan, maka perusahaan konstruksi wajib melakukan upaya perbaikan agar perusahaan terus mampu bersaing dalam pasar yang semakin dinamis dan kompetitif, ditambah pula dengan kondisi krisis finansial dan resesi ekonomi seperti saat ini menuntut tiap perusahaan untuk berbenah dan melakukan efisiensi serta peningkatan efektifitas kinerja melalui terobosan dan metode improvement. Disampaikan oleh Al-Aomar (2012), bahwa Sebagai kompensasi kondisi tersebut maka kombinasi antara kecepatan pelaksanaan proyek, kualitas produk pekerjaan yang tinggi dan biaya rendah adalah merupakan kunci utama yang harus dihadapi dalam kompetisi pertumbuhan bisnis konstruksi. Kebanyakan manajer proyek konstruksi sepakat bahwa untuk dapat mencapai hal itu maka perlu diberikan perhatian khusus terkait pemborosan (*waste*) yang terjadi, keterlambatan (*delays*), kesalahan pekerjaan (*errors*) dan efisiensi pelaksanaan proyek. Untuk itulah beberapa pendekatan perbaikan kinerja dalam manajemen proyek hadir diantaranya

seperti *lean construction*, *lean project management*, *lean six sigma construction*, *value engineering* dan banyak metode serta pendekatan lainnya. Dalam kajian pelaksanaan atau permasalahan kejadian keterlambatan pada proyek objek studi, penulis mencoba menggunakan pendekatan Konsep metodologi *lean six sigma* sebagai upaya perbaikan kinerja proyek obyek studi dikarenakan pada pelaksanaannya masih banyak terjadi pemborosan seperti kesalahan pekerjaan (*rework*), .

Konsep *Lean* dalam dunia konstruksi atau *lean construction* adalah mengadopsi dari konsep *lean thinking* yang pertama kali dikembangkan oleh *Toyota Production System* pada tahun 1950an dimana tujuan utama konsep ini adalah dalam hal untuk memaksimalkan nilai (*maximizing value*), meminimalisasi *waste* dan mengejar kesempurnaan. Sedangkan *Six Sigma* digunakan sebagai pengukuran kinerja kualitas sebuah proses produksi dan manufaktur untuk dapat mencapai pada derajat peningkatan kualitas yang tinggi dimana dalam strategi bisnis sangat direkomendasikan dan cukup penting dalam pencapaian kinerja unggul pada proses operational dan bisnis. Dapat dikatakan juga merupakan strategi manajemen bisnis yang cukup *powerfull* dan banyak digunakan oleh perusahaan kelas dunia seperti General Electric (GE), Motorola, Honeywell, Bombardier, ABB, Sony dan banyak lagi. Melalui kombinasi antara *lean* dan *six sigma* ini diharapkan menghasilkan kolaborasi antara perbaikan produktivitas dan kualitas secara utuh.

Sebuah perencanaan dan penjadwalan sangat menentukan dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang bertujuan mengatur serta mengalokasikan sumber daya yang bersifat terbatas sehingga proyek dapat diselesaikan seperti yang di harapkan. Sumber daya dalam sebuah proyek diantaranya adalah biaya, material, peralatan, man power dan juga waktu. Melalui penelitian ini akan dilakukan identifikasi pemborosan (*waste*) yang dominan menjadi faktor penyebab keterlambatan proyek EPCC PT Barata Indonesia (persero) dalam pelaksanaan Proyek obyek studi. Identifikasi *waste* penyebab keterlambatan dilakukan berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan serta juga menggunakan data primer melalui kuesioner dari anggota yang terlibat dan memiliki pengaruh serta pemahaman terhadap kondisi proyek.

diantaranya *Project Manager, Site Manager, Construction Manager, Engineering Manager, Supervisor* serta stakeholder yang terlibat langsung. Setelah itu kemudian dilakukan pengukuran dan pengamatan kinerja proyek tersebut menggunakan data sekunder dari kurva dan laporan perkembangan proyek yang ada sebagai indikator kondisi awal proyek sebelum dilakukan skema perbaikan. Berikutnya akan dilakukan perencanaan improvement untuk merencanakan dan menentukan usulan perbaikan serta mengatasi faktor keterlambatan tersebut menggunakan konsep metodologi *Lean Six Sigma Framework* agar dapat di minimalisir terjadinya di kemudian hari pada pelaksanaan proyek strategis lainnya yang akan dikerjakan oleh PT Barata Indonesia (Persero) secara khusus maupun oleh penyedia jasa kontraktor pada umumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Faktor penyebab keterlambatan dan pemborosan (*critical waste*) apa saja yang dominan menjadi penyebab keterlambatan Proyek obyek studi ?
2. Apa indikator kinerja proyek existing yang dapat diukur dalam index LSS-PI (*Lean Six Sigma-Performance Index*) untuk dan kemudian dilakukan identifikasi usulan nilai ambang batas LSS-PI sebagai media kontrol performa kinerja proyek?
3. Apa rekomendasi solusi terhadap faktor keterlambatan dan pemborosan yang terjadi serta improvement proses yang optimal sebagai gambaran perwujudan improvement prosesnya (melalui *root cause analysis & if then recommendation* serta analisis *process activity mapping*) ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan serta pemborosan (*critical waste*) pada proyek obyek study.
2. Mampu mengidentifikasi indikator kinerja proyek existing dalam index LSS-PI (*Lean Six Sigma-Performance Index*) untuk kemudian

digunakan sebagai ukuran acuan dalam alat control dari penerapan proses improvement yang dilakukan.

3. Membuat rekomendasi perbaikan dari akar penyebab keterlambatan dan pemborosan proyek dan menetapkan perencanaan modifikasi improvement proses yang paling optimal dan merencanakan *future state mapping* sebagai gambaran perwujudan improvement prosesnya.

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian diantaranya adalah:

1. Pada pengembangan ilmu pengetahuan sebagai pengayaan referensi khususnya penerapan metode *lean six sigma* di bidang manajemen proyek serta bagi penelitian berikutnya.
2. Manfaat manajerial yaitu sebagai informasi serta upaya tindak lanjut berupa usulan metode evaluasi kinerja proyek terhadap keterlambatan yang terjadi pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura serta sebagai acuan referensi pengambilan strategi dalam manajemen proyek untuk memperbaiki performance kinerja pelaksanaan pada proyek sejenis kedepannya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan- batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dibatasi pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura
2. Responden dalam penelitian ini adalah stakeholder dominan (Major) pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura, diantaranya pemegang dan pengambil keputusan pada berlangsungnya proyek ini termasuk dari pihak *Project Owner*, *Project management Consultant* dan Kontraktor pelaksana dan sub kontraktornya.
3. Scope pekerjaan yang diteliti adalah dalam kategori dominan yang berkontribusi terhadap keterlambatan pada fase *Engineering*, *Procurement*, *Construction & Commissioning* sesuai dengan klasifikasi

pada data laporan kemajuan pekerjaan proyek dengan asumsi tidak menganalisis detail kegiatan di dalam fase kategori tersebut.

4. Hubungan yang ditinjau hanya hubungan variabel faktor pemborosan dominan (*critical waste*) terhadap proses keterlambatan itu sendiri dan tidak meninjau hubungan antar variabelnya
5. Untuk metode analisis menggunakan konsep kombinasi metode *Lean Six Sigma framework* dengan tahapan *Define, Measure, Analyze, Improvement* sampai pada tahap pengamatan pada fase *Control* melalui simulasi penjadwalan dan *control tools*..
6. Penelitian ini tidak meninjau kemampuan *improvement* yang diusulkan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tesis ini disusun sebagai berikut :

Bab I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang yang mendasari dipilihnya topik terkait *improvement* terhadap keterlambatan yang terjadi pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura. Selain itu juga diberikan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan masalah.

Bab II KAJIAN PUSTAKA

Merupakan tinjauan pustaka yang menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung dan akan digunakan dalam identifikasi faktor keterlambatan Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura, konsep *Lean Six Sigma Framework* dan penelitian sejenis. Studi literatur didapatkan dari jurnal, penelitian terkait dan data pendukung lainnya.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar berisi rancangan penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, pembahasan terhadap hasil sehingga dapat ditarik kesimpulan yang dilengkapi dengan diagram alir. Dalam teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengisian kuesioner dan wawancara untuk mendapatkan data terkait variabel. Data sekunder juga digunakan

untuk melengkapi analisis kondisi aktual pelaksanaan proyek yang diperoleh dari data eksekusi manajemen dan perancangan proyek yang dilakukan oleh team proyek di lapangan.

Bab IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data profil Proyek Pabrik Garam Camplong beserta kondisi pelaksanaan dan catatan kinerja proyeknya. Dilakukan analisis kondisi saat ini beserta parameter pengukuran kinerjanya dan akan digunakan sebagai acuan dari proses improvement. Penjabaran dan penjelasan hasil pengelolaan data survey kuesioner dilakukan hingga pengukuran serta penentuan variabel *critical waste* yang menjadi penyebab keterlambatan Proyek. Kemudian diberikan langkah improvisasi yang sesuai dengan konsep *Lean Six Sigma Framework*.

Bab V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang menjawab tujuan dan rumusan masalah penelitian dari hasil analisis yang telah dilakukan. Selain itu juga diberikan saran untuk penelitian selanjutnya dengan potensi perbaikan atau penyempurnaan dari bahasan konsep penelitian ini.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Keterlambatan Proyek

Penyelenggaraan proyek dilaksanakan oleh penyedia jasa melalui kontrak jasa pelaksanaan konstruksi (kontraktor) yang telah ditetapkan target mutu dan biayanya dengan jadwal tertentu untuk waktu mulai dan selesainya. Proyek mempunyai tujuan atau ruang lingkup pekerjaan yang dilaksanakan secara jelas, berdasarkan persyaratan teknis dan administrasi yang disepakati dan direncanakan. Proyek dilaksanakan oleh suatu organisasi penyelenggara yang sifatnya sementara sampai dengan proyek selesai. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi diperlukan teknologi dan manajemen konstruksi dimana didalamnya terdapat metode atau teknik tahapan melaksanakan pekerjaan dalam mewujudkan bangunan fisik disuatu lokasi proyek, sesuai dengan kaidah spesifikasi teknik yang disyaratkan. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi tersebut kontraktor dapat menentukan sistem yang akan digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut

Sebuah kinerja proyek ditentukan tingkat keberhasilannya yaitu diantaranya dari tiga ukuran yang biasa di sebut sebagai tepat BMW yaitu tepat Biaya, tepat Mutu dan tepat Waktu, seperti dalam penelitiannya menyatakan keberhasilan dalam menjalankan proyek tepat waktu, biaya serta mutu yang telah direncanakan adalah salah satu tujuan terpenting bagi pemilik dan pelaksana proyek. Kondisi keberhasilan dan kesuksesan sebuah pelaksanaan proyek selalu beriringan dengan resiko terhadap terjadinya keterlambatan proyek dimana memiliki dampak yang buruk bagi pelaksana proyek maupun pemilik proyek itu sendiri.

Menurut Pinori et al. (2015), keterlambatan adalah waktu pelaksanaan yang tidak dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan sehingga menyebabkan satu atau beberapa kegiatan mengikuti menjadi tertunda atau tidak diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan. Dalam penelitian lain Wirabakti et al. (2014), menyebutkan bahwa keterlambatan proyek konstruksi berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum

dalam dokumen kontrak. Keterlambatan pelaksanaan proyek pada dasarnya akan menimbulkan akibat yang merugikan bagi pemilik maupun kontraktor karena dampak keterlambatan adalah konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu, dan biaya tambahan.

2.1.1 Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Jenis faktor penyebab keterlambatan pada proyek dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis menurut Jervis (1988) :

1. *Non Excusable delay*, yaitu keterlambatan penyelesaian proyek yang terjadi disebabkan karena kesalahan kontraktor tidak secara tepat melaksanakan kewajiban sesuai perjanjian yang disepakati dalam kontrak. Dalam hal ini kontraktor tidak berhak menerima penggantian biaya maupun perpanjangan waktu. Contoh dari keterlambatan ini diantaranya disebabkan oleh faktor-faktor seperti lemahnya keahlian, keuangan dan manajemen kontraktor, *rework* dan kesalahan pekerjaan oleh kontraktor, kecelakaan kerja, keterlambatan pengiriman peralatan oleh kontraktor dan lain lain. Beberapa faktor keterlambatan jenis ini berdasarkan referensi literatur dan penelitian sebelumnya seperti diberikan Pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penyebab Keterlambatan Kategori *Non Excusable delay*

No	Variabel Penyebab Keterlambatan	Sumber Referensi
1	Sistem manajemen perencanaan dan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (<i>improper planning</i>)	Sambasivan and Soon (2007), Wisudanto et al. (2012), Messah et al. (2013), Fanggalda, Sandro (2012)
2	Kesiapan sumberdaya dan peralatan kerja dari kontraktor kurang/ tidak terencana dengan baik	Bakhtiyar et al. (2012), Messah et al. (2013)
3	Sistem organisasi dan komunikasi proyek yang digunakan buruk	Bakhtiyar et al (2012) Messah et al. (2013)
4	Perbedaan dan kesalahan persepsi terhadap kontrak dan kesepakatan antara Kontraktor dan Owner (lemahnya kontrak manajemen)	Sambasivan and Soon (2007) Permadi and Utomo (2013)
5	Lemahnya kemampuan keuangan kontraktor	Asmaroni (2016) Abdullah <i>et al.</i> (2010)
6	Faktor kurangnya keahlian dan ketrampilan tenaga kerja kontraktor	Astina et al. (2012) Wisudanto et al. (2012) Messah et al. (2013)
7	Pengalaman kontraktor terhadap proyek yang di tangani kurang memadai	Sambasivan and Soon (2007) Messah, et al. (2013)

Tabel 2.1 Penyebab Keterlambatan Kategori *Non Excusable delay* (Cont'd)

No	Variabel Penyebab Keterlambatan	Sumber Referensi
8	Banyaknya hasil pekerjaan kontraktor yang di ulang (rework) karena cacat/ salah	Bakhtiyar et al. (2012) Messah et al. (2013)
9	Terjadi kesalahan dan kegagalan desain	Alhaji Mohammed (2012)
10	Lemahnya metode inspeksi, pemeriksaan dan pengujian terhadap produk dan pekerjaan (poor QC)	Alhaji Mohammed (2012)
11	Kendala material impor dan fluktuasi nilai tukar uang naiknya harga material	Mansfield, NR (1994) Abdullah <i>et al.</i> (2010)
12	Keterlambatan pengiriman barang dan material karena transportasi tidak memadai(mobilisasi sumberdaya)	Messah et al. (2013)
13	Keterlambatan dalam kegiatan procurement dan pengadaan barang	Abdullah, Mohd Razaki (2010) Messah et al. (2013)
14	Kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan	Wisudanto et al. (2012) Messah et al. (2013)
15	Metode teknik pelaksanaan tidak tepat	Wisudato et al.2012) Messah et al. (2013)

2. *Excusable-Non Compensable delay*, yaitu keterlambatan kinerja kontraktor yang terjadi disebabkan oleh faktor yang berada diluar kendali kontraktor dan owner. Kontraktor berhak mendapat perpanjangan waktu yang setara dengan keterlambatan tersebut namun tidak berhak atas kompensasinya. Contoh dari keterlambatan ini diantaranya disebabkan oleh faktor-faktor seperti uncertainty condition, cuaca buruk, gangguan sosial dan kondisi pendidikan, ekonomi keagamaan masyarakat sekitar. Beberapa faktor tersebut diatas diberikan berdasarkan referensi literatur dan penelitian sebelumnya seperti diberikan Pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penyebab Keterlambatan Kategori *Excusable-Non Compensable delay*

No	Variabel Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	keadaan yang tidak dapat diprediksi sebelumnya (uncertainty condition)	Fanggidae and Wiguna (2012)
2	Cuaca buruk dan tidak mendukung pelaksanaan proyek	Sambasivan and Soon (2007) Messah et al. (2013)
3	Gangguan dan dukungan dari masyarakat kurang (Mogok kerja dan demo warga) karena Kondisi ekonomi, pendidikan dan sosial keagamaan di area proyek	Messah et al. (2013) Alhaji Mohammed (2012)

3. *Excusable-Compensable delay*, yaitu keterlambatan penyelesaian proyek yang terjadi disebabkan karena kesalahan atau permintaan dari pihak owner untuk memenuhi atau melaksanakan pekerjaan diluar scope kewajiban yang tertuang dan disepakati dalam kontrak. Dalam hal ini kontraktor berhak atas kompensasi

biaya dan perpanjangan waktu. Contoh dari keterlambatan ini diantaranya disebabkan oleh faktor-faktor seperti keterlambatan pembayaran owner, perijinan oleh owner terlambat, persetujuan desain oleh owner terlambat, permintaan perubahan desain oleh owner, birokrasi pihak owner berbelit. Beberapa faktor keterlambatan jenis ini berdasarkan referensi literatur dan penelitian sebelumnya seperti diberikan Pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penyebab Keterlambatan Kategori *Excusable-Compensable delay*

No	Variabel Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Kemampuan finansial Owner lemah sampai pada Keterlambatan pembayaran	Saputra (2017) Sambasivan and Soon (2007)
2	Keterlambatan serah terima lahan dari Owner dan perijinan mulai bekerja	Muliyannah and Setiawan, (2013) Messah Et al. (2013)
3	Keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner	Bakhtiyar et al. (2012) Alhaji Mohammed (2012) Wisudanto et al. (2012)
4	Terjadi beberapa perubahan desain dan permintaan Owner diluar kontrak	Abdullah <i>et al.</i> (2010) Wisudanto et al. (2012)
5	Owner dan konsultan tidak cepat dalam mengambil keputusan (Birokrasi berbelit)	Abdullah <i>et al.</i> (2010) Messah et al. (2013)

4. *Concurrent delay*, yaitu keterlambatan yang terjadi karena dua sebab yang berbeda. Jika *Excusable - Compensable Delay* terjadi bersamaan dengan *Non Excusable Delay* maka keterlambatan akan menjadi *Non Excusable Delay*. Jika *Excusable - Compensable Delay* terjadi bersama dengan *Excusable - NonCompensable Delay* maka keterlambatan akan diberlakukan sebagai *Excusable - NonCompensable Delay*.

Selain jenis faktor penyebab keterlambatan tersebut diatas, Azis *et al.* (2013) dalam penelitiannya menyajikan pembahasan mengenai identifikasi faktor - faktor berkaitan dengan sumber daya konstruksi yang menyebabkan keterlambatan proyek serta pengelompokkan Faktor - faktor dalam kategori meliputi faktor kontraktor, faktor konsultan dan owner, faktor desain, faktor equipment, faktor tenaga kerja, faktor eksternal, faktor manajemen proyek seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Kategori faktor penyebab keterlambatan (Azis *et al.*, 2013)

Kategori	Faktor Penyebab Keterlambatan
Faktor Kontraktor	Kontraktor kurang berpengalaman; Team proyek tidak berkompeten; Banyaknya pekerjaan ulang/ Rework; Seringnya pergantian sub-kontraktor; Salah metode konstruksi; Perencanaan proyek yang buruk; Lemahnya site manajemen dan supervisi; Kemampuan keuangan kontraktor buruk
Faktor Konsultan & Owner	Konsultan kurang berpengalaman; Konflik konsultan dengan desain engineer; Konsultan lambat mengambil keputusan thd masalah; Keterlambatan approval dokumen desain; Komunikasi buruk antara owner dan kontraktor
Faktor Desain	Kompleksitas pekerjaan dan desain; Kesalahan desain dari desainer; Data desain dan survey lapangan tidak lengkap; Kemampuan team desain proyek buruk; Kurangnya pengayaan Software dan tools desain; Produksi dokumen desain engineering lambat; Gambar detail desain tidak jelas
Faktor equipment	Ketersediaan jumlah terbatas dan kehandalan peralatan buruk; Keterlambatan pengiriman peralatan; Pengelolaan penggunaan peralatan buruk
Faktor Tenaga Kerja	Produktifitas pekerja rendah; Kedisiplinan pekerja buruk; Mobilisasi pekerja terlambat; Konflik antar pekerja; Pengalaman dan keahlian pekerja kurang
Faktor External	Kecelakaan kerja; Kejadian pencurian & kehilangan; Krisis finansial global; Fluktuasi harga material; Kendala kebijakan pemerintah setempat; Permasalahan sosial ekonomi pendidikan masyarakat setempat; Cuaca buruk; Kondisi surface dan subsurface tanah tidak terduga.
Faktor Manajemen Proyek	Komplaksitas proyek; Definisi dan tolok ukur pekerjaan tidak jelas; Pinalti keterlambatan tidak efektif; <i>legal dispute</i> diantara pihak dalam proyek; Durasi kontrak pekerjaan terlalu ketat (tidak realistis); Kontrak manajemen dan pasal-pasal tidak jelas.

2.1.2 Dampak Terjadinya Keterlambatan

Kerugian dalam bentuk denda bagi kontraktor adalah salah satu konsekuensi dari keterlambatan penyelesaian proyek dimana bersamaan dengan itu juga menyebabkan timbulnya biaya tambahan yang berasal dari biaya operasional dari kelebihan waktu (*Cost Overrun*) yang harus dibayar dan nilai biayanya cukup tinggi. Dampak lain selain biaya dan denda terhadap keterlambatan proyek pada akhirnya akan berakibat pada reputasi perusahaan, hilangnya kepercayaan pelanggan sampai kompensasi maksimal yaitu pemutusan proyek (*Project Termination*) yang menyebabkan perusahaan masuk dalam daftar hitam sehingga akan kesulitan dalam meraih order lain setelahnya. Hal tersebut diatas sejalan

dengan pentingnya penelitian terkait perbaikan dari keterlambatan proyek ini perlu dilakukan.

Dampak buruk dari terjadinya keterlambatan proyek juga dipaparkan dalam beberapa sudut pandang penelitian seperti dalam studi oleh Pinto et al. (2020), menyebutkan terkait resiko dampak ekonomi yang ditimbulkan dari keterlambatan penyelesaian proyek strategis pembangunan pembangkit listrik di Brazil yaitu meningkatkan potensi kegagalan bisnis dari pemilik proyek. Iyer and Kumar (2016), dalam penelitiannya terhadap proyek pembangunan real estate menyebutkan bahwa keterlambatan penyelesaian proyek adalah menyebabkan meningkatnya biaya yang timbul dan memangkas potensi *revenue* dan *profitability* perusahaan, apalagi biaya pembangunan real estate adalah sebagian besar struktur biayanya berasal dari pinjaman. Sambasivan and Soon (2007), menyebutkan ada enam dampak utama yang ditimbulkan dari keterlambatan proyek konstruksi di industri konstruksi di Malaysia yaitu *time overrun*, *cost overrun*, *dispute*, *arbitration* dan *litigation* (proses pengadilan) serta *total abandonment* (Pemutusan kontrak).

Menurut Messah et al. (2013), keterlambatan dalam proyek konstruksi dapat menyebabkan berbagai bentuk kerugian bagi penyedia jasa maupun pengguna jasa. Adanya keterlambatan mengakibatkan menurunkan kredibilitas penyedia jasa (kontraktor) untuk waktu mendatang, keterlambatan berpotensi menyebabkan timbulnya perselisihan dan klaim antara penyedia jasa dengan pengguna jasa. Dipertegas juga oleh Alhaji Mohammed dan Isah (2012), bahwa akibat dari keterlambatan proyek disebutkan diantaranya hilangnya kepercayaan (*loss of interest*), *blacklist* oleh otoritas, kerugian biaya dan waktu serta menurun atau rusaknya reputasi pelaksana proyek. Dalam penelitian ini yaitu pada proyek pembangunan pabrik garam Camplong sangat diharapkan penyelesaiannya dapat sesuai jadwal namun keterlambatan yang terjadi akan juga menimbulkan dampak seperti yang disebutkan dalam literatur penelitian diatas selain pula terhadap dampak makro yaitu tercapainya kemandirian pasokan garam dalam negeri secara nasional dan dampak mikro seperti potensi kerugian yang di alami oleh pemilik pekerjaan maupun kontraktor serta kredibilitas perusahaan kontraktor menjadi konsekuensinya.

2.2 Konsep *Lean Six Sigma*

2.2.1 *Lean* Sebagai Reformasi Manajemen Proyek.

Manajemen proyek didefinisikan dalam PMBOK (2017), yaitu sebagai penerapan dari sebuah teknik peralatan dan pengetahuan untuk sebuah kegiatan proyek dalam rangka memenuhi atau melampaui kebutuhan dan harapan *stakeholder* dari suatu proyek. Memenuhi atau melampaui kebutuhan dan harapan *stakeholder* selalu dituntut untuk menyeimbangkan antara komponen seperti diantaranya *scope* pekerjaan, waktu, biaya dan kualitas, perbedaan permintaan dan harapan dari *stakeholder*, serta permintaan yang teridentifikasi (*needs*) atau permintaan yang tidak teridentifikasi (keinginan). Teknik dan alat yang ditawarkan dalam proses manajemen proyek diantaranya 1) mengembangkan rencana keseluruhan, 2) mendefinisikan ruang lingkup pekerjaan yang harus diselesaikan, 3) membagi ruang lingkup menjadi kegiatan atau paket yang dapat diserahkan (*deliverable*), 4) mengelola waktu dan biaya untuk setiap kegiatan, 5) mengelola kualitas dan perubahan spesifikasi.

Konsep manajemen proyek seperti disebutkan sebelumnya, telah diterima secara luas dan digunakan serta dianggap telah cukup aplikatif dalam penerapan dan pelaksanaan dilapangan, hingga para peneliti mengemukakan sebuah kritik terkait potensi pengembangan terhadap kelemahan metode manajemen proyek konvensional. Seperti yang diungkapkan dalam penelitiannya, Howell and Koskela (2000), mengoreksi praktek terhadap manajemen proyek saat ini dan berpendapat bahwa pendekatan konvensional tidak memadai dan harus direformasi untuk menyesuaikan dengan kompleksitas dan ketidakpastian di dalam proyek. Disebutkan juga bahwa teori manajemen proyek sebagai ilmu dalam menerapkan hanya model transformasi proses dari input menjadi output saja.

Kelemahan teori konvensional dijelaskan bahwa ada karakteristik lain dalam proses produksi selain konversi transformasi yang dapat membuat output lebih bernilai, yaitu penggunaan sumber daya yang lebih efisien, dan kebutuhan pelanggan terpenuhi dengan cara yang terbaik. Maka dari itu sebuah pengembangan dari proses manajemen proyek tidak hanya berfokus pada proses transformasi input menjadi output saja tetapi juga mengevaluasi manajemen alur kerja, minimalisasi pemborosan dan menilai dengan baik proses-proses yang menghasilkan nilai. Oleh

karena itu, pengembangan untuk metode non-konvensional dan manajemen baru untuk meningkatkan *value* dan mengurangi pemborosan, waktu, dan biaya pada proyek hal ini menjadi penting dalam industri konstruksi untuk mencapai pendekatan kesempurnaan proses. Tabel 2.5 menunjukkan perbedaan antara pendekatan manajemen proyek konvensional dengan pendekatan *lean*.

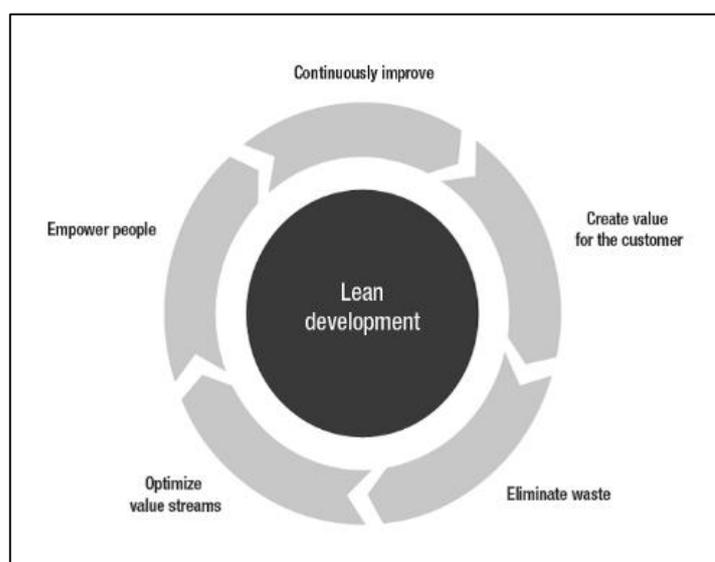
Tabel 2.5 Perbedaan Pendekatan Konvensional dan *Lean* pada Manajemen Proyek (Howell and Koskela, 2000)

Aktivitas	Pendekatan Konvensional	Pendekatan Lean
Control	Project control bersifat monitoring terhadap kinerja (jadwal dan biaya) dan hanya mengambil tindakan setelah ditemukan adanya variasi negatif	Project control bersifat menjamin kehandalan alur kerja dengan terus melakukan pengukuran dan perbaikan pada system
Performance	Dalam pendekatan tradisional, semua upaya manajemen terkonsentrasi pada mengoptimalkan setiap kegiatan secara terpisah untuk mengurangi kinerja keseluruhan	Target utama adalah memaksimalkan value dengan waste minimum di tingkat proyek untuk menjamin alur kerja yang handal
Value	Pelanggan harus menentukan semua persyaratan value pada awal proyek tanpa mempertimbangkan perubahan pasar dan teknologi baru	Proyek dikelola sebagai proses untuk menghasilkan value di mana kepuasan pelanggan dikembangkan selama proyek berlangsung
Work techniques	Menggunakan push-driven schedules untuk mengontrol aliran informasi dan material	Menggunakan pull-driven schedules untuk mengontrol aliran informasi dan material
Centralization	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
Under loading	Tidak mempertimbangkan penyesuaian	Kapasitas unit produksi disesuaikan dengan persediaan untuk dapat menyerap variasi
Variations	Tidak ada upaya untuk manajemen mitigasi variasi	Selalu berupaya untuk mengurangi variasi dalam hal kualitas produk akhir dan tingkatan kerja
Collaboration	Kebijakan kolaborasi tidak diterapkan pada metode ini	Terus memberikan dukungan ke supplier dengan mengembangkan kontrak komersial baru yang memberikan insentif ke supplier untuk mengembangkan alur kerja yang handal dan untuk berpartisipasi dalam perbaikan produk secara berkelanjutan
Transparency	Transparansi tidak diterapkan pada metode ini	Meningkatkan transparansi antara semua pemangku kepentingan proyek untuk memudahkan orang membuat keputusan dalam mengurangi kebutuhan manajemen pusat
Continuous Improvement	Continuous improvement tidak diterapkan pada metode ini	Menerapkan continuous improvement di dalam proses dan alur kerja
Interactions and dependencies	-	Mengelola dampak dari ketegantungan dan adanya variasi di tiap aktivitas penting karena sangat mempengaruhi waktu dan biaya

2.2.2 Konsep *Lean*.

Konsep awal *lean thinking* lahir dan dicetuskan pada Toyota Production System dan terus berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Konsep dan prinsip ini awal di gagas oleh Womack dan Jones, *lean* dianggap sebagai alternatif radikal dari metode tradisional *mass production* dan prinsip *batching* untuk efisiensi, kualitas, kecepatan dan biaya yang optimal (Holweg, M, 2007)

Menurut Womack and Jones (2008), terdapat lima prinsip inti dan mendasar dari konsep *Lean* berdasarkan asumsi bahwa organisasi terdiri dari proses: 1) Tentukan nilai yang diinginkan oleh pelanggan, 2) Mengidentifikasi *Value Stream* dari setiap produk dan kembangkan nilai dengan mereduksi *waste*, 3) Buat produk mengalir secara kontinu, standarisasi proses dari *best practice* yang memungkinkan produk mengalir dengan lebih lancar dan lebihkan banyak waktu untuk kreativitas dan inovasi, 4) Memulai tarikan diantara semua tahapan ketika proses kontinu tidak memungkinkan, 5) Pengelolaan menuju kesempurnaan sehingga aktivitas *non value added* akan dihilangkan dari rantai pasok dan secara terus menerus meminimalkan jumlah tahapan, durasi waktu pelayanan terhadap *customer*. Siklus Pengembangan *Lean* tersebut seperti di berikan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Siklus Pengembangan *Lean* (Womack and Jones, 2008)

Lubis and Syairudin (2016), menyebutkan hal utama yang perlu dipahami oleh organisasi yang akan menerapkan konsep *Lean* adalah memahami customer dan apa *value* mereka. Sedangkan tujuan dari cabang ilmu ini sendiri antara lain :

1.Memahami keinginan dari pelanggan, 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 dan 8.Meningkatkan peluang bisnis.

Melalui penelitian Garnett et al. (1998), menyebutkan bahwa melalui penerapan konsep *lean* yang dilakukan pengamatan pada perusahaan konstruksi di Amerika diperoleh bahwa penerapan *lean construction* mampu secara umum menghemat waktu konstruksi sebanyak 25% dari total waktu 18 bulan, pelaksanaan pembuatan desain skematik berkurang dari 11 minggu menjadi hanya 2 minggu, Omset kontrak meningkat 15-20%, Produktivitas meningkat, kepuasan klien tercapai sampai pada *repeat order* dan biaya pelaksanaan proyek berkurang.

Gaspersz (2007), menyatakan bahwa pendekatan *lean* berfokus pada peningkatan *customer value* secara terus-menerus melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah dimana disebut sebagai pemborosan (*waste*). *Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream*. Menurut Wilson (2010) terdapat tujuh macam jenis pemborosan yang biasa disingkat “TWO DIME”, yaitu:

1. Transportation: Ini adalah pemborosan dari perpindahan material dari bagian satu ke bagian lainnya. Inventaris, *work in progress* (WIP) sampai pada produk jadi, pengemasan sampai pengiriman kepada pelanggan.
2. Waiting: Jika pekerja tidak melakukan pekerjaan dengan alasan apapun. Dalam hal ini bisa jadi menunggu dalam jangka pendek, atau menunggu lebih lama, seperti kehabisan stok, suku cadang atau kegagalan mesin.
3. Over Production: Ini adalah pemborosan (*waste*) yang paling mempengaruhi dari keenam *waste* lainnya. Contohnya, saat terjadi *over production* tentunya barang akan diangkut, disimpan, diperiksa dan mungkin ada beberapa material yang rusak. *Over production* tidak hanya pada produk yang diproduksi tidak dapat dijual, tetapi juga pada pembuatan produk terlalu dini
4. Defective Parts: Pemborosan (*waste*) ini disebut juga dengan scrap. Kebanyakan orang menggunakan istilah scrap untuk barang produksi yang cacat sebagai *waste*. Dalam pembahasannya, *waste* jenis ini tidak hanya

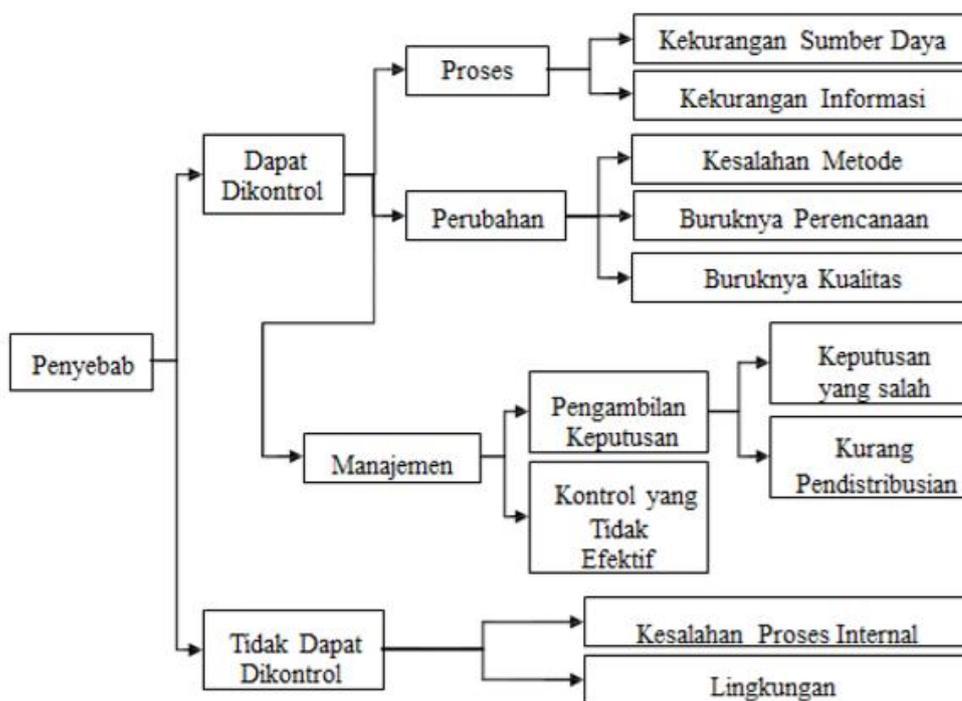
dikategorikan sebagai scrap tetapi juga usaha dan material untuk membuatnya. Bukan hanya unit produksi saja yang hilang tetapi juga pekerja yang menghabiskan waktu berharga, usaha dan energi untuk membuat unit yang cacat

5. Inventory: Satu diantara tujuh jenis waste dimana yang termasuk didalamnya yaitu adalah semua material didalam sistem yang diinginkan dikonversi menjadi produk (termasuk didalamnya bahan baku dan WIP) yang belum di deliver kepada customer. Semua persediaan (inventori) adalah disebut sebagai waste meskipun sebenarnya dapat digunakan dalam proses produksi berikutnya.
6. Movement: Ini adalah pergerakan yang tidak perlu dari pekerja, seperti operator dan mekanik yang berkeliling untuk mencari alat atau material. Hal ini cukup sering terjadi, namun sering diabaikan sebagai waste. Selain itu, banyak pekerja yang aktif, berpindah, serta terlihat sibuk namun tidak efektif. Dalam hal ini memang dapat dikatakan bahwa keefektifan tidak dilihat dari seberapa banyak pergerakan dari pekerja. Kunci utama perbaikan dari waste ini adalah dengan work design dan work station design.
7. Excess Processing: Pemborosan ini adalah berasal dari pengolahan produk dimana produk yang dihasilkan tersebut diluar dari yang diinginkan pelanggan. Engineers yang membuat spesifikasi yang berada diluar kebutuhan pelanggan sering menghasilkan waste pada tahap desain. Memilih peralatan proses yang jelek atau proses yang tidak efisien juga dapat dikategorikan serta meningkatkan waste jenis ini.

Berdasarkan pada 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 jumlah waste dapat dikurangi dengan sekaligus meningkatkan value yang didapat (Koskela, 2015).

Koskela (2015) juga telah mengidentifikasi tipe pemborosan dalam proses konstruksi seperti cacat, pekerjaan ulang, kesalahan desain, kelalaian, perubahan permintaan, biaya keselamatan, kelebihan penggunaan material. Dalam pendapat

lain, Alarcon (1995) telah mengenali beberapa pemborosan yang berkaitan dengan metode kerja, material, waktu, pekerja, perencanaan operasi dan peralatan. Serpell et al. (1995) telah mengidentifikasi bahwa waktu produktif diborosan dengan pekerjaan tanpa aktivitas dan pekerjaan tidak efektif. Koskela and 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.



Gambar 2.2 Penyebab Pemborosan (Serpell et al., 1995)

Menurut Serpell et al. (1995) kategorisasi selain dari faktor eksternal, semua penyebab umum lainnya terkendali. Kategorisasi penyebab keterlambatan yang dapat terkontrol seperti ditunjukkan seperti pada gambar 2.2. dimana faktor proses pelaksanaan, perubahan atau penyimpangan kualitas dan kategori manajemen adalah merupakan faktor penyebab yang mampu dapat dilakukan pengendalian.

Koskela (2015), menyebutkan bahwa Sedikit berbeda dengan *Lean Manufacturing*, *Lean Construction* berfokus terhadap proses produksi suatu proyek. *Lean Construction* mempunyai kaitan dengan kemajuan proyek dalam semua dimensi proyek konstruksi dan lingkungannya, antara lain yaitu sudut

pandang disain, pelaksanaan kegiatan, pemeliharaan, keselamatan dan daur hidup proyek (*project life cycle*). Konsep pendekatan ini mencoba untuk mengelola dan meningkatkan proses konstruksi dengan cara mendapatkan nilai maksimum (*maximize value*) dengan biaya minimum (*minimize cost*) yang berhubungan dengan kebutuhan customer. *Lean Construction* merupakan suatu cara untuk mendisain sistem manajemen konstruksi yang dapat meminimalisasi pemborosan (*waste*) dari pemakaian material, waktu (*time*) dan usaha dalam rangka menghasilkan jumlah nilai (*value*) yang maksimum.

Fokus dari konsep *lean* adalah terhadap eliminasi *waste* dan menambah nilai (*value*) dituliskan pula oleh Pinch (2005), yaitu menyampaikan prinsip dari konstruksi ramping (*lean construction principle*) meliputi:

1. Menetapkan tim terintegrasi dari *owner*, arsitek, pengguna fasilitas, tukang bangunan, kontraktor khusus, subkontraktor dan suppliers
2. Mengkombinasikan desain proyek dengan desain proses, secara simultan merancang fasilitas dan proses produksi
3. Menghentikan produksi dari pada melepaskan 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* diantara tugas dalam aliran pekerjaan

2.2.3 Value Stream Mapping.

Value Stream Mapping adalah suatu tool dalam bagian konsep *lean* yang dapat digunakan untuk memetakan aliran nilai (*value*) secara mendetail untuk mengidentifikasi adanya pemborosan dan menemukan penyebabnya serta memberikan cara yang tepat untuk mengurangi atau bahkan menghilangkannya (Womack and Jones, 2008). Fokus dari *Value Stream Mapping* adalah pada proses *value adding* dan *non-value adding*. Terdapat tujuh tools yang paling umum digunakan dalam detail mapping value stream (Hines and Rich, 1997), yaitu : 1) *Process Activity Mapping* (PAM), 2) *Supply Chain Response Matrix* (SCRM), 3) *Production Variety Funnel* (PVF), 4) *Quality Filter Mapping* (QFM), 5) *Demand*

Amplification Mapping (DAM), 6) Decision Point Analysis (DPA), 7) Physical Structure Mapping (PSM).

- 1) *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 mengeliminirnya. 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 aktivitas operasi dengan simbol O, transportasi dengan simbol T, inspeksi dengan simbol I, *delay* dengan symbol D, dan *storage* dengan simbol S. Lima tahap pendekatan dalam *Process Activity Mapping* secara umum adalah: Memahami aliran proses, Mengidentifikasi pemborosan, Mempertimbangkan apakah proses dapat disusun ulang pada rangkaian yang lebih efisien, Mempertimbangkan aliran yang lebih baik, melibatkan aliran layout dan rute transportasi yang berbeda, 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.
- 2) *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*: 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. 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 produksi. Tool ini digunakan untuk mengidentifikasi titik mana dalam sebuah produk yang diproses menjadi beberapa produk yang spesifik, dan dapat menunjukkan area bottleneck pada

desain proses yang kemudian 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 dimana keberadaan masalah kualitas pada *supply chain*. Akan diperlihatkan tiga tipe cacat kualitas yang terdapat pada *Value Stream*, yaitu: a) cacat pada fisik produk yang lolos dari proses inspeksi dan sampai ketangan konsumen (*Product defect*), b) cacat pada fisik produk yang berhasil diidentifikasi pada proses inspeksi (*Scrap/ internal defect*), c) permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan (*Service defect*).
- 5) *Demand Amplification Mapping (DAM)*: Tool yang digunakan untuk menunjukkan bagaimana perubahan permintaan dalam setiap tahapan rantai pasok yang ada dalam *time bucket* yang bervariasi, mengevaluasi kebijakan *batch sizing* dan penjadwalan serta evaluasi kebijakan *inventory*. 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 analisis, e) Mengumpulkan data, f) Membuat plot.
- 6) *Decision Point Analysis (DPA)*: Tool ini menunjukkan berbagai alternative pilihan 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.

2.2.4 Konsep Six Sigma

Six sigma adalah sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) dalam batas toleransi atau spesifikasi karakteristik kinerja layanan sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang tidak memenuhi spesifikasi) dengan menggunakan statistik

dan *problem solving tools* secara intensif. Untuk meningkatkan kualitas layanan tipikal, sangat penting untuk mengukur atau mengukur variasi dan kemudian mengembangkan strategi potensial untuk mengurangi variasi (Antony, 2006).

Proyek *Six Sigma* bertujuan untuk mengurangi tingkat cacat hingga maksimum 3,4 kesalahan per sejuta proses atau produksi atau *defects per million opportunities (DPMO)* seperti di tampilkan pada table 2.5 (Pheng and Hui, 2004). Namun perlu di ingat bahwa fokus *Six Sigma* bukan pada menghitung jumlah cacat dalam proses, tetapi jumlah peluang dalam suatu proses yang dapat mengakibatkan cacat.

Tabel 2.6 Tabel Konversi Six Sigma Sederhana (Pheng and Hui, 2004)

Yield = percentage of items without defects	Defects per million opportunities (DPMO)	Sigma level
30.9	690,000	1
69.2	308.000	2
93.3	66,800	3
99.4	6,210	4
99.98	320	5
99.9997	3,4	6

Berbeda dengan industri manufaktur, pekerjaan konstruksi dicirikan oleh proses kerja yang terfragmentasi dan berorientasi proyek. Untuk penerapan prinsip *Six Sigma* memiliki kerangka kerja yang berbeda dalam operasi konstruksi. Pendekatan *Six Sigma* adalah berbasis data untuk pencapaian produk dan layanan berkualitas dengan fokus pada peningkatan parameter yang disebut sebagai *Lean Six Sigma-Performance Index (LSS-PI)*. Dalam operasi konstruksi penilaian dan parameter kinerjanya perlu di definisikan terlebih dahulu dalam bentuk LSS-PI dari kasus analisis permasalahan yang akan dilakukan. Sebagai contoh, jika "produktivitas" adalah indikator kinerja untuk proyek tertentu, keandalan aliran sumber daya (*resource flow*) dapat dianggap sebagai LSS-PI utama karena memiliki hubungan paling erat.

Dalam penelitian ini penerapan pendekatan *six sigma* adalah dikaitkan terhadap permasalahan keterlambatan proyek, maka dari itu identifikasi LSS-PI yang digunakan adalah berdasarkan pada pencapaian ketepatan jadwal dan biaya proyek yang berjalan, atau dengan kata lain pendekatan LSS-PI akan dikaitkan

dengan data pencapaian kinerja proyek yang diperoleh dari komponen *earned value* (EV), *schedule variance* (SV) maupun *cost variance* (CV) sebagai indikator pengukuran.

Al-Aomar (2012), dalam penelitiannya memberikan kuantifikasi nilai sigma dalam penilaian kualitas pekerjaan yang diselesaikan secara internal atau melalui subkontraktor ditinjau pada akhir setiap periode ke depan. Tingkat kualitas diukur melalui peringkat Sigma untuk memastikan keterukuran fungsi metode *Lean* dan *Six Sigma*. Untuk tujuan ini, dalam penelitiannya memberikan perhitungan *number of defects* (ND) pada unit kerja (*working unit*) yang dilakukan (WU) atau jumlah pemeriksaan kualitas yang dilakukan di setiap pekerjaan kontraktor dan pada setiap paket kerja yang dilakukan secara internal.

Sebuah contoh dari perhitungan pekerjaan sebuah bangunan kemudian dilakukan pemeriksaan kualitas atau unit kerja yang dilakukan pada pekerjaan pondasi, struktur, penyelesaian internal, pekerjaan listrik, pekerjaan mekanik, dll. Hasil % kualitas (% Y) dihitung sebagai berikut pada persamaan 1 (Al-Aomar, 2012) dimana dihasilkan melalui prosentase terhadap ND (number defects) atau jumlah kesalahan terhadap total jumlah WU (work unit) jumlah pekerjaan atau quality ceck yang dilakukan :

$$\% Y = 100\% - \left(\frac{N}{W} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Nilai hasil keseluruhan kemudian dapat diterjemahkan ke dalam peringkat Sigma (SR) pada persamaan 2 dengan memperkirakan skor-Z yang sesuai. Menggunakan spread sheet Ms.Excel 2016® dapat digunakan untuk menentukan skor-Z yaitu dengan formula NORM.S.INV terhadap nilai % kualiat (% Y) yang diperoleh dan menambahkan 1,5 untuk menjelaskan perubahan kinerja. Dengan demikian, rumus SR dapat dinyatakan sebagai berikut (Al-Aomar, 2012):

$$SR = \text{NORM.S.INV}(\% Y) + 1,5 \dots\dots\dots(2)$$

Nilai SR yang diperoleh dibandingkan dengan standar perusahaan atau nilai acuan tertentu dari *Sigma Level* dari perusahaan untuk memutuskan apakah diperlukan studi perbaikan *Six Sigma DMAIC*. Misalnya, perusahaan mungkin tidak menerima nilai SR di bawah 3 dan mereka dapat merekomendasikan bahwa SR untuk pekerjaan kontraktor ditingkatkan untuk peninjauan berikutnya.

Kecepatan proyek dan efektivitas biaya adalah aspek utama dalam *lean construction*. *Schedule Variance* (SV) dan *Cost Variance* (CV) adalah ukuran kinerja khas dalam sistem *Earned Value Management System* (EVMS) pada tinjauan proyek. EVMS adalah teknik yang melaporkan status proyek dengan menghubungkan sumber daya proyek dengan jadwal dan kinerja teknis. Varians adalah penyimpangan dari rencana spesifik yang harus dikurangi melalui tindakan korektif. Seperti dibahas dalam Kerzner (2009), menggunakan biaya yang dianggarkan (yaitu *Planned Value*, PV) untuk pekerjaan yang dijadwalkan, biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang dilakukan (yaitu *Earned Value*, EV), dan *Actual Cost* (AC) untuk pekerjaan yang dilakukan, jadwal dan varian biaya ditentukan sebagai berikut dalam persamaan 3 dan 4 (Al-Aomar, 2012):

$$SV = EV - PV \dots\dots\dots (3)$$

$$CV = EV - AC \dots\dots\dots (4)$$

Nilai SV maupun CV yang dihasilkan melalui persamaan 3 dan 4 tersebut dapat dinyatakan dalam nilai biaya uang atau jam. Varians jadwal negatif menunjukkan terlambat dari jadwal yang direncanakan dan varians biaya negatif menunjukkan kelebihan biaya. Dari perspektif *lean*, kita perlu memperkirakan efektivitas biaya dan jadwal kemajuan fisik proyek berdasarkan *Earned Value* (EV) selama periode kedepan dibandingkan dengan *Actual Cost* (AC) dan *Planned Value* (PV) selama periode yang sama. Ini dicapai melalui *cost performance index* (CPI) dan *schedule performance index* (SPI) dimana dapat diperkirakan dalam persamaan 5 dan 6 sebagai berikut:

$$CPI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (5)$$

$$SPI = \frac{E}{P} \dots\dots\dots (6)$$

Nilai CPI dan SPI yang kurang dari 1,0 masing-masing mengindikasikan kelebihan biaya dan kondisi keterlambatan terhadap jadwal perencanaan.

Berikutnya, indeks nilai (*value*) dan pemborosan (*waste*) sangat penting untuk mengukur dampak nyata dari penerapan teknik *lean* dalam proses konstruksi. Selain meminimalisasi cacat dan meningkatkan efektivitas biaya dan jadwal, penerapan *lean construction* harus dapat mewujudkan di lapangan terhadap berkurangnya pemborosan material, tingkat *inventory* yang rendah, dan

mengurangi pengangkutan dan perpindahan tenaga kerja juga material. Seperti yang dibahas dalam Thomas et al. (2002), *waste index* proyek (WI) dapat digunakan untuk menampilkan *waste* dalam unit material maupun jam kerja. Untuk *waste* material, indeks diperhitungkan dengan membandingkan jumlah yang diadakan/*procure* (P) dilapangan selama periode berjalan dengan jumlah yang benar-benar digunakan / *used* (U) dan diperkirakan / *estimated* (E) untuk periode yang sama, perhitungan nilainya diberikan dalam persamaan 7 sebagai berikut (Al-Aomar, 2012):

$$WI = \frac{(P-U)}{E} \dots\dots\dots(7)$$

Intepretasi indeks ini adalah yang lebih rendah-yang-lebih baik dengan nilai ideal nol yang menunjukkan bahwa pasokan bahan yang ramping menghasilkan pengadaan hanya jumlah yang benar-benar dibutuhkan. Perbedaan antara jumlah bahan yang dibeli dan digunakan disebut sebagai persediaan akhir dalam produksi dan biasanya dibawa ke periode pelaporan berikutnya. Nilai rata-rata dapat diambil untuk beberapa jenis material menggunakan unit yang sesuai (berat, panjang, volume, dll.).

Indeks berikutnya yaitu *Value Index* (VI) adalah merupakan perbandingan antara durasi waktu kerja efektif (*Conversion Time*) terhadap total durasi waktu pada periode berjalan pelaksanaan. Fokus dari indeks ini adalah kepada peningkatan alokasi waktu untuk kinerja aktivitas konversi (*value adding work*) dan meminimalisasi keterlambatan, pemberhentian pekerjaan, dan alokasi waktu terhadap aktivitas perpindahan material atau pekerja yang tidak diperlukan. Perhitungan VI ini adalah menggunakan kalkulasi nilai *Conversion Time* (CT) dan *Flow Time* (FT) selama periode evaluasi pelaksanaan. Perhitungan nilai VI diberikan pada persamaan 8 sebagai berikut:

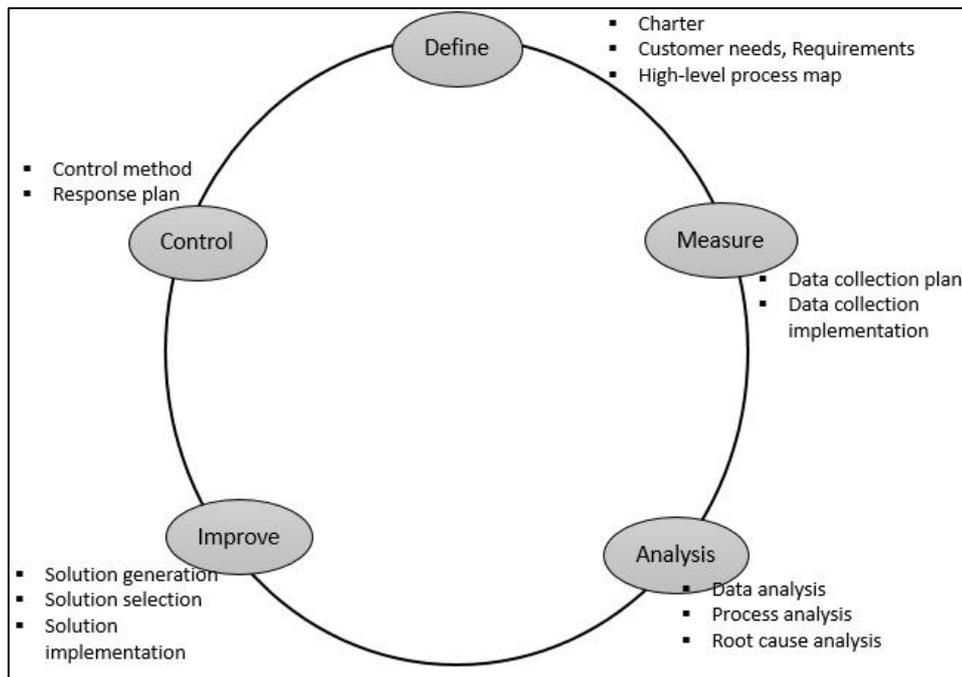
$$VI = \frac{C}{(C +F)} \dots\dots\dots(8)$$

Nilai untuk indeks VI semakin besar mendekati nilai ideal yaitu di angka 1.0 dapat dikatakan semakin baik kinerjanya. Dimana menginterpretasikan proses yang berjalan adalah sebagian besar berupa *Conversion Time* atau yang biasa disebut sebagai aktivitas *Value Added* dimana dengan sangat minim terhadap terjadinya aktivitas *Non Value Added*.

Secara umum dan agar implementasi kerangka kerja lean konstruksi berhasil, praktik-praktik berikut perlu ditekankan untuk periode yang akan datang:

-) Membagi paket pekerjaan menjadi unit / tugas yang lebih kecil
-) Atur *layout* lokasi kerja untuk menjadi alur kerja yang mulus (*seamless*) dan bersihkan serta kelola lokasi kerja setiap hari menggunakan teknik 5S
-) Mengurangi perubahan pekerjaan (*change over*) dan menghindari terjadinya kegagalan mesin dan peralatan (dengan TPM).
-) Seimbangkan antara sumber daya (tambah/ kurangi) dan jumlah pekerjaan berdasarkan alur kerja. Periksa hubungan tugas dan pekerjaan sesuai.
-) Gunakan *buffer* (biaya, waktu, kapasitas, ruang, dll.) Untuk menyerap variabilitas aliran kerja.
-) Adopsi melalui kebijakan manajemen dan komitmen terhadap pelaksanaan *lean* dan *six sigma*. Jangan sampai ada kesalahan dan kegagalan ini tidak diketahui dan mengalir menjadi beban biaya yang semakin besar.
-) *Pull & release* tugas dari satu stasiun/ pekerja ke yang lain ketika sudah dibutuhkan serta semua sumber daya siap dan berkelanjutan secara simultan
-) Selalu pantau parameter kinerja di setiap akhir proses untuk memutuskan tindakan berikutnya.
-) Lanjutkan pekerjaan sampai pada selesainya proyek untuk diserahkan pada klien. Periksa keseluruhan kualitas, jadwal dan kinerja biayanya dan dokumentasikan *best practice* dan pembelajaran yang akan dipetik.

Fokus utama dari pendekatan *Six Sigma* adalah implementasi perencanaan perbaikan dengan menggunakan metodologi yang didefinisikan dan biasa disebut dengan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) di mana tahapannya merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas (Zahara, 2016). Siklus Metodologi DMAIC *Improvement* seperti pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Siklus Metodologi DMAIC *Improvement* (Mousa, 2013)

- Define*: Tahapan dimana team pelaksana mengidentifikasi keterlambatan, menentukan aktivitas *value added* dan *non value added*, serta mendefinisikan spesifikasi pelanggan, dan menentukan tujuan (pengurangan cacat/biaya dan target waktu).
- Measure*: mengukur/menganalisis permasalahan dari data yang ada serta validasi permasalahan
- Analyze*: menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses (*significant few opportunities*).
- Improve*: mendiskusikan ide-ide untuk memperbaiki sistem berdasarkan hasil analisis terdahulu, melakukan percobaan untuk melihat hasilnya, jika bagus lalu dibuatkan prosedur bakunya untuk perbaikan (*standard operating procedure- SOP*).
- Control*: membuat rencana dan desain pengukuran agar hasil yang sudah bagus dari perbaikan tim bisa berkesinambungan. Jadi SOP ini dibuatkan semacam metrics untuk selalu dimonitor dan dikoreksi bila sudah mulai menurun ataupun kalau ada perbaikan lagi.

Penelitian lain oleh Han *et al.* (2008), melakukan aplikasi prosedur DMAIC pada proyek konstruksi mendapati perbaikan pada indikator performansi

proyek yaitu berupa pengurangan *cycle time*, perbaikan efisiensi proyek, peningkatan produktivitas, peningkatan hasil output dan optimalisasi *buffer size inventory*. Hasil dalam penelitian tersebut diperoleh yaitu melalui tahapan minimalisasi *waste*, meminimalkan variabilitas dan menetapkan target kuantitatif berdasarkan strategi aplikasi six sigma.

2.2.5 Kombinasi Konsep *Lean* dan *Six Sigma*

Lean Six Sigma merupakan gabungan penerapan konsep metode *lean* seperti digambarkan sebelumnya dengan konsep *Six Sigma*. *Six Sigma* bertujuan untuk mengurangi biaya organisasi dan meningkatkan kepuasan pelanggan melalui pengurangan jumlah cacat atau kegagalan layanan dimana berkonsentrasi pada pengukuran kualitas produk / layanan, mengurangi variasi, mendorong perbaikan proses dan mengurangi biaya, menggunakan seperangkat alat statistik dan manajemen untuk membuat lompatan perbaikan (Dedhia, N. S. 2005).

Ferguson, D. (2007), menyebutkan dalam penelitiannya mengenai perbedaan antara konsep *Lean* dan *Six Sigma* sebagai pertimbangan untuk lebih tepat dalam penggunaannya. Secara umum dijelaskan sebagai berikut:

1. *Lean* adalah filosofi sedangkan *Six Sigma* adalah sebuah program.
2. *Lean* adalah bersifat inklusif dan melibatkan keseluruhan dari organisasi. *Six Sigma* dapat digunakan dan memberikan manfaat untuk departemen tanpa melibatkan bagian lain.
3. *Lean* berfokus pada strategi bisnis, desain/ struktur organisasi, kultur dan proses dari keseluruhan *Value Stream*. *Six Sigma* berfokus pada biaya dan kualitas.
4. *Six Sigma* berfokus pada sasaran spesifik dan tujuan, mengidentifikasi akar masalah, pengujian hipotesis, validasi analisis, saran rekomendasi. Ketika proyek sudah selesai maka team *six sigma* di bubarkan.
5. *Lean* adalah merupakan bagian dari sebuah perbaikan berkelanjutan terhadap pengurangan *waste* dalam proses. *Lean* adalah pembelajaran berkelanjutan pengembangan karyawan dalam membangun kemampuan organisasi. *Lean* sudah menjadi bagian dari kehidupan pekerjaan sehari-hari.

Proudlove et al. (2008), juga menyatakan terkait gambaran konsep dari *Lean* dan *Six Sigma* yaitu seperti dibawah ini:

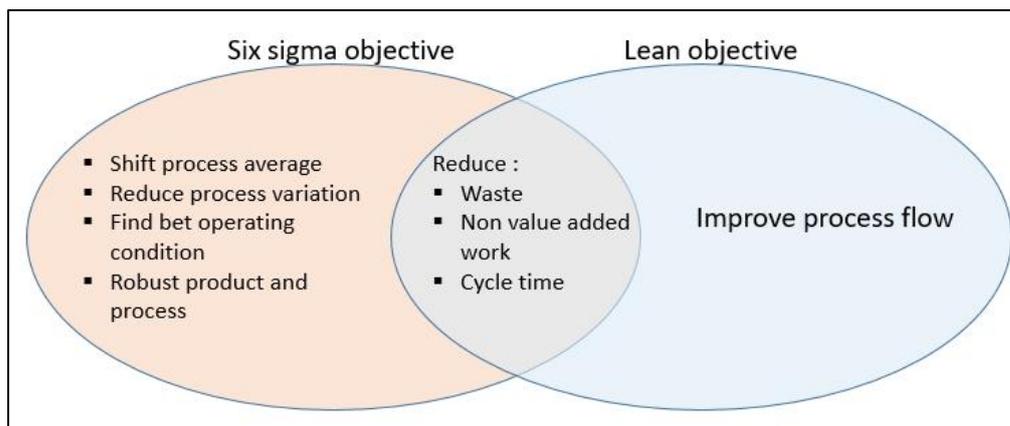
1. *Six Sigma* adalah pendekatan umum terkait pemecahan persoalan yang belum diketahui melalui akar masalah. Diharapkan dengan cepat menentukan komponen proses yang mana yang harus dilakukan perubahan atau yang seharusnya muncul dari proses analisis, metodologi yang lebih menekankan pada *data-driven* dibandingkan dengan *problem-driven*.
2. *Lean* sebaliknya, mengusungkan prinsip untuk memperbaiki aliran proses dan beberapa pengujian terhadap solusi yang ditawarkan. Biasa digunakan pada tahap awal perumusan konfigurasi visi yang akan datang dimana digunakan juga sebagai panduan *improvement*.

Tiap organisasi atau perusahaan tentunya akan berjuang untuk mengupayakan optimalisasi proses dan sistem operasinya dengan berdasarkan problem dan permasalahan yang sedang dihadapi. Konsep kombinasi antara metode *lean* dan/atau *six sigma* bersama dengan teknik manajemen proyek tradisional dirasa menjadi kolaborasi yang cukup *powerful* dimana seperti di tampilkan pada gambar.2.4 (Saini and Sujata, 2013)



Gambar 2.4 *Lean Six Sigma*, metode pencapaian tujuan bisnis (Saini and Sujata, 2013)

Mousa (2013), memberikan skema posisi kolaborasi metodologi *Lean* dan *Six Sigma* untuk lebih mudah diperlihatkan hubungan dan interaksi tujuan dan objektifnya seperti pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Gambaran Tujuan Kolaborasi Metode *Lean* dan *Six Sigma* (Mousa, 2013)

2.2.6 Penelitian Implementasi *Lean Six Sigma*.

Penelitian sebelumnya mengenai pembahasan penerapan konsep *Lean Six Sigma* dan pembahasannya terkait dengan penelitian yang akan dilakukan saat ini adalah seperti diberikan pada tabel 1 Lampiran 2 dengan penjabaran sebagai berikut:

Pasqualini and Zawislak (2005), dalam penelitian *Value Stream Mapping In Construction : A Case Study In A Brazilian Construction Company* bertujuan untuk Mengidentifikasi permasalahan utama dan menciptakan tindakan usulan perbaikan dengan pendekatan skematis dari konsep *Lean Construction* yaitu *Value Stream Mapping* (VSM). Metode yang digunakan untuk mewujudkan dan menganalisis proses yaitu dengan permodelan modifikasi VSM pada proses untuk di lihat peluang perbaikannya. Dengan memodifikasi VSM dari proses maka hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah mampu mengidentifikasi permasalahan dan mempertimbangkan langkah dan tindakan perbaikan dengan mengoptimalkan proses. Pada penelitian tersebut terbatas di analisis pada aliran proses dalam VSM dan masih bisa di kembangkan tools lain yang ada pada konsep pengembangan *Lean Six Sigma*.

Penelitian Han *et al.* (2008), dengan judul *Six Sigma-Based Approach to Improve Performance in Construction Opertaions* bertujuan untuk meningkatkan performa pada proyek konstruksi yang dinilai dari produktifitas dan efektifitas proses. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan indikator performa sebagai input variabel dengan pendekatan *Lean*

Six Sigma-Performance Index (LSS-PI) diantaranya seperti variasi pada *cycle time*, waktu tunggu dari sumber daya, penyimpanan yang tidak perlu dll. Proses simulasi diterapkan pada dua studi kasus. Hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah alur kerja yang lebih efisien dengan mengurangi variabilitas proses konstruksi. Dalam penelitian ini tidak mencantumkan bagaimana control agar alur kerja tersebut bisa berjalan dengan baik dan berkelanjutan.

Penelitian Al-Aomar (2012), *A Lean Construction Framework* memiliki Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi penerapan dari lean construction dalam industri konstruksi dengan mengembangkan *framework six sigma rating*. Tujuan utamanya untuk membantu industri mengurangi biaya dan pemborosan, meningkatkan efektivitas dan meningkatkan kualitas. Menggunakan media integrasi konsep *Lean* dan *Six Sigma Rating* sebagai *framework*. *Lean Six Sigma* tersebut digunakan sebagai performa indikator yaitu untuk mengukur performa, dan panduan tindakan perbaikan. Hasil analisis menunjukkan 27 tipe pemborosan pada konstruksi di Abu Dhabi. Cacat konstruksi menjadi yang paling banyak, disamping itu pemborosan akibat overprocessing dan keterlambatan juga menjadi pertimbangan. Dalam penelitian ini tidak diberikan bentuk langkah *improve* mengatasi pemborosan tersebut.

Menurut Muliyanah and Setiawan (2013), pada penelitian Analisis Pengendalian Ulang Penjadwalan Proyek Pembangunan Gudang X dan Y Menggunakan Siklus DMAIC bertujuan untuk mengetahui penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan gudang X dan Y PT. XYZ dan melakukan pengendalian ulang penjadwalan proyek dengan menggunakan pendekatan siklus DMAIC. Dan pada tahap perhitungan menggunakan metode CPM dan menghasilkan Menghasilkan tiga usulan alternatif penjadwalan proyek yang *dicrashing* dengan biaya anggaran proyek yang berbeda dan akan dipilih penjadwalan proyek yang terbaik dengan pertimbangan waktu dan biaya serta kurva S yang membantu menghitung *progress* proyek, mengetahui rencana anggaran biaya yang diperlukan setiap kegiatan dan didapat presentase setiap kegiatan sehingga dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan. Hanya sebatas

mempresentasikan tapi tidak melakukan langkah perbaikan yang bisa digunakan untuk berkelanjutan.

Penelitian Banawi (2013), dengan judul *Improving Construction Processes By Integrating Lean, Green, And Six-Sigma* bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan metode peningkatan *performance* dan efisiensi dari proses konstruksi pada fase konstruksi di proyek *Design-Bid-Build*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kombinasi pengembangan *framework Lean, Green and Six Sigma* (LG6). Hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah Dengan penerapan LG6 mengadopsi dalam metode existing dapat memperbaiki kinerja proyek dengan meningkatnya efisiensi kerja serta perhatian terhadap dampak lingkungan yang ada. Meskipun memberi warna baru dalam kajian LSS dengan mengkombinasikan konsep *green construction* melalui analisis dampak lingkungan, namun penelitian ini tidak memberikan kajian pengukuran yang komprehensif terhadap parameter kinerja proyek saat ini dan nilai *improvement* yang dilakukan.

Ingle and Waghmare (2015), dalam penelitian *Advances in Construction : Lean Construction for Productivity enhancement and waste minimization* bertujuan untuk mengamati *Cost and Benefit* yang diperoleh dari penerapan *Lean Construction* dalam pencapaian produktifitas dan meminimalisas *waste*. Metode yang digunakan Menggunakan metode eksplorasi pemahaman literatur dan studi kasus untuk menginvestigasi manfaat dari penerapan *Lean Construction System*. Hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah memberikan gambaran manfaat penerapan *Lean Construction* untuk mencapai tujuan perusahaan dengan meningkatkan nilai tambah dan mereduksi *waste* dengan membangun lingkungan sosial, ekonomi dan aspek lingkungan yang lain. Penelitian tersebut memang memberikan penjabaran tentang deskripsi manfaat penerapan *lean construction* namun deskripsi manfaat tersebut tidak disertai dengan pengukuran terhadap dampak positif tersebut.

Menurut Wijaya et al. (2015) pada penelitian *Assessment of Lean Construction Principles : A Case Study at Semarang Medical Centre Hospital Project*. bertujuan untuk mengetahui mengkaji penerapan prinsip *Lean (Toyota Way)* pada penyelenggaraan proyek konstruksi dengan mengevaluasi sistem

pelaksanaan proyek yang ada. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Pengisian kuesioner mengenai penerapan *Lean Construction* pada penyelesaian proyek yang divalidasi dengan wawancara dan observasi lapangan. Hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah penerapan *Lean Construction* pada pelaksanaan proyek didapati masih belum optimal serta masih terdapat beberapa kendala yang muncul serta sulitnya merubah konsep metode existing.

Penelitian Nyata and Wiguna (2018), dengan judul *Analisis Keterlambatan pada Proyek PT Jatim Taman Steel di Gresik dengan Menggunakan Lean Six Sigma Framework* bertujuan untuk memperoleh faktor-faktor dominan penyebab timbulnya keterlambatan pada proyek konstruksi bangunan serta dilakukan perumusan solusi mengatasi keterlambatan tersebut dengan pendekatan *Lean Six Sigma Framework*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Pengumpulan variabel dari literatur terkait penyebab keterlambatan proyek serta perumusan solusi dilakukan menggunakan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*) dimana digunakan konsep *Lean Construction* di tahap *Improve*. Hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah Usulan untuk meminimalisir keterlambatan pada proyek dengan menerapkan beberapa teknik, yaitu *Alliance & Partnering, Work Structuring* dan *Daily Huddle Meeting*, mampu mengurangi pemborosan waktu dari 60 hari menjadi hanya sekitar 46 hari atau mampu meminimalisir keterlambatan sebesar 23,333%.

2.3 Posisi Penelitian

Penelitian terkait yang membahas penerapan metode *lean, six sigma* atau kombinasi dari kedua metode ini cukup banyak dilakukan yaitu sebagai metode perbaikan proses terutama dalam industri manufaktur. Penelitian dengan pembahasan penerapan metode ini sangat banyak diminati karena memiliki daya tarik yang begitu tinggi terutama tujuan dan manfaatnya terhadap potensi perbaikan proses menuju kesempurnaan dan tingkat efisiensi tinggi yang dapat dicapai.

Melalui matriks penelitian terdahulu yang diberikan, dapat diberikan gambaran posisi penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya yang berkaitan terkait pembahasan penerapan konsep metode *lean, six sigma* atau kombinasi dari

keduanya dalam dunia atau lingkungan proyek konstruksi. Dalam pemaparan penelitian sebelumnya, konsep metode *lean*, *six sigma* atau kombinasinya pada manajemen proyek konstruksi ini selalu menarik dan menjadi perhatian untuk disimak. Dari keseluruhan penelitian yang di kutip pada literatur sebelumnya memiliki nilai dan posisi yang penting dan memiliki kelebihan dalam masing-masing analisisnya dan penelitian yang diangkat saat ini adalah merupakan penggunaan dan kombinasi dari beberapa penelitian yang telah pernah dilakukan yaitu penulis akan memberikan usulan konsep penerapan metode *lean* sampai mendapatkan keputusan *critical waste* yang diduga menjadi penyebab besar dalam keterlambatan proyek (Al-Aomar, 2012) yang kemudian di kombinasikan dengan keterkaitan terhadap parameter ukur kinerja proyek dalam konsep *six sigma* (Han *et al.*, 2008).

Seperti yang disampaikan pada penelitian sebelumnya oleh Han *et al.* (2008), bahwa metode *lean*, *six sigma* atau kombinasinya dapat mampu digunakan sebagai metode *improvement* dan meningkatkan efisiensi dan efektifitas dari kinerja proyek. Selain itu keterkaitan dengan penggunaan *lean six sigma framework* telah digunakan oleh (Nyata and Wiguna, 2018) dalam hubungannya terhadap analisis perbaikan dalam keterlambatan proyek yang terjadi dalam studi kasusnya.

Konsep usulan dalam penelitian ini menjadi penting karena kombinasi parallel antara penerapan analisis *lean* dan *six sigma* belum diperoleh dari literatur sebelumnya. Dalam penelitian ini akan dilakukan penerapan integrasi konsep *Lean* dan *Six Sigma* sebagai metode dalam perumusan usulan *improvement* dari pada keterlambatan yang terjadi pada Proyek EPC Pembangunan Pabrik Garam Camplong. Konsep *lean* akan menjalankan fungsi dalam identifikasi *critical waste* yang diduga menjadi penyebab besar dalam keterlambatan proyek yang kemudian di kombinasikan dengan keterkaitan terhadap parameter ukur kinerja proyek dalam konsep *six sigma* melalui index performa proyek saat ini dan akan digunakan juga untuk mengukur simulasi kinerja dari usulan proses *improvement*.

2.4 Objek Studi Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong

Negara menunjuk PT Garam (Persero) sebagai perusahaan negara menjadi pengelola regulasi dan operator dalam mendukung kemandirian garam secara

nasional. Untuk hal inilah maka Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura digerakkan untuk di realisasikan. Dalam proses realisasi pembangunan ini PT Barata Indonesia (Persero) di umumkan menjadi pemenang lelang pekerjaan Proyek paket EPCC tersebut sebagai penyedia jasa atau kontraktor pelaksana utama.

Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura disebut sebagai proyek strategis di karenakan proyek ini merupakan salah satu program dari pemerintah dalam rangka mendukung kemandirian ketersediaan pangan dari produksi dalam negeri seperti yang tertuang dalam UU No.18 Tahun 2012. Upaya yang dilakukan pemerintah dalam realisasi proyek ini adalah dalam rangka meningkatkan produksi dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan nasional yang semakin tinggi terhadap garam industri yaitu sampai pada tahun 2018 mencapai angka 3.770.346 ton/ tahun dengan total produksi garam rakyat masih 2.710.000 ton/tahun (KemenperinRI.2018). Pemenuhan kebutuhan garam industri diantaranya adalah sebagai pendukung utama dalam industri Chlor Alkali Plant (CAP), farmasi dan industri aneka pangan seperti ditunjukkan dalam ilustrasi grafis pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Kebutuhan Serapan Garam Industri Nasional (KemenperinRI.2018)

Selain proyek pembangunan pabrik garam Camplong, PT. Barata Indonesia (Persero) juga memiliki pekerjaan yang sedang berlangsung terkait proyek pembangunan strategis lainnya seperti pembangunan pabrik gula, pabrik kelapa sawit/ *Crude Palm Oil* (CPO Plant), pabrik beras/ *Modern Rice Mill Plant* (MRMP), pabrik bioethanol, pabrik granulasi pupuk, stasiun/terminal bahan bakar

minyak dan gas, pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTMH), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan beberapa proyek lainnya yang memiliki dampak besar secara makro maupun mikro terhadap ketepatan penyelesaian pekerjaan. PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berdiri sejak tahun 1971 dan sampai saat ini tetap memberikan kontribusinya terhadap pembangunan bangsa. Saat ini PT. Barata Indonesia (Persero) bergerak menjalankan visi dan misinya dengan memperkuat 3 lini bisnisnya yaitu Engineering Procurement & Construction (EPC), Manufacturing Process, dan Foundry (pengecoran), dimana menitik beratkan fungsi bisnis tersebut dalam bidang industri FEW+ (*Food, Energy & Water Plus Industrial Component*).

Mengingat peran penting serta potensi bisnis pada pelaksanaan proyek-proyek strategis tersebut maka perusahaan kontraktor misalnya dalam hal ini PT Barata Indonesia (Persero) dituntut untuk terus dapat melakukan perbaikan dari aktivitas proses dan manajemen proyek didalamnya untuk dapat terus bersaing dan meraih profit dalam kegiatan bisnisnya. Ditambah lagi tingkat resiko kegagalan serta keterlambatan pada pelaksanaan proyek strategis sangat memberikan dampak yang merugikan bagi semua kalangan yang terlibat, maka perlu untuk dapat dilakukan evaluasi dalam peningkatan efisiensi dan efektifitas proses serta manajemen.

Dalam analisis penelitian ini akan dilakukan terhadap studi kasus pada pelaksanaan proyek EPCC PT Barata Indonesia (persero) yaitu Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan serta melakukan upaya untuk mengurangi maupun mengantisipasinya menggunakan konsep metodologi *Lean Six Sigma Framework* agar dapat di minimalisir terjadinya pada proyek lain di kemudian hari.

2.4.1 Ruang Lingkup Proyek Pembangunan Pabrik Garam

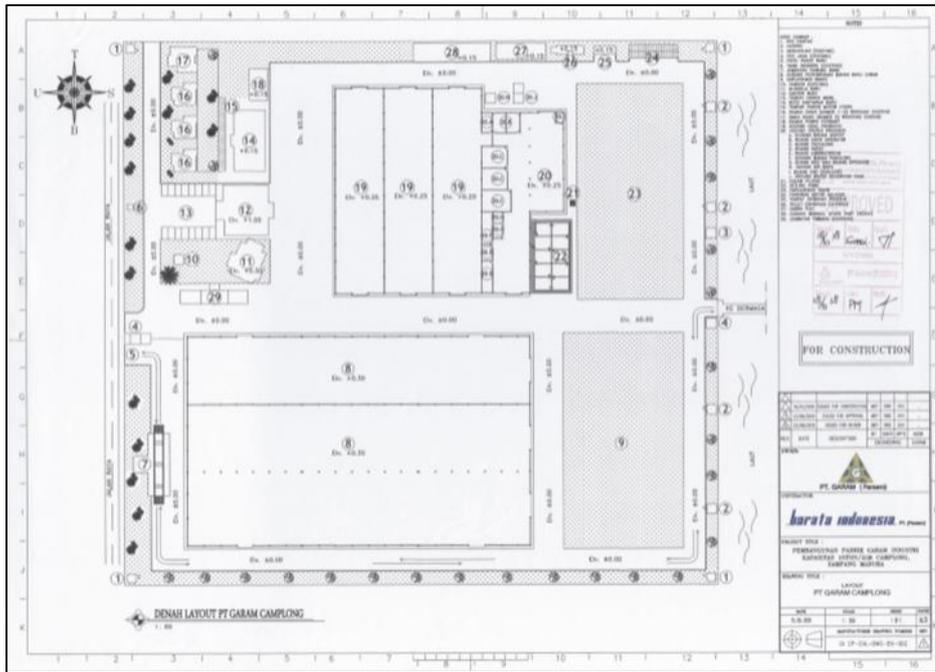
Objek studi dalam penelitian ini adalah salah satu proyek yang telah dikerjakan oleh PT. Barata Indonesia (Persero) yaitu proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura. Lingkup pekerjaan proyek ini adalah meliputi Engineering, Procurement, Construction dan Commissioning (EPCC) yaitu di dalamnya termasuk proses rekayasa

engineering, pengadaan, konstruksi instalasi sampai pada komisioning dan test performansi proses. Secara umum ada dua kelompok besar tujuan utama pekerjaan dalam proyek ini yaitu 1. Pekerjaan peralatan utama unit produksi pabrik garam industri dengan kapasitas output 10Ton/jam, 2. Pekerjaan bangunan dan peralatan utilitas pendukung produksi.

Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri ini adalah dibangun diatas lahan milik PT Garam (Persero) dengan kondisi lahan existing dan kondisi bangunan yang ada. Target pembangunan ini adalah dengan beberapa kategori diantaranya perbaikan beberapa bangunan dan gedung yang dapat di gunakan kembali serta mendirikan beberapa bangunan baru sesuai dengan lingkup kontrak yang disepakati termasuk pengadaan peralatan produksi utama lengkap dengan utilitas pendukungnya. Lokasi dan gambar layout pekerjaan diberikan pada gambar.2.7 dan 2.8



Gambar 2.7 Lokasi Lahan *Existing* Proyek Pembangunak Pabrik Garam (Google Maps)



Gambar 2.8 Gambar *Layout Rencana* Proyek Pabrik Garam (Doc.Proyek)

Teknologi pengolahan pabrik garam adalah bertujuan untuk membuat pabrik pengolahan garam bahan baku dari hasil garam rakyat yang masih memiliki kadar senyawa NaCl rendah yaitu diantara 88% – 94% serta angka kandungan pengotor garam masih tinggi atau lebih detail ditampilkan pada tabel 2.7. Dari kualifikasi garam rakyat (krosok) tersebut maka diharapkan melalui pengolahan pabrik jenis proses pencucian garam (*washing salt plant*) ini akan mampu menghasilkan spesifikasi garam industri sesuai yang ditetapkan oleh Kemenperin yaitu dengan kadar senyawa NaCl minimum 97% serta nilai kandungan pengotor rendah sesuai pada tabel 2.7 & 2.8.

Tabel 2.7 Spesifikasi Garam Bahan Baku/ krosok (Dok lelang proyek)

Parameter	Kandungan
Pemerian	Hablur bentuk kubus berukuran sedang sampai besar
Warna	Putih tanpa kotoran
Kadar NaCl	88 – 94 %
Kandungan Air	5 – 7 %
Kadar Magnesium	0,2 – 1,0 %
Kadar Kalsium	0,1 – 0,5 %
Kadar Sulfat	0,1 – 0,5 %
Kejernihan Larutan	Keruh, mengandung zat organik tak larut air
Ukuran Kristal rata-rata	1,85 – 5 mm (10 – 3,5 mesh)

Sumber : Dokumen FS PT. Garam. 2016

Tabel 2.8 Spesifikasi Garam Industri (Permenperin No.88 Tahun 2014)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Kadar NaCl (adbk)	%	Min 97
2	Calcium (Ca)	%	Maks. 0,06
3	Magnesium (Mg)	%	Maks. 0,06
4	Kadar air (b/b)	%	Maks. 0,5
5	Bagian tidak larut dalam air	%	Maks. 0,5
6	Iodium sebagai KIO ₃	mg/kg	Min. 30
7	Cemaran Logam		
	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,5
	Timbal (Pb)	mg/ kg	Maks. 10
	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,1
	Arsen (Ar)	mg/kg	Maks 0,1

Teknologi pengolahan pabrik garam yang digunakan adalah jenis proses pencucian garam (*washing salt plant*) dengan peralatan utama yaitu disebut dengan *washer classifier*, *washer celdes*, *fluidized bed dryer (FBD)* dan peralatan *transport* serta *storage* lainnya seperti di tampilkan pada gambar 2.4. Untuk desain dan pembuatan peralatan utama ini PT Barata Indonesia bekerjasama dengan perusahaan *establish technology provider* dari Spanyol, Eropa sesuai dengan yang di persyaratkan dalam kontrak.



Gambar 2.9 Peralatan Utama Pabrik Pengolahan Garam (Doc. Proyek)

Dari persyaratan kualitas, beragamnya komponen pekerjaan serta kerumitan teknologi yang harus dipenuhi tersebutlah memperlihatkan bahwa pada pelaksanaan proyek obyek penelitian ini memiliki resiko yang cukup tinggi terhadap terjadinya kegagalan performa kualitas sehingga dapat menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaannya.

2.4.2 Keterlambatan Pada Proyek Pabrik Garam Camplong

Pelaksanaan proyek obyek studi berjalan sesuai dengan metode proses pelaksanaan baku serta struktur organisasi yang ada serta biasa digunakan oleh kontraktor dalam eksekusi proyek. Namun dalam kemajuan pekerjaan Pembangunan Pabrik Garam Camplong ini ditemui terkait masalah keterlambatan penyelesaian proyek yang ditunjukkan pada laporan kemajuan pekerjaan bulanan pada saat berakhirnya *deadline* waktu normal pekerjaan yang disepakati yaitu pada akhir bulan Juni 2019, hal ini seperti ditunjukkan pada tabel 2.9 dimana digambarkan terdapat penyimpangan pencapaian progress pekerjaan secara aktual didapati *behind schedule* sebesar -14,982% dari total progress secara keseluruhan dibandingkan dengan progress yang direncanakan dan disepakati pada awal kontrak. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada batas akhir waktu pelaksanaan proyek, kontraktor masih belum dapat menyelesaikan pekerjaan secara penuh atau 100%, sehingga menyebabkan terjadinya penambahan dan kemunduran waktu penyelesaian terhadap jadwal yang sudah direncanakan

Tabel 2.9 Laporan kemajuan proyek bulan juni 2019 (Sumber : Data Proyek, 2019)

PEMBERI KERJA : PT. GARAM (Persero) NAMA PROYEK : EPCC PEMBANGUNAN PABRIK GARAM INDUSTRI KAPASITAS 10 TON/JAM CAMPLONG SAMPANG MADURA PELAKSANA EPCC : PT. BARATA INDONESIA (Persero) TANGGAL : 01 sd 30 Juni 2019												
NO.	DESCRIPTION	INDEX	PROGRESS (%)									KET.
			Bulan Lalu			Bulan Ini		s/d Bulan Ini				
			Rencana	Realisasi	Deviasi	Rencana	Realisasi	Rencana	Realisasi	Deviasi		
1	ENGINEERING	10,000%	10,000%	10,000%	0,000%	0,000%	0,000%	10,000%	10,000%	0,000%		
2	PROCUREMENT	53,000%	53,000%	46,546%	-6,454%	0,000%	1,622%	53,000%	48,168%	-4,832%		
3	CONSTRUCTION	32,000%	32,000%	26,457%	-5,543%	0,000%	0,243%	32,000%	26,700%	-5,300%		
4	COMMISSIONING	5,000%	4,500%	0,150%	0,000%	0,000%	0,000%	5,000%	0,150%	-4,850%		
TOTAL		100,000%	99,500%	83,154%	-11,996%	0,000%	1,865%	100,000%	85,018%	-14,982%		

Selain kerugian dalam bentuk denda bagi kontraktor, keterlambatan akan menyebabkan timbulnya biaya tambahan yang berasal dari biaya kelebihan waktu (*Cost Overrun*) yang harus dibayar dan nilai biayanya cukup tinggi yaitu diprediksi sebesar 1 milyar dalam keterlambatan tersebut. Dampak lain selain biaya dan denda terhadap keterlambatan proyek ini pada akhirnya akan berakibat pada reputasi perusahaan, hilangnya kepercayaan pelanggan sampai maksimal yaitu pemutusan proyek (*project termination*) yang menyebabkan perusahaan masuk dalam daftar hitam sehingga akan kesulitan dalam meraih order lain setelahnya. Hal tersebut diatas sejalan dengan penelitian.

Evaluasi kinerja proyek pabrik garam Camplong akan dilakukan berdasarkan pengumpulan data sekunder pada laporan dan dokumentasi pelaksanaan proyek sampai pada saat proyek berakhir. Melalui data sekunder tersebut akan dapat dikelola pengukuran dari kinerja proyek berjalan serta dikaitkan terhadap keterlambatan yang terjadi untuk digunakan sebagai dasar analisis perancangan metode perbaikan menggunakan kerangka kerja *lean six sigma*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksploratif, dimana akan digunakan pendekatan kombinasi antara metode *lean* dan *six sigma* dalam identifikasi serta analisisnya. Secara umum, penelitian ini terdiri dari empat tahapan yaitu tahap identifikasi, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, dan kesimpulan serta saran.

3.2 Tahap Identifikasi (*Define*)

Tahap identifikasi digunakan dalam penelitian ini sebagai langkah awal yang didalamnya akan berisi terkait kegiatan yang mendukung proses identifikasi serta perumusan permasalahan yang ada di dalam proses lingkup manajemen proyek dikaitkan dengan permasalahan riil di lapangan pada perusahaan objek penelitian dan kerangka umum tahapan untuk merumuskan penyelesaian masalah yang diharapkan. Kegiatan dalam tahapan ini di antaranya adalah:

1. Penentuan topik dan objek penelitian

Pada tahapan ini, untuk menentukan topik penelitian didasarkan pada permasalahan yang terjadi di perusahaan dan gap potensi penelitian dalam studi literatur yang dapat dilakukan untuk dapat memberikan kontribusi penelitian.

2. Identifikasi masalah

Permasalahan sesuai topik dan objek penelitian yang diangkat akan diidentifikasi berdasarkan potensi pada permasalahan yang terjadi di perusahaan terhadap perkembangan dan kekayaan literatur terkait dengan masalah yang akan di angkat.

3. Penentuan tujuan penelitian

Setelah mendapat potensi permasalahan yang terjadi pada objek penelitian dan akan diangkat dalam penelitian ini, kemudian ditentukan tujuan untuk melakukan dan merealisasikan penelitian ini.

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. Refrensi yang digunakan dapat bersumber dari buku, jurnal, maupun penelitian yang telah ada sebelumnya.

5. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan di tempat proyek yang dipilih sebagai objek studi berlangsung yang berada di Sampang Madura, dengan melihat kondisi proyek dan menjalin komunikasi dengan calon responden serta koordinasi terkait data-data sekunder yang mungkin dapat digunakan dalam mendukung proses penelitian serta menggali potensi informasi yang dapat mendukung tercapainya tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

3.3 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data (*Measure*)

Pada tahapan pengumpulan dan pengolahan data akan terdiri dari segala kegiatan yang mendukung dalam pengumpulan informasi dalam bentuk data dari objek penelitian terkait dengan permasalahan yang dipilih untuk akan di analisis. Untuk pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan dan digunakan adalah merujuk pada kerangka kerja yang digunakan yaitu melalui pendekatan metodologi yang terdapat di dalam prinsip-prinsip penerapan *Lean Six Sigma* pada proyek konstruksi dan *Project Management*. Adapun data yang akan diproses untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah melalui tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi kondisi saat ini untuk mengetahui Project Scope dan tahapan pekerjaan pada proyek konstruksi (Menggunakan data sekunder dari laporan kemajuan proyek).
2. Membuat kuesioner dan wawancara kepada stake holder utama yang terkait dengan objek penelitian untuk mengetahui permasalahan penyebab keterlambatan proyek dan keterkaitan dengan potensi waste yang terjadi di lapangan dan kemungkinan untuk dapat diminimalisasi.
3. Menentukan gambaran penyebab dominan dari keterlambatan serta terkait dengan critical waste atau pemborosan yang paling tinggi terjadi dan mempengaruhi keseluruhan sistem 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

4. Melalui penyebab dominan keterlambatan proyek yang terkait dengan critical waste yang diperoleh maka dilakukan perhitungan analisa *value stream* menggunakan metode VALSAT untuk menentukan tools *value stream mapping* yang dipilih untuk dilakukan analisa evaluasi proses.
5. Membuat *Big Picture Mapping / Value Stream Mapping* dari komponen pekerjaan atau bagian proses yang memiliki pengaruh terbesar terhadap keterlambatan serta waste yang terjadi untuk dilakukan pembuatan gambaran mengenai aliran informasi maupun material dari kondisi saat ini serta untuk mengidentifikasi adanya pemborosan dan menemukan penyebab – penyebab terjadinya pemborosan serta memberikan alternatif solusinya.
6. Mendefinisikan parameter indikator pengukuran kinerja proyek (LSS-PI) yang akan digunakan dalam analisis *six sigma* serta dilakukan perhitungan indikator proyek pada kondisi awal (*existing*), dan merencanakan nilai acuan dari pengukuran kinerja yang akan digunakan sebagai alat control untuk mencapai nilai estimasi perbaikan dari proses usulan perbaikan (*improvement*) melalui gambaran *Future State Mapping critical process* yang menjadi kunci terjadinya keterlambatan.
7. Melakukan brainstorming dengan pihak-pihak yang berkompeten dibidangnya untuk menemukan alternatif rekomendasi perbaikan dalam meminimalisasi atau bahkan menghilangkan waste agar potensi keterlambatan proyek dapat di minimalkan atau tidak terjadi.

3.3.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Untuk memperoleh data yang diperlukan melalui survey terkait penyebab keterlambatan proyek serta penyebab waste dominan pada proses pelaksanaan proyek maka akan dilakukan penggalan data melalui formulir kuesioner dengan populasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi subjek penelitian yaitu pihak yang terlibat dan *stakeholder* utama dalam pekerjaan proyek Pabrik Garam Camplong. Selanjutnya untuk sampel responden meliputi manajer proyek, manager engineering, manajer konstruksi, manajer procurement, manajer

komersial maupun supervisor dari pihak konsultan, kontraktor EPC maupun pemilik pekerjaan (*owner*) karena dianggap memiliki penguasaan dan pemahaman terhadap informasi yang dibutuhkan dalam menjawab permasalahan penelitian serta memiliki wewenang dalam pengambilan keputusan pada proyek Pabrik Garam Camplong. Responden penelitian tersebut diperkirakan sejumlah 15 – 20 orang seperti di tampilkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Komposisi Responden Penelitian

No	Posisi Perusahaan	Jabatan	Lama Pengalaman
1	Kontraktor EPCC	Project Manager	> 15 Tahun
2	Kontraktor EPCC	Site Manager	> 15 Tahun
3	Kontraktor EPCC	Commercial Manager	> 15 Tahun
4	Kontraktor EPCC	Commisioning Engineer	5 - 10 Tahun
5	Kontraktor EPCC	Engineering Supervisor	5 - 10 Tahun
6	Kontraktor EPCC	Procurement Manager	5 - 10 Tahun
7	Project Owner	Project Manager	> 15 Tahun
8	Project Owner	Site Manager	10 - 15 Tahun
9	Project Owner	Pengawas	10 - 15 Tahun
10	Project Owner	GM Divisi	10 - 15 Tahun
11	Project Owner	Project Officer	< 5 Tahun
12	Konsultan	Site Manajer	10 - 15 Tahun
13	Konsultan	Pengawas	10 - 15 Tahun
14	Konsultan	Engineer Manajer	10 - 15 Tahun
15	Konsultan	Project Control	< 5 Tahun

3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan variabel yang diperoleh melalui data literatur berdasarkan studi pustaka pada penelitian terdahulu terkait variabel – variabel faktor pemborosan (*waste factor*) yang menjadi penyebab keterlambatan proyek yang dikelompokkan berdasarkan jenis *seven waste* dan kemudian diolah sebagai data primer berdasarkan kuesioner yang merupakan pendapat atau *expert judgement* dari responden.

3.3.3 Survey

Penyebaran kuesioner ditujukan kepada responden meliputi manajer proyek, manajer engineering, manajer konstruksi dari pihak konsultan, kontraktor EPC maupun pemilik pekerjaan (*owner*) karena dianggap memiliki penguasaan dan pemahaman terhadap informasi yang dibutuhkan dalam menjawab permasalahan.

Survei yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh variabel faktor keterlambatan proyek yang diukur dari tiga jenis penyebab keterlambatan

proyek, yaitu keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*non excusable delays*), keterlambatan yang dapat dimaafkan (*excusable delays*), dan keterlambatan yang layak mendapatkan ganti rugi (*compensable delays*) dan kemudian juga dilakukan pengukuran terhadap variabel *critical waste* yang terjadi pada pelaksanaan proyek melalui penyebaran kuesioner pada proyek Pabrik Garam Camplong. Pertanyaan yang ada di kuesioner merupakan olahan hasil dari penelitian terdahulu yang mendeskripsikan mengenai faktor keterlambatan proyek serta keterkaitan dengan *critical waste* yang menjadi penyebab keterlambatan proyek. Bagian-bagian dari setiap pertanyaan yang ada di kuesioner sebagai berikut:

1. Bagian pertama merupakan pengantar yang menjelaskan mengenai maksud dari penelitian ini.
2. Bagian kedua adalah berisikan informasi mengenai profil responden yang menjadi sampel penelitian.
3. Bagian ketiga adalah pertanyaan-pertanyaan yang merujuk pada tingkat relevansi untuk tiap variabel, apakah suatu variabel relevan atau tidak terhadap keterlambatan pada proyek Pabrik Garam Camplong Madura. Skala pengukuran yang digunakan dalam kuesioner adalah skala likert linear dengan menggunakan alternatif pilihan jawaban sebagai berikut:

Keterangan Skor:

- ✓ Sangat Signifikan (SS) = skor 5
- ✓ Signifikan (S) = skor 4
- ✓ Cukup Signifikan (CK) = skor 3
- ✓ Kurang Signifikan (KS) = skor 2
- ✓ Tidak Signifikan (TS) = skor 1

Penentuan variable faktor penyebab keterlambatan pada pelaksanaan eksekusi proyek objek studi diambil berdasarkan studi pada literatur penelitian sebelumnya seperti yang diberikan pada tabel 2.1, 2.3 dan 2.4 Bab Kajian Pustaka. Berdasarkan tabel referensi variabel faktor tersebut nantinya akan diperoleh rata-rata skor masing – masing variabel menurut responden yang ditampilkan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Rata – rata variabel

Responden	X1	X2	X3	Xn	Rata-rata total
1					
2					
3					
dstt					

Selanjutnya untuk menentukan variabel faktor yang paling signifikan dan dominan dapat mempengaruhi keterlambatan proyek maka dibuat tabel frekuensi sebagai berikut:

Tabel 3.3 Frekuensi jawaban responden

Variabel No.	Skala jawaban										Jumlah responden	rata - rata	Kriteria
	1		2		3		4		5				
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%			
X1													
X2													
X3													
dst.													

Dari Tabel 3.3 menunjukkan frekuensi dan prosentase jawaban responden pada masing – masing skala jawaban. Selanjutnya melakukan perhitungan rata-rata skor masing – masing butir pertanyaan. Selanjutnya apabila rata – rata berada dibawah median skala yaitu < 3 maka variabel tersebut dikatakan signifikan sebagai penyebab terjadinya keterlambatan, jika ≥ 3 maka variabel tersebut dapat dikatakan tidak signifikan sebagai penyebab keterlambatan.

4. Bagian keempat adalah pertanyaan-pertanyaan yang merujuk pada tingkat intensitas variabel, apakah suatu variabel intensif atau tidak terjadi dan mempengaruhi keterlambatan pada proyek Pabrik Garam Camplong Madura. Skala pengukuran yang digunakan dalam kuesioner adalah skala peringkat linear dengan menggunakan tingkatan peringkat dari dominasi kejadian pemborosan pada kategori 7-wastes yang dimungkinkan masih terjadi pada pelaksanaan proyek, penjelasannya sebagai berikut:

Keterangan Peringkat Skor:

- a. Skor peringkat tertinggi untuk setiap pemborosan (waste) adalah peringkat 1 (bila jenis kategori pemborosan tersebut dirasa paling banyak dan sering terjadi)
- b. Skor peringkat terendah untuk setiap pemborosan (waste) adalah peringkat 7 (bila jenis kategori pemborosan tersebut dirasa paling jarang terjadi)

- c. Pada tiap peringkat pemborosan dianggap memiliki nilai intensitas tertentu dalam kejadian dilapangan, maka dari itu tiap peringkat pemborosan akan diberikan nilai yaitu seperti dibawah ini:

Peringkat	1	2	3	4	5	6	7
Nilai skor	13	11	9	7	5	3	1



Paling sering terjadi Paling jarang terjadi

Penentuan variable faktor jenis dan ragam pemborosan yang terjadi pada pelaksanaan eksekusi proyek konstruksi diambil berdasarkan studi pada literatur penelitian sebelumnya seperti dalam hal ini menggunakan referensi dari penelitian Al-Aomar (2012), yang dipilih karena pada penelitian tersebut dilakukan survey pada pelaksanaan proyek konstruksi dari 28 perusahaan yang menghasilkan 27 faktor pemborosan dan faktor tersebut kemudian dilakukan diskusi lebih lanjut bersama stakeholder utama dalam proyek yang berpengalaman sehingga dipilih 20 faktor yang mewakili pemborosan yang terjadi pada penelitian ini seperti pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Identifikasi Faktor Pemborosan konstruksi (*construction waste*)

No	Faktor Pemborosan dalam 7 waste	Kategori
1	Keterlambatan transportasi pengiriman Equipment & Material	Transportation (W1)
2	Proses pembelian barang & material yang jauh dan sulit	
3	Armada ekspedisi pengiriman terbatas	
4	Pekerja tidak disiplin terhadap jam kerja dan tidak produktif / Pekerjaan tidak efektif	Waiting (W2)
5	Interupsi dan penghentian pekerjaan external	
6	Pekerja banyak menunggu (idler) karena lokasi kerja. peralatan & Pekerjaan tidak	
7	Kualifikasi dan spesifikasi pekerjaan berlebihan (Over spec)	Over Product (W3)
8	Kesalahan atau kelebihan pembelian Material	
9	Kesalahan pekerjaan / rework (Pekerjaan Ulang)/ Perbaikan/ Re-Testing	Deffect/ Corection (W4)
10	Kesalahan Desain	
11	Kesalahan prioritas kedatangan equipment / Eksekusi pemasangannya	Inventory (W5)
12	Penyimpanan berlebihan / tidak ada tempat penyimpanan material & Peralatan yang cukup / baik	
13	barang / peralatan hilang (pencurian) atau karena tidak tercatat penggunaannya	
14	Material / peralatan sering rusak tidak terawat / tidak tertata / tidak Tersimpan	Movement (W6)
15	Pergerakan pekerja mondar mandir, Bolak balik pembelian material kurang	
16	Birokrasi dalam pelaksanaan pembelian / pekerjaan terlalu berbelit atau rumit	Excess Processing (W7)
17	Permintaan perubahan spesifikasi & keperluan klarifikasi.	
18	Kegiatan Training yang berlebihan	
19	Kegiatan safety prosedur yang berlebihan	
20	Kegiatan supervisi yang berlebihan	

Selanjutnya untuk menentukan variabel faktor pemborosan yang paling signifikan dan dominan dapat mempengaruhi keterlambatan proyek maka dibuat tabel frekuensi seperti pada tabel 3.5. dimana responden akan memberikan peringkat dari 1 – 7 kepada kemungkinan terjadinya 7 wastes yang dikategorikan seperti pada tabel 3.4 sebelumnya dan akan dihitung nilai totalnya yang akan merepresentasikan dominasi pemborosan pada pelaksanaan eksekusi proyek.

Tabel 3.5 Kuesioner Urutan Peringkat Kejadian 7 Wastes Pada Proyek

Responden No.	R1	R2	R3	Rn	Nilai kejadian	Rank
W1									
W2									
dst.									

Dari Tabel 3.5 menunjukkan frekuensi dan prosentase jawaban responden pada masing–masing skala jawaban. Selanjutnya melakukan perhitungan nilai skor kejadian masing–masing variabel. Selanjutnya nilai potensi *waste* dari masing-masing responden tersebut di jumlahkan sebagai ukuran parameter kejadian untuk tiap jenis kategori pemborosan untuk kemudian dilakukan analisis selanjutnya.

3.3.4 Pengolahan Data Penelitian

Pengolahan data dilakukan dengan menerapkan Value Stream Analysis Tools, untuk menghasilkan suatu keadaan perbaikan yang dapat digunakan sebagai suatu perbaikan proses. Kondisi pengukuran awal yang ada objek penelitian diketahui terlebih dahulu untuk memahami langkah yang diambil pada tahapan selanjutnya. Penggambaran dilakukan dengan model value stream mapping melalui beberapa hal berikut:

1. Menggambarkan keadaan saat ini yang dilakukan pada proses pelaksanaan proyek dan melakukan pemilihan pengukuran indikator kinerja proyek saat ini dengan tools six sigma rating dan indeks pengukuran yang ada diantaranya *Schedule Performance Index (SPI)*, *Cost Performance Index (CPI)* dst.
2. Menggambarkan urutan proses pelaksanaan eksekusi proyek.
3. Mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan dikaitkan dengan penyebab pemborosan dominan yang muncul pada proses pelaksanaan eksekusi proyek

untuk mendapatkan pembobotan melalui aktivitas dengan menggunakan penyebaran kuesioner, seperti ditampilkan pada Tabel 3.2, 3.3 dan 3.5

4. Melakukan analisis *5Why's* dan *if then* untuk menemukan akar dari permasalahan penyebab keterlambatan dominan serta *critical waste*.
5. Melakukan pembuatan *Value Stream Mapping* proses yang diduga merupakan penyebab dari kejadian keterlambatan serta pemborosan dan pemeriksaan kegiatan *Value Added Activity* (VA) dan *Non Value Added Activity* (NVA) yang terdapat pada alur pelaksanaan proses untuk kemudian di evaluasi potensi perbaikan prosesnya yang akan digambarkan pada *Future State Mapping* proses sebagai usulan improvement.

3.4 Analisis dan Interpretasi Data (*Analyze*)

Pada tahap analisis dan interpretasi data, hasil pengumpulan dan pengolahan data kemudian akan dianalisis untuk menemukan faktor dominan penyebab keterlambatan dan keterkaitan terhadap *critical waste* yang terjadi pada pelaksanaan proyek. Kemudian mencari penyebab keterlambatan dan sumber *waste* menggunakan *5 Why's*, selanjutnya menentukan tindakan preventif sebagai upaya dalam meminimasi *waste* dalam proyek konstruksi. Tahap yang dilakukan setelah tahap analisis dan interpretasi data yaitu menyusun kesimpulan dan saran penelitian. 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.

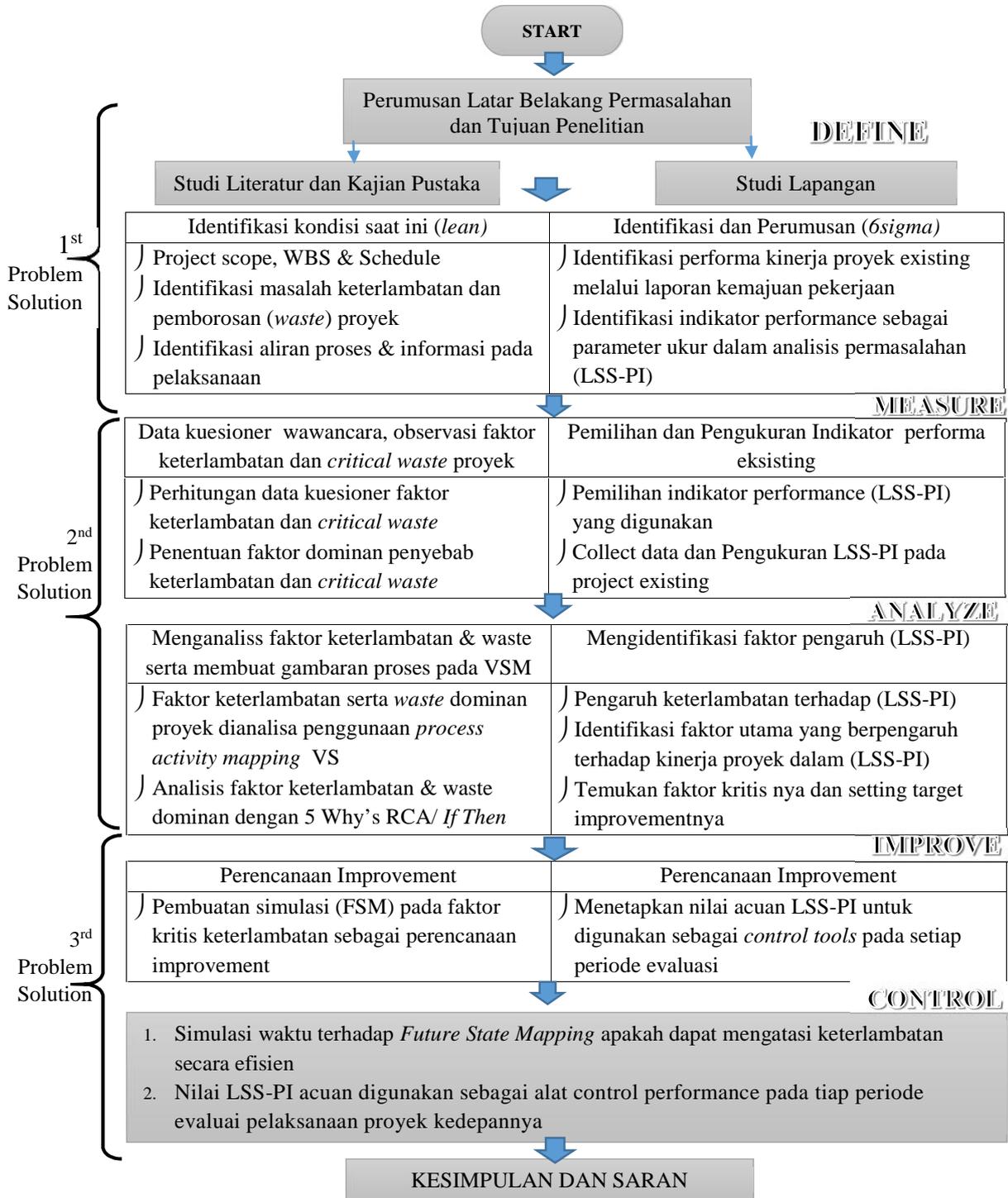
3.5 Fase *Improvement & Control* (*Improvement & Control*)

Pada tahap dilakukan dua jenis simulasi terhadap *Future State Mapping* yang dihasilkan dari usulan tahap *improve*.

1. Simulasi scheduling dilakukan untuk melihat Apakah dapat mengatasi proses keterlambatan secara efisien dengan bantuan program *Ms Project*.
2. Simulasi kinerja proyek dilakukan dengan melakukan estimasi pengukuran kinerja proyek berdasarkan usulan tahap *improvement* dengan mensimulasikan nilai LSS-PI improve.
3. Penetapan nilai acuan terhadap LSS-PI sebagai tools dan alat control dalam pelaksanaan proyek berikutnya.

3.6 Skema Langkah dan Tahapan Penelitian

Berikut diagram langkah – langkah penelitian dalam penelitian ini:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

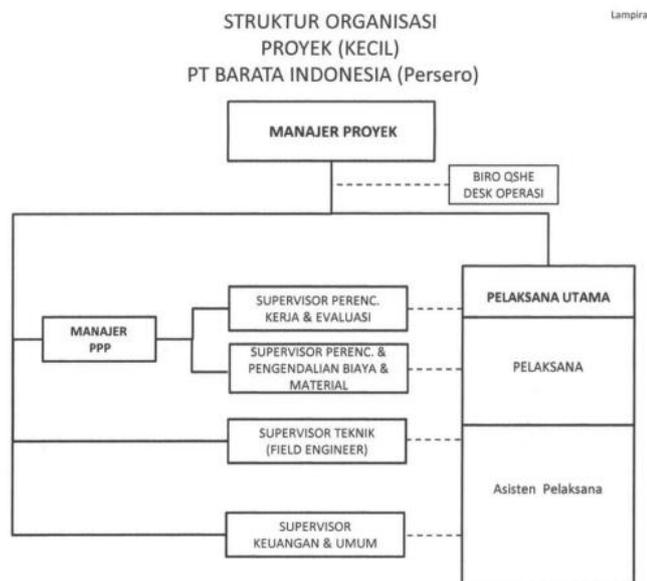
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pelaksanaan Proyek dan Objek Study (*Define*)

Sebagai objek dari penelitian ini adalah dilakukan pada pelaksanaan proyek EPCC PT Barata Indonesia (persero) yaitu Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura dengan PT Garam (Persero) sebagai pemilik pekerjaan. Proyek ini merupakan salah satu proyek strategis yang dikerjakan oleh PT Barata Indonesia sebagai komitmen perusahaan untuk dapat berkontribusi bagi pembangunan nasional melalui bidang industri manufaktur dan konstruksi.

4.1.1 Struktur Organisasi Proyek

Dalam menjalankan eksekusi kegiatan proyek, dibentuklah susunan personil berdasarkan ketetapan bentuk organisasi proyek kecil dimana ditentukan berdasarkan nilai proyek dibawah 60 Milyar. Struktur organisasi proyek yang digunakan oleh PT Barata Indonesia dalam menjalankan proyek ini seperti digambarkan dalam gambar 4.1



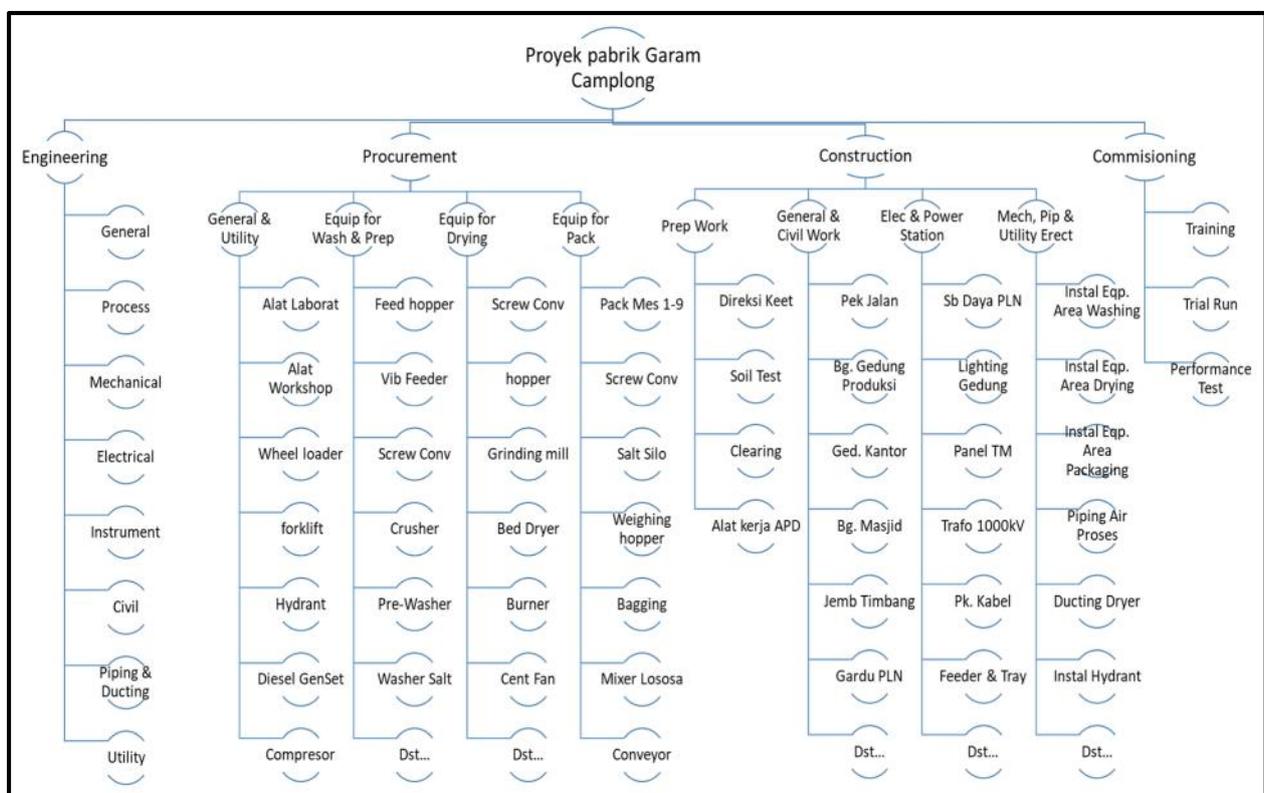
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Proyek (OPA PT Barata Indonesia)

Seperti yang dijelaskan bahwa diambilnya proyek garam Camplong sebagai objek penelitian ini adalah dikarenakan terjadi keterlambatan pada pelaksanaan proyek ini dan atas dasar dampak yang begitu besar di akibatkan dari sebuah kondisi

keterlambatan maka akan dilakukan analisis perbaikan menggunakan pendekatan *lean six sigma* dengan kerangka kerja DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, Control*) dimulai dari proses penggalian dan pengumpulan informasi terkait faktor penyebab keterlambatan pada proyek pabrik garam Camplong. Proses pengumpulan informasi akan dilakukan dalam dua metode yaitu melalui pengolahan data sekunder dalam kuesioner dan juga melalui pengolahan data primer yaitu menggunakan laporan kemajuan pekerjaan yang di gunakan dalam pelaksanaan proyek.

4.1.2 Skope Pekerjaan Proyek Objek Study

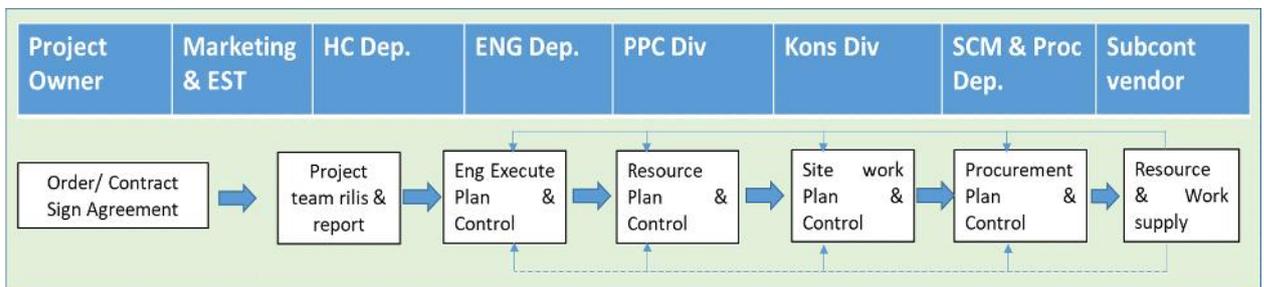
Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong Madura yang menjadi objek penelitian ini terdiri dari beberapa skope pekerjaan dimana dijabarkan dalam *work breakdown schedule* (WBS) proyek seperti diberikan pada gambar 4.2. diperlihatkan bahwa daftar pekerjaan yang akan dilaksanakan dibagi kedalam empat bagian besar *project deliverable* yaitu bagian pekerjaan *Engineering*, *Procurement*, *Construction* dan pekerjaan *Commisioning*



Gambar 4.2 WBS Proyek Pabrik Garam Camplong (Sumber : Data Proyek, 2019)

4.1.3 Aliran Proses Pelaksanaan Eksekusi Proyek

Dalam menjalankan eksekusi kegiatan proyek dengan paket konstruksi EPCC ini dikerjakan melalui strategi pembagian aliran informasi *scope* pelaksanaan menjadi 4 tahapan diantaranya tahap Fase Engineering, Fase Procurement, Fase Construction dan Fase Commisioning. Dalam tiap fase pekerjaan ini akan diberikan target schedule dan milestone penyelesaian sehingga jika diintegrasikan akan diperoleh rangkaian penjadwalan dalam kurva S dimana direncanakan dapat terlaksana sesuai jadwal yang telah disepakati dalam kontrak.



Gambar 4.3 Alur Proses Pelaksanaan Eksekusi Proyek (OPA PT Barata Indonesia)

Tahap dimulainya pelaksanaan eksekusi proyek di PT Barata Indonesia adalah ditandainya dengan *kick off meeting* (KOM) bersamaan dengan diterbitkannya Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) oleh pemilik pekerjaan atau *project owner*. Dalam menjalankan fungsi eksekusi proyek tersebut secara dokumen tertuang dalam aliran bisnis proses dimana ditunjukkan hubungan fungsi kegiatan dengan bagian organisasi pendukung terkait yang menjalankannya seperti di tunjukkan pada gambar 4.3

Setelah dilakukan KOM serta di terbitkan SPMK yang menjadi awal dimulainya eksekusi pelaksanaan proyek serta dengan penetapan organisasi proyek maka daris inilah aliran proses pelaksanaan eksekusi berjalan seperti di jabarkan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan dan perencanaan dimana *project manager* bersama koordinator bidang enjiniring, *project planning & control* (PPC), konstruksi, *procurement & supply chain* serta komersial akan melakukan koordinasi awal dalam perumusan strategi perencanaan dan pelaksanaan eksekusi proyek sesuai dengan batasan jadwal pelaksanaan yang telah di sepakati dengan output yaitu skema

perencanaan schedule, resource dan finansial dari setiap bidang dan bersifat integrative dan koordinatif.

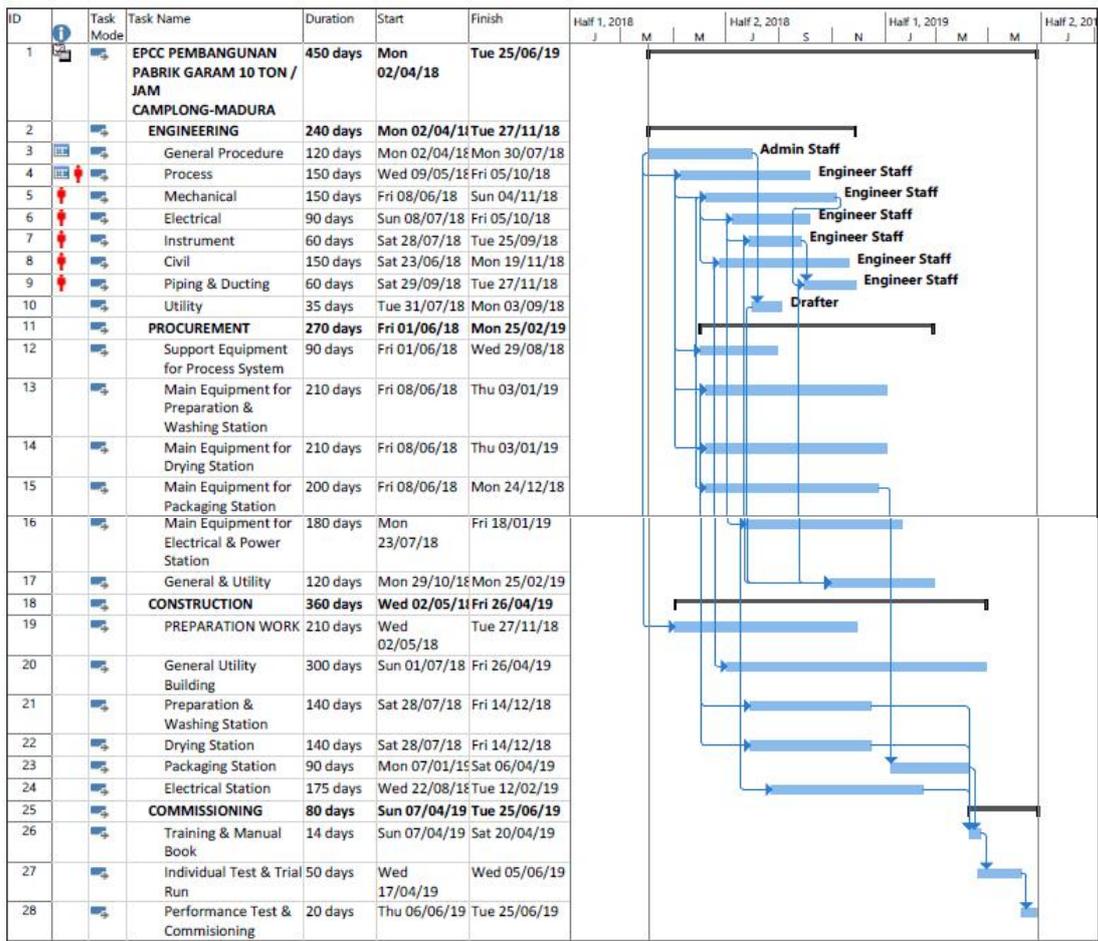
2. Koordinator bidang atau manajer engineering proyek dalam menjalankan fungsinya yaitu melakukan kajian desain serta persetujuan kepada pihak *project owner* melalui perantara *project management consultant* terhadap keseluruhan *work package* yang tercantum dalam WBS yang kemudian dilakukan detail penjadwalan serta penentuan skala prioritas penyelesaiannya.
3. Proses kajian desain dan persetujuan dokumen spesifikasi teknis dilakukan melalui tiga tahap proses *review* oleh pihak *project owner* melalui perantara *project management consultant* yaitu penerbitan dokumen rilis dengan status *issued for review* (IFR), *issued for approval* (IFA) dan terakhir *issued for construction* (IFC). Dalam proses ini yang paling menentukan keberhasilan pencapaian target nya adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk dokumen dapat mencapai status IFC untuk Kemudian menjadi acuan pada bagian lain untuk melakukan proses pembelian material dan equipment (*procurement*) dan konstruksi di lapangan.
4. Dokumen teknis dan spesifikasi yang telah berstatus sebagai dokumen IFC selanjutnya akan menjadi acuan dari manajer *procurement* untuk melakukan kegiatan pengadaan barang yang didalamnya harus memenuhi kesesuaian spesifikasi, ketepatan waktu & metode pengiriman, kesesuaian biaya dan harga, dan pemilihan metode pembayaran yang tepat untuk mendukung keberlangsungan *cash flow* dalam kegiatan proyek. Proses yang berjalan dalam kegiatan ini adalah di mulai dari pencarian resources atau supplier dari material, equipment maupun kegiatan jasa yang diperlukan dalam pemenuhan *work package* dalam WBS yang telah di buat. Dari beberapa *sourcing* dan supplier tersebut dilakukan klarifikasi teknis maupun komersial yang melibatkan bagian enjiniring, komersial, *project control* dan team konstruksi. Tahap terakhir dalam proses *procurement* setelah dipenuhi persyaratan teknis, komersial dan jadwal pengiriman maka akan diterbitkanlah surat *purchased order* (PO) kepada supplier terpilih dan kemudian dilakukan monitoring terhadap proses manufaktur sampai pada saat *material on site*.

5. Tahapan berikutnya yaitu tahap konstruksi dimana kegiatan ini adalah kegiatan yang bersentuhan langsung dengan *value activity* di lapangan mulai dari persiapan, pembangunan, sampai dengan pemasangan (*erection*) *equipment*. Pada tahap konstruksi ini dilakukan dengan mengacu pada dokumen teknis maupun prosedur pekerjaan yang telah di rillis oleh bagian engineering dengan status dokumen IFC serta dengan arahan manajer konstruksi (*site manager*) yang telah mengkoordinasikan penjadwalan, urutan dan prioritas pekerjaan konstruksi yang tercantum dalam *work package* bersama dengan manajer bagian *project planning & controlling* (PPC). Ukuran dari keberhasilan dalam kegiatan ini adalah ketepatan pekerjaan terhadap waktu penyelesaian sesuai jadwal, ketepatan alokasi sumber daya (material, alat dan tenaga kerja), dan tentunya terkait terhadap alokasi biaya dalam penyelesaian pekerjaan dalam *work package*.
6. Tahapan penutup dari kegiatan proyek ini sampai pada saat sebelum serah terima pekerjaan kepada *project owner* adalah yaitu kegiatan *commissioning* yang mana di dalamnya adalah terdiri dari rangkaian kegiatan pengujian kinerja (*performance test*) dari setiap pekerjaan dan peralatan mulai dari kegiatan pekerjaan bangunan sipil, peralatan mekanikal proses, pekerjaan instrumentasi & Control sampai pada pekerjaan elektrik dan plumbing. Ukuran dari keberhasilan pada proses ini yaitu adalah juga pada ketepatan terhadap jadwal pelaksanaan, kesesuaian alokasi biaya dan sumberdaya serta yang paling utama adalah terpenuhinya standar kinerja performance dari peralatan dan bangunan terhadap standar kualitas yang telah di sepakati melalui perjanjian kontrak dengan pihak *project owner*.

4.1.4 Skedul dan Jadwal Pelaksanaan Proyek

Dalam perencanaan pelaksanaan proyek garam Camplong, dilakukan perencanaan penjadwalan proyek yang mana secara garis besar digambarkan dalam gambar 4.4. Dimana didalam gambar skedul dan jadwal pelaksanaan proyek ini yaitu dengan total estimasi waktu pelaksanaan sepanjang 450 hari kalender dengan pembagian milestone pekerjaan menjadi empat tahapan paket pekerjaan yang terdiri dari kegiatan engineering dengan estimasi pelaksanaan 240 hari, procurement

(pengadaan dan pembelian material, equipment serta jasa pekerjaan sub-kontrak) dijadwalkan dapat terlaksana dalam 270 hari, konstruksi atau pekerjaan persiapan, instalasi peralatan dan pembangunan actual di lokasi proyek yang diestimasikan dapat terlaksana dalam 360 hari dan yang kemudian adalah tahap pekerjaan commissioning (pengujian performa peralatan hingga sesuai dengan kontrak yang disepakati bersama konsultan dan *project owner*) estimasi selama 80 hari.



Gambar 4.4 Schedule Planning Proyek Garam Camplong (Sumber : Data Proyek, 2019)

4.1.5 Permasalahan Keterlambatan Pada Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan proyek obyek studi berjalan sesuai dengan metode proses pelaksanaan baku serta struktur organisasi yang ada serta biasa digunakan oleh kontraktor dalam eksekusi proyek. Namun dalam kemajuan pekerjaan Pembangunan Pabrik Garam Camplong ini ditemui terkait masalah keterlambatan penyelesaian proyek yang ditunjukkan pada laporan kemajuan pekerjaan bulanan pada saat berakhirnya *deadline* waktu normal pekerjaan yang disepakati yaitu pada

akhir bulan Juni 2019, hal ini seperti ditunjukkan pada tabel 4.1 dimana digambarkan terdapat penyimpangan pencapaian progress pekerjaan secara aktual didapati *behind schedule* sebesar -14,982% dari total progress secara keseluruhan dibandingkan dengan progress yang direncanakan dan disepakati pada awal kontrak. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada batas akhir waktu pelaksanaan proyek, kontraktor masih belum dapat menyelesaikan pekerjaan secara penuh atau 100%, sehingga menyebabkan terjadinya penambahan dan kemunduran waktu penyelesaian terhadap jadwal yang sudah direncanakan.

Tabel 4.1 Laporan kemajuan proyek bulan juni 2019 (Sumber : Data Proyek, 2019)

PEMBERI KERJA : PT.GARAM (Persero) NAMA PROYEK : EPCC PEMBANGUNAN PABRIK GARAM INDUSTRI KAPASITAS 10 TON/JAM CAMPLONG SAMPANG MADURA PELAKSANA EPCC : PT.BARATA INDONESIA (Persero) TANGGAL : 01 sd 30 Juni 2019											
NO.	DESCRIPTION	INDEX	PROGRESS (%)								KET.
			Bulan Lalu			Bulan Ini		s/d Bulan Ini			
			Rencana	Realisasi	Deviasi	Rencana	Realisasi	Rencana	Realisasi	Deviasi	
1	ENGINEERING	10,000%	10,000%	10,000%	0,000%	0,000%	0,000%	10,000%	10,000%	0,000%	
2	PROCUREMENT	53,000%	53,000%	46,546%	-6,454%	0,000%	1,622%	53,000%	48,168%	-4,832%	
3	CONSTRUCTION	32,000%	32,000%	26,457%	-5,543%	0,000%	0,243%	32,000%	26,700%	-5,300%	
4	COMMISSIONING	5,000%	4,500%	0,150%	0,000%	0,000%	0,000%	5,000%	0,150%	-4,850%	
TOTAL		100,000%	99,500%	83,154%	-11,996%	0,000%	1,865%	100,000%	85,018%	-14,982%	

Keterlambatan waktu penyelesaian pekerjaan tersebut didalam aturan kontrak akan menyebabkan kompensasi denda pinalti keterlambatan senilai 1 per mill dikalikan dengan total nilai kontrak pada tiap satu hari keterlambatan sampai dengan denda maksimal 5% nilai kontrak atau kurang lebih senilai 3,25 Milyar untuk estimasi total nilai kontrak pembulatan sebesar 65Milyar. Selain kerugian dalam bentuk denda pinalti yang harus diterima oleh kontraktor, timbul pula biaya *cost overrun* dari beban operasional tambahan untuk penyelesaian pekerjaan dan yang paling utama adalah kredibilitas kontraktor akan di ragukan dan akan beresiko masuk dalam daftar hitam oleh owner sehingga sulit untuk mendapatkan pekerjaan atau tender lain di kemudian hari.

4.2 Pengumpulan dan Pengukuran Data (*Measure*)

Tahap pembahasan dalam analisis ini akan digunakan dua tipe data yaitu yang pertama adalah hasil data sekunder yang terhimpun melalui penyebaran kuesioner terkait faktor keterlambatan dan tipe *waste* yang terjadi pada saat

pelaksanaan eksekusi proyek diambil dari 3 stakeholder utama yang terlibat dalam eksekusi proyek yaitu *project owner*, Konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana. Jenis data kedua yang digunakan dalam analisis berikutnya adalah jenis data primer diambil dari data tabel perencanaan penjadwalan serta laporan rutin pelaksanaan proyek berjalan yang dimiliki oleh tim proyek.

4.2.1 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam hal ini adalah dilakukan untuk menggali informasi melalui penyebaran kuesioner terhadap responden terpilih dari personil inti dalam proyek obyek studi. Tahap ini dilakukan pada fase *Define* yaitu untuk mengidentifikasi faktor keterlambatan dominan serta mengidentifikasi faktor pemborosan utama penyebabnya yang kemudian digunakan untuk menentukan perbaikan proses yaitu melalui klasifikasi aktivitas *value added* dan *non value added* sehingga dapat digunakan untuk menganalisa potensi usulan perbaikan proses kedepannya.

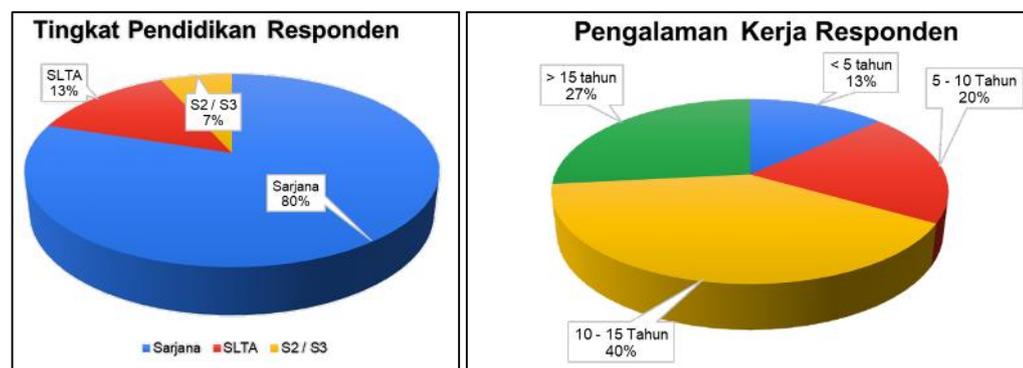
Kuesioner ini bertujuan untuk memvalidasi variabel faktor penyebab keterlambatan dan juga keterkaitan terhadap faktor pemborosan yang dominan berpengaruh terhadap keterlambatan pada proyek Pabrik Garam Camplong di tahap pelaksanaan proyek *engineering, procurement* dan konstruksinya dimana acuan variabel diperoleh dari studi literatur. Pakar atau responden diminta untuk mengisi kuesioner yang diberikan pada kolom yang tersedia dengan jawaban skala signifikansi dari pengaruh masing-masing variabel faktor penyebab keterlambatan dan *dominan waste* penyebab keterlambatan tersebut. Hasil dari kuesioner ini juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan variabel penyebab keterlambatan proyek yang dominan serta faktor pemborosan dominan penyebab keterlambatan yang mana akan digunakan sebagai acuan analisa terkait potensi perbaikan proses dengan minimalisasi serta perbaikan agar tidak kembali terjadi menyebabkan keterlambatan.

Adapun profil responden dari kuesioner tahap identifikasi ini yaitu adalah terdiri dari personil yang berpengalaman dan berperan aktif pada pelaksanaan proyek pembangunan pabrik garam Camplong. Ditampilkan dalam Tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa terdapat lima belas responden

merupakan personil yang dianggap memahami kondisi proyek dan terlibat aktif dalam pelaksanaan eksekusi proyek

Tabel 4.2 Profil Responden Kuesioner Tahap Identifikasi

No	Nama	Posisi Perusahaan	Jabatan	Lama Pengalaman
1	Mat Tohar	Kontraktor EPCC	Project Manager	> 15 Tahun
2	Hutri Latjampo	Kontraktor EPCC	Site Manager	> 15 Tahun
3	Amad Sayudi	Kontraktor EPCC	Commercial Manager	> 15 Tahun
4	Armanda Sir Y	Kontraktor EPCC	Commisioning Engineer	5 - 10 Tahun
5	Rahmad Basya	Kontraktor EPCC	Engineering Supervisor	5 - 10 Tahun
6	Eka Bayu Arga	Kontraktor EPCC	Procurement Manager	5 - 10 Tahun
7	Sulistiyono	Project Owner	Project Manager	> 15 Tahun
8	Anang Siswanto	Project Owner	Site Manager	10 - 15 Tahun
9	Syamsuddin	Project Owner	Pengawas	10 - 15 Tahun
10	Alfian Hudan	Project Owner	GM Divisi	10 - 15 Tahun
11	Jamhari Abidin	Project Owner	Project Officer	< 5 Tahun
12	Siswo	Konsultan	Site Manajer	10 - 15 Tahun
13	Samsul Arifin	Konsultan	Pengawas	10 - 15 Tahun
14	Heri Rustamaji	Konsultan	Engineer Manajer	10 - 15 Tahun
15	Umi khazinatin	Konsultan	Project Control	< 5 Tahun



Gambar 4.5 Diagram a)Pendidikan, b)Pengalaman Responden

Pada Gambar 4.5(a) menunjukkan bahwa responden dengan pendidikan S1 lebih dominan mengisi kuisisioner dengan harapan agar pemilihan variabel lebih relevan. Dari hasil pengisian kuisisioner, responden tersebut cenderung memberikan penilaian yang bervariasi, artinya dengan pendidikan yang dimiliki, responden dapat menilai suatu variabel dengan jelas dan obyektif.

Gambar 4.5(b) menjelaskan bahwa kuisisioner utama ditujukan kepada pihak yang memiliki kematangan pengalaman cukup dan memiliki jabatan strategis di proyek tersebut dan diharapkan dapat memberikan pendapat objektif berdasarkan kematangan pengalamannya. Dari hasil pengisian kuisisioner, responden dengan pengalaman <5 tahun cenderung untuk memberi nilai tengah pada cukup signifikan terhadap faktor keterlambatan terhadap proyek tersebut.

Sedangkan responden dengan pengalaman kerja >10 tahun, dalam mengisi kuisisioner cenderung untuk memberi penilaian yang jelas, antara sangat tidak signifikan dan sangat signifikan. Artinya, responden memahami bahwa faktor-faktor keterlambatan dalam kuisisioner jelas pengaruhnya terhadap waktu proyek pembangunan pabrik garam tersebut. Dari komposisi pengalaman responden penelitian tersebut sebesar 67% memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun sehingga diharapkan dalam pengisian kuisisioner menghasilkan data yang valid.

4.2.2 Identifikasi dan Pengukuran Faktor Penyebab Keterlambatan

Data primer yang digunakan dalam analisis ini diambil berdasarkan hasil pengisian kuisisioner yang bertujuan untuk mengetahui kemungkinan frekuensi terjadinya *seven waste* pada pelaksanaan proyek objek study. Rekapitulasi hasil pengisian kuisisioner terhadap 15 responden yang dipilih adalah di berikan pada tabel 4.3 seperti ditunjukkan dibawah ini.

Tabel 4.3 Variabel Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

No	Variabel Penyebab Keterlambatan	Kode
1	Sistem manajemen perencanaan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (<i>improper planning</i>)	V1
2	Kesiapan sumberdaya & peralatan kerja kontraktor kurang terencana dengan baik	V2
3	Sistem organisasi dan komunikasi proyek yang digunakan buruk	V3
4	Perbedaan dan kesalahan persepsi terhadap kontrak dan kesepakatan antara Kontraktor dan Owner (lemahnya kontrak manajemen)	V4
5	Lemahnya kemampuan keuangan kontraktor	V5
6	Faktor kurangnya keahlian dan ketrampilan tenaga kerja kontraktor	V6
7	Pengalaman kontraktor terhadap proyek yang di tangani kurang memadai	V7
8	Banyaknya hasil pekerjaan kontraktor yang di ulang (rework) karena cacat/ salah	V8
9	Terjadi kesalahan dan kegagalan desain	V9
10	Lemahnya metode inspeksi, pemeriksaan dan pengujian produk dan pekerjaan (QC)	V10
11	Kendala material impor dan fluktuasi nilai tukar uang naiknya harga material	V11
12	Keterlambatan pengiriman barang dan material karena transportasi	V12
13	Keterlambatan dalam kegiatan procurement dan pengadaan barang	V13
14	Kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan	V14
15	Metode teknik pelaksanaan tidak tepat	V15
16	keadaan yang tidak dapat diprediksi sebelumnya (uncertainty condition)	V16
17	Cuaca buruk dan tidak mendukung pelaksanaan proyek	V17
18	Gangguan dan dukungan dari masyarakat kurang (Mogok kerja dan demo warga) karena Kondisi ekonomi, pendidikan dan sosial keagamaan di area proyek	V18
19	Kemampuan finansial Owner lemah sampai pada Keterlambatan pembayaran	V19
20	Keterlambatan serah terima lahan dari Owner dan perijinan mulai bekerja	V20
21	Keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner	V21
22	Terjadi beberapa perubahan desain dan permintaan Owner diluar kontrak	V22
23	Owner dan konsultan tidak cepat dalam mengambil keputusan (Birokrasi berbelit)	V23
24	Sering Terjadi pergantian sub-kontraktor	V24
25	Durasi kontrak pekerjaan terlalu ketat (tidak realistis)	V25
26	Kurangnya pengayaan Software dan tools desain bagi desainer	V26
27	Produksi dokumen desain engineering lambat; Gambar detail desain tidak jelas	V27

Hasil rekapitulasi pengisian kuesioner terkait faktor keterlambatan proyek pada obyek study oleh 15 responden yang dipilih adalah di berikan pada tabel 4.4 seperti ditunjukkan dibawah ini. Melalui informasi tersebut di peroleh bahwa tiga faktor yang dianggap paling dominan menyebabkan keterlambatan yaitu yang pertama adalah sistem manajemen perencanaan dan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (*improper planning*) / V1 dengan nilai signifikansi 3,933 atau 78,6%, yang kedua adalah keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner (V21) dengan nilai signifikansi 3,867 atau 77,3% dan yang ketiga adalah faktor lemahnya kemampuan keuangan kontraktor (V5) dengan nilai signifikansi 3,533 atau 70,6%

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Keterlambatan Proyek Obyek Studi

Waste No.	Skala jawaban					Jumlah responden	Total nilai	rata-rata nilai	% Signifikansi	Rangsk
	1	2	3	4	5					
	F	F	F	F	F					
V1	0	2	3	4	6	15	59	3,933	78,7%	1
V2	7	4	4	0	0	15	27	1,800	77,3%	19
V3	5	7	3	0	0	15	28	1,867	70,7%	18
V4	3	8	4	0	0	15	31	2,067	69,3%	16
V5	1	1	4	7	2	15	53	3,533	69,3%	3
V6	5	4	6	0	0	15	31	2,067	66,7%	17
V7	0	0	8	7	0	15	52	3,467	66,7%	4
V8	6	2	6	0	1	15	33	2,200	65,3%	15
V9	8	5	2	0	0	15	24	1,600	65,0%	23
V10	7	6	2	0	0	15	25	1,667	62,7%	20
V11	0	5	9	1	0	15	41	2,733	61,3%	12
V12	9	3	3	0	0	15	24	1,600	54,7%	24
V13	0	3	6	7	0	16	52	3,250	53,3%	9
V14	10	4	1	0	0	15	21	1,400	46,7%	26
V15	9	4	2	0	0	15	23	1,533	44,0%	25
V16	9	2	4	0	0	15	25	1,667	41,3%	21
V17	0	3	9	2	1	15	46	3,067	41,3%	11
V18	2	0	7	6	0	15	47	3,133	37,3%	10
V19	10	4	1	0	0	15	21	1,400	36,0%	27
V20	3	0	6	1	5	15	50	3,333	33,3%	6
V21	0	2	5	1	7	15	58	3,867	33,3%	2
V22	3	0	5	4	3	15	49	3,267	33,3%	8
V23	0	5	4	0	6	15	52	3,467	32,0%	5
V24	8	4	3	0	0	15	25	1,667	32,0%	22
V25	0	4	3	2	6	15	55	3,667	30,7%	7
V26	0	11	3	1	0	15	35	2,333	28,0%	14
V27	0	5	10	0	0	15	40	2,667	28,0%	13

4.2.3 Identifikasi dan Pengukuran Data Pemborosan (*waste*)

Data primer berikutnya yang digunakan dalam analisis adalah diambil berdasarkan hasil pengisian kuesioner terhadap faktor-faktor pemborosan pada pelaksanaan eksekusi proyek yang bertujuan untuk mengetahui kemungkinan

faktor *waste* dominan dapat berkontribusi terhadap keterlambatan yang terjadi pada pelaksanaan proyek obyek studi. Seperti yang disampaikan pada metodologi penelitian bahwa variabel faktor peristiwa pemborosan yang digunakan dalam kuesioner adalah diambil berdasarkan kajian studi pada literatur terdahulu yang dirasa juga mendekati kemungkinan terjadi pada proyek obyek studi. Variabel kuesioner tersebut diantaranya seperti ditampilkan pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Identifikasi Faktor Pemborosan konstruksi (*construction waste*)

No	Faktor Peristiwa Pemborosan dalam 7 waste	Kategori
1	Keterlambatan transportasi pengiriman Equipment & Material	Transportation (W1)
2	Proses pembelian barang & material yang jauh dan sulit	
3	Armada ekspedisi pengiriman terbatas	
4	Pekerja tidak disiplin terhadap jam kerja dan tidak produktif / Pekerjaan tidak efektif	Waiting (W2)
5	Interupsi dan penghentian pekerjaan external	
6	Pekerja banyak menunggu (idler) karena lokasi kerja, peralatan & Pekerjaan tidak siap	
7	Kualifikasi dan spesifikasi pekerjaan berlebihan (Over spec)	Over Product (W3)
8	Kesalahan atau kelebihan pembelian Material	
9	Kesalahan pekerjaan / rework (Pekerjaan Ulang)/ Perbaikan/ Re-Testing	Deffect/ Corection (W4)
10	Kesalahan Desain	
11	Kesalahan prioritas kedatangan equipment / Eksekusi pemasangannya	
12	Penyimpanan berlebihan / tidak ada tempat penyimpanan material & Peralatan yang cukup / baik	Inventory (W5)
13	barang / peralatan hilang (pencurian) atau karena tidak tercatat penggunaannya	
14	Material / peralatan sering rusak tidak terawat / tidak tertata / tidak Tersimpan dengan baik (pengelolaan material kurang baik) .	
15	Pergerakan pekerja mondar mandir, Bolak balik pembelian material kurang	
16	Birokrasi dalam pelaksanaan pembelian / pekerjaan terlalu berbelit atau rumit	Excess Processing (W7)
17	Permintaan perubahan spesifikasi & keperluan klarifikasi.	
18	Kegiatan Training yang berlebihan	
19	Kegiatan safetey prosedur yang berlebihan	
20	Kegiatan supervisi yang berlebihan	

Selanjutnya untuk menentukan variabel faktor pemborosan yang paling signifikan dan dominan dapat mempengaruhi keterlambatan proyek maka dibuat tabel frekuensi seperti pada tabel 3.5. dimana responden akan memberikan peringkat dari 1 – 7 (i – vii) kepada kemungkinan terjadinya 7 wastes yang dikategorikan seperti pada tabel 3.4 sebelumnya dan akan dihitung nilai totalnya yang akan merepresentasikan dominasi pemborosan pada pelaksanaan eksekusi proyek. Rekapitulasi hasil pengisian kuesioner terhadap 15 responden yang dipilih adalah di berikan pada tabel 4.6 seperti ditunjukkan dibawah ini.

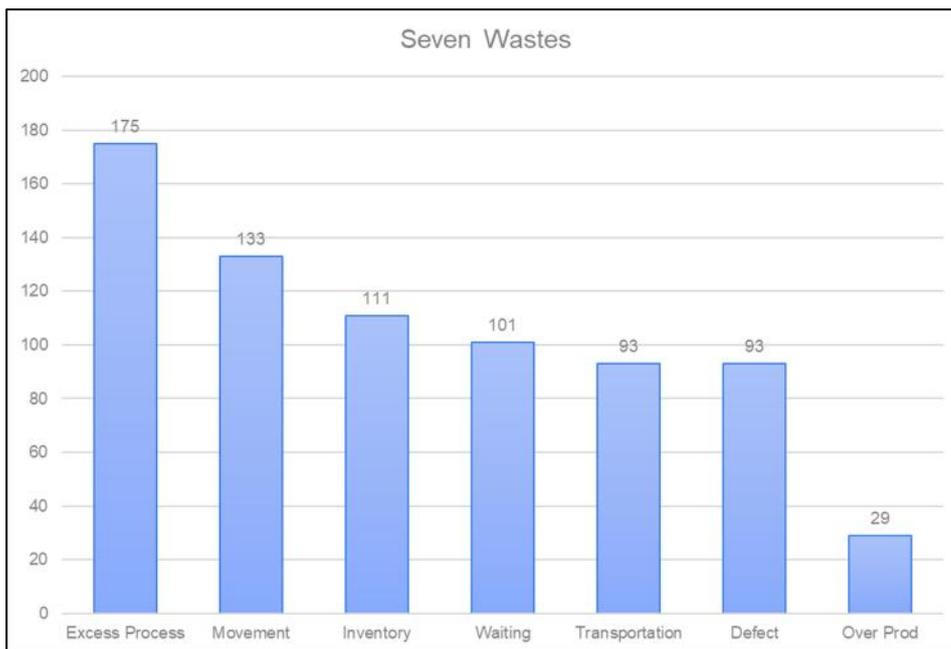
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Pemborosan (*waste*)

Wastes	W1		W2		W3		W4		W5		W6		W7	
	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N
R1	iv	7	i	13	vii	1	v	5	iii	9	vi	3	ii	11
R2	v	5	vii	1	vi	3	i	13	iv	7	iii	9	ii	11
R3	iv	7	vi	3	vii	1	v	5	iii	9	ii	11	i	13
R4	iv	7	i	13	vi	3	vii	1	v	5	iii	9	ii	11
R5	iv	7	i	13	vii	1	vi	3	v	5	ii	11	iii	9
R6	vi	3	iii	9	vii	1	iv	7	v	5	i	13	ii	11
R7	ii	11	vi	3	vii	1	iv	7	iii	9	v	5	i	13
R8	v	5	vii	1	vi	3	i	13	iv	7	iii	9	ii	11
R9	iv	7	iii	9	vi	3	vii	1	v	5	i	13	ii	11
R10	vii	1	i	13	vi	3	v	5	iii	9	iv	7	ii	11
R11	ii	11	vi	3	vii	1	iv	7	iii	9	v	5	i	13
R12	iv	7	ii	11	vi	3	vii	1	v	5	iii	9	i	13
R13	vi	3	v	5	vii	1	iv	7	ii	11	iii	9	i	13
R14	iv	7	vi	3	vii	1	v	5	iii	9	ii	11	i	13
R15	v	5	vii	1	vi	3	i	13	iv	7	iii	9	ii	11
Tot NILAI		93		101		29		93		111		133		175
Signifikansi		48%		52%		15%		48%		57%		68%		90%
Rank		5		4		7		6		3		2		1

Melalui hasil rekapitulasi data pengisian kuesioner pada tabel 4.6 tersebut diatas kemudian dilakukan pengelompokan dan penjumlahan nilai berdasarkan kriteria *seven wastes* dan dilakukan pemeringkatan tingkat waste mana yang lebih dominan terjadi pada pelaksanaan proyek, hasil tersebut diperlihatkan seperti pada tabel 4.7 dimana ditunjukkan bahwa pada pelaksanaan proyek obyek study didapati bahwa pemborosan dalam kategori *Excess Processing* atau proses berlebihan adalah dianggap paling dominan terjadi. Dalam peristiwa pemborosan pada kategori ini adalah pada peristiwa proses birokrasi persetujuan, klarifikasi terhadap pelaksanaan pekerjaan yang rumit. Penilaian peringkat kejadian pemborosan kategori 7-wastes juga diperlihatkan pada Gambar 4.6 dalam bentuk diagram batang intensitas penilaian waste dan urutan tingkat penilaian responden kuesioner. Pemborosan kategori *excess processing* menjadi pemborosan dominan dengan signifikasnsi 90%, diikuti dengan *waste movement* (68%), *waste inventory* (57%) dan *waste waiting* (52%). Hasil pengukuran ini yang kemudian digunakan sebagai dasar analisa dan diskusi dalam penentuan langkah perbaikan.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai *Seven Waste* dan peringkatnya

No	Seven Wastes	Jumlah Nilai	% Signifikansi	Rank
W1	Transportation/ Conveyance	93	48%	5
W2	Waiting/ Delays	101	52%	4
W3	Over Production	29	15%	7
W4	Defective parts / Correction	93	48%	6
W5	Inventory	111	57%	3
W6	Movement / Unnecessary motion	133	68%	2
W7	Excess Processing	175	90%	1



Gambar 4.6 Diagram Hasil Pengukuran Nilai *Seven Wastes*

4.2.4 *Process Activity Mapping (PAM)*

Process activity mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa digunakan pada aktivitas dilantai produksi, walaupun demikian perluasan dari tool ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi lead time dan produktifitas baik aliran produk fisik atau aliran informasi tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain supply chain. Konsep dasar dari tool ini adalah memetakan setiap tahap aktifitas yang terjadi mulai dari operasi transportasi, inspeksi, delay, storage, kemudian mengelompokkan dalam tipe-tipe aktifitas yang ada mulai dari *value added activity* dan *non value added activity*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai. Langkah yang ditempuh adalah mengelompokkan aktifitas operasi

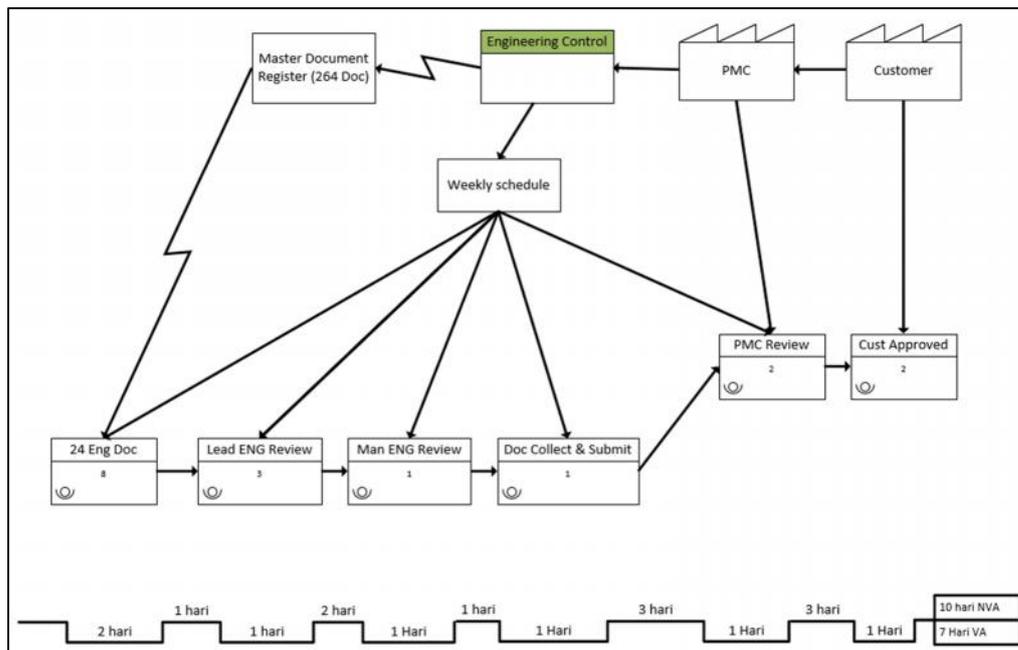
transportasi, inspeksi dan delay. Operasi dikategorikan sebagai *value added (VA) activity*, sedangkan transportasi, inpeksi dan *delay* adalah aktifitas yang dikategorikan sebagai *non value added (NVA)*. Kemudian menganalisis proporsi aktifitas yang tergolong dalam aktivitas NVA dan VA.

Analisis pengukuran aktivitas *value added* dan *non value added* yang diperlukan dalam PAM dilakukan dengan pembuatan *value stream mapping (VSM) existing process*. Pada analisa value stream yang dilakukan adalah berdasarkan hasil data faktor keterlambatan dominan beserta *critical waste* yang sebelumnya ditampilkan pada tabel 4.4, 4.6 dan 4.7, dimana faktor keterlambatan dan pemborosan yang paling dominan tersebut terdapat pada proses pelaksanaan fase *Engineering dan Procurement* terutama sangat terkait dengan pemborosan dominan *excess processing* dan faktor keterlambatan persetujuan gambar/spesifikasi dari konsultan maupun owner

A. *Value Stream Mapping Current State Fase Engineering*

VSM Current State adalah peta alur informasi dan aliran pekerjaan yang berjalan pada proses produksi dalam hal ini eksekusi proyek objek studi sebelum dilakukan improvement. Proses engineering adalah tahapan awal eksekusi pelaksanaan pekerjaan proyek, dimana didalam kegiatan ini akan diproduksi dokumen-dokumen yang menjadi acuan pekerjaan eksekusi pada fase berikutnya. Dokumen acuan utama yang menjadi output pekerjaan di fase ini adalah terdiri dari dokumen prosedur pelaksanaan, equipment list & work supply, desain kalkulasi peralatan, gambar kerja, detail spesifikasi peralatan yang akan dilakukan pembelian atau pengadaan jasanya.

Diagram alir *current state mapping (CSM)* pada fase kegiatan *engineering* diperlihatkan pada gambar 4.9. dimana diperlihatkan aliran proses pembuatan atau produksi dokumen pada fase engineering. Jumlah dokumen yang akan di kirimkan diajukan serta disepakati bersama konsultan dan *Project Owner* adalah direncanakan dalam daftar dokumen yang dimana disebut sebagai *Master Document Register (MDR)*. Dalam pelaksanaan proyek ini, jumlah dokumen engineering yang disepakati dalam MDR untuk diproduksi adalah sebanyak 264 dokumen dengan terdiri dari dokumen prosedur, spesifikasi, dan gambar teknik.



Gambar 4.7 *Current State Mapping* Fase Pelaksanaan Engineering

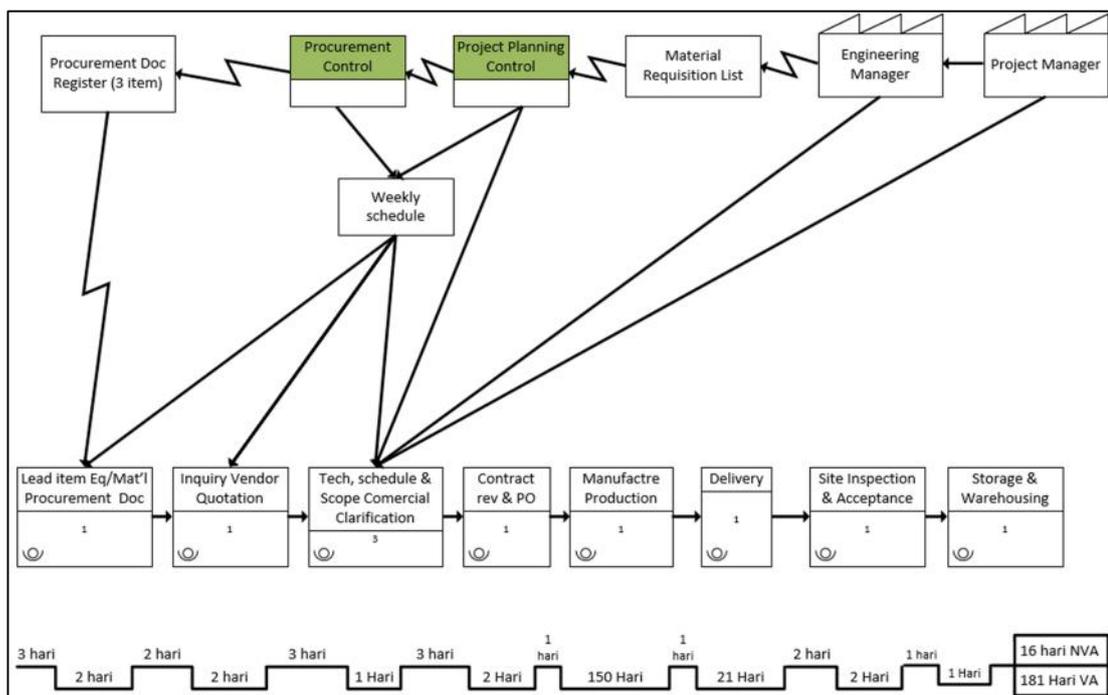
Waktu proses yang ditunjukkan dalam CSM pada gambar 4.8 adalah mewakili untuk tiap satu target siklus pengiriman dokumen yaitu direncanakan ada 24 dokumen tiap 1 kali siklus transmittal dokumen. Maka dari total 264 dokumen MDR diperlukan ± 11 siklus pengiriman transmittal dokumen dimana 1 kali siklus transmittal dokumen menurut diagram CSM tersebut diatas memerlukan total waktu sekitar 17 hari dengan 10 hari diidentifikasi sebagai NVA (*Non Value Added*) dan 7 hari untuk aktivitas VA (*Value Added*) untuk sampai pada tahapan *approval* dan rilis dokumen engineering resmi yang dapat digunakan sebagai pedoman serta acuan dalam kegiatan pada fase berikutnya. Sehingga untuk menyelesaikan keseluruhan dokumen *engineering* memerlukan total waktu 240 hari kalender.

B. *Value Stream Mapping Current State* Fase Procurement

Proses Procurement adalah terdiri dari kegiatan pengadaan barang, material dan equipment serta pengadaan jasa pelaksanaan oleh pihak ketiga (sub-vendor) yang dibutuhkan untuk pelaksanaan penyelesaian pekerjaan proyek sesuai dengan dokumen spesifikasi yang telah disepakati. Proses kegiatan pada fase ini menjadi proses paling kritis dan yang paling terkait secara jadwal dengan penyelesaian pada proses fase engineering dikarenakan segala bentuk pekerjaan fase ini adalah menggunakan dokumen engineering yang telah disetujui.

Pada fase Procurement yang menjadi output pekerjaan utamanya adalah terdiri dari pemilihan supplier atau vendor pemasok untuk mendukung pekerjaan proyek dapat berjalan dan terlaksana sesuai tujuan dan spesifikasi yang disepakati dalam kontrak dan tertuang dalam spesifikasi detail dari engineering. Alur pelaksanaan pekerjaan pada fase ini ditunjukkan dalam gambar 4.9 CSM fase procurement. Alur pekerjaan yang ditunjukkan adalah untuk proses pekerjaan pengadaan untuk komponen kritikal atau lead item dimana memiliki jadwal pengadaan paling panjang dan paling berpengaruh terhadap keseluruhan jadwal penyelesaian proyek.

Gambar 4.9 menunjukkan alur proses procurement pada komponen lead item dimana paling mempengaruhi total schedule proyek secara keseluruhan dimana masuk dalam komponen pekerjaan dijalur *critical path* dan memerlukan waktu yang terpanjang pada proses pelaksanaannya di tahap fase ini. Dalam hal ini total kelompok pekerjaan lead item ada 3 kelompok besar yaitu pengadaan komponen utama peralatan produksi garam yang pembeliannya dilakukan secara impor dari penyedia peralatan di Barcelona, Spanyol sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan serta disepakati dalam kontrak dan kajian engineering bersama PMC dan *Project Owner*.



Gambar 4.8 Current State Mapping Fase Procurement

4.2.5 Menilai Index Kinerja *Lean Six Sigma-Performing Index (LSS-PI)*

Penerapan konsep pendekatan six-sigma pada evaluasi kinerja kualitas pelaksanaan proyek adalah berbeda dengan yang digunakan pada industry manufaktur, hal ini lebih dikarenakan perbedaan konsep operasional industri manufaktur dimana merupakan sebuah operasi berulang dan kontinu sehingga pendekatan kualitas untuk mencapai kesempurnaan proses dapat diukur menggunakan konsep DPMO (*defects per million opportunity*) tidak demikian pada operasi proyek konstruksi yang bersifat spesifik, unik dan tidak berulang. Pada proses pengukuran kualitas yang dapat dilakukan yaitu melakukan pendekatan CTQ (*critical to quality*) dimana hal ini adalah pendekatan penilaian kinerja kualitas, untuk itu pada penelitian ini akan digunakan *lean six sigma performance index (LSS-PI)* sebagai alat pengukuran kinerja kualitas pelaksanaan proyek dengan pendekatan kombinasi *lean six sigma*. LSS-PI merupakan sebuah tools pendekatan penilaian kinerja kualitas dari sebuah pelaksanaan proyek konstruksi seperti yang digunakan dalam penelitian Al-Aomar (2012) dimana pendekatan ukuran kualitas kinerja proyek dapat ditinjau dari lima aspek pencapaian yaitu aspek kualitas pekerjaan itu sendiri, aspek biaya, aspek kecepatan atau ketepatan waktu terhadap jadwal perencanaan, aspek *value* atau nilai dari aliran prosesnya serta aspek terakhir yaitu perhatian terhadap upaya evaluasi pemborosan waste yang terjadi pada proyek.

Perhitungan nilai LSS-PI dilakukan dengan menggunakan formulasi fungsi seperti sebelumnya ditunjukkan pada persamaan (1) – (8) yang disampaikan pada kajian pustaka yaitu perhitungan indeks kinerja diantaranya 1) SR (*sigma rating*) sebagai ukuran kinerja kualitas pekerjaan, 2) SV (*schedule variance*), 3) CV (*cost variance*), 4) SPI (*schedule performance indicator*), 5) CPI (*cost performance indicator*) sebagai alat ukur terhadap kinerja waktu serta evaluasi penggunaan biaya pelaksanaan proyek, 6) WI (*waste index*) sebagai pengukuran terhadap pemborosan terutama pada sisi *inventory* dimana merupakan upaya penerapan konsep *just in time (JIT)*, 7) VI (*value index*) sebagai penilaian dari nilai pada sebuah aliran proses pelaksanaan pekerjaan terutama berfokus kepada optimalisasi *value added activity*. Dari lima jenis kategori indikator pendekatan penilaian kinerja tersebut akan digunakan beberapa saja terutama

yang paling terkait dengan kejadian keterlambatan proyek yaitu pada performa biaya dan waktu (SPI & CPI) serta pada efektifitas aliran pekerjaan pada VI. Untuk pendekatan lainnya seperti evaluasi penilaian kualitas pekerjaan pada SR dan pengukuran pemborosan *waste inventory* tidak digunakan karena selain memerlukan data aktual dari tiap detail pelaksanaan pekerjaan dimana belum tercatat dengan baik pada saat pelaksanaan juga kedua index pengukuran ini masih belum banyak terkait dengan fokus pembahasan keterlambatan proyek pada penelitian ini.

Data yang digunakan dalam perhitungan ini adalah data sekunder yang berasal dari laporan pelaksanaan proyek pada periode evaluasi mulai awal pelaksanaan pada bulan april 2018 sampai pada saat berakhirnya waktu normal pekerjaan sesuai dengan kesepakatan dalam kontrak awal pekerjaan yaitu pada bulan Juni 2019. Melalui data laporan kemajuan proyek tersebut akan dihitung nilai LSS-PI terkait *schedule* yaitu *schedule variance* (SV) dan *schedule performance index* (SPI). Dari data tersebut diharapkan mampu mewakili dan dapat menggali penyebab keterlambatan melalui pendekatan analisis *waste* yang terjadi.

Perhitungan LSS-PI terkait keterlambatan yang dilakukan adalah terkait performansi pekerjaan dan pelaksanaan aktual proyek dibandingkan dengan kinerja yang telah ditetapkan dalam perencanaan penjadwalan yang dilakukan dan tertuang dalam master schedule project. Indikator-indikator yang diukur dalam hal ini adalah beberapa terkait dan diperoleh melalui pengukuran dalam Earn Value Management System (EVMS) diantaranya adalah SV (Schedule Variance), CV (Cost Variance), SPI (Schedule Performance Index) dan CPI (Cost Performance Index) dimana perumusannya telah diberikan pada persamaan (3), (4), (5) & (6) dan hasil perhitungannya diperoleh seperti dibawah ini yang dicontohkan menggunakan data laporan pekerjaan pada saat batas waktu akhir pelaksanaan yaitu di bulan Juni 2019. Data laporan tersebut seperti ditunjukkan pada tabel 4.1: Diketahui nilai Eearned Value (EV) dan Planned Value (PV) dihitung melalui prosentase progress contoh diambil pada laporan pekerjaan pada tabel 4.1, maka $EV = 85,018\% \times \text{Tot. Nilai Pekerjaan} = 85,018\% \times \text{Rp. } 65.000.000.000,-$
 $EV = \text{Rp } 55.261.989.086,-$

PV= 100% x Tot. Nilai Pekerjaan = 100% x Rp. 65.000.000.000,-

PV= Rp. 65.000.000.000,-

Maka nilai penyimpangan waktu pada akhir batas waktu pelaksanaan Juni 2019:

SV= EV – PV(3)

SV = Rp 55.261.989.086 - Rp. 65.000.000.000 = - **(Rp. 9.738.010.913)**

$SPI = \frac{E}{P}$ (6)

SPI = Rp 55.261.989.086 / Rp. 65.000.000.000 = **0,85**

Nilai index berikutnya terkait penggunaan biaya dimana diambil dari laporan pembiayaan proyek pada akhir pelaksanaan tersebut telah terbelanjakan dari total nilai HPP yaitu sebesar 89% x Rp. 65.000.000.000 = Rp 57.850.589.066, maka

CV = EV – AC(4)

CV = Rp 55.261.989.086 - Rp 57.850.589.066 = - **(Rp 2.588.599.980)**

$CPI = \frac{E}{A}$ (5)

CPI = Rp 55.261.989.086 / Rp 57.850.589.066 = **0,95**

Dari pengukuran kinerja proyek yang diberikan, diperoleh angka SV dan CV bernilai negatif dimana hal ini mengindikasikan terjadi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan yaitu senilai SV = - **(Rp. 9.738.010.913)** atau *behind schedule* sebesar -14,98%. Nilai CV juga menunjukkan angka negatif yang mengindikasikan terjadi *cost overrun* sebesar - **(Rp 2.588.599.980)** pada periode evaluasi di akhir Juni 2019.

Melalui perhitungan CPI dan SPI pada periode evaluasi tersebut menunjukkan nilai dibawah angka 1.0 dapat diartikan bahwa dalam pelaksanaan proyek ini, perusahaan kontraktor telah mengeluarkan biaya yang lebih besar dari pada yang diperlukan atau direncanakan dengan pencapaian progress pekerjaan fisik juga tidak tercapai atau kurang dari progress yang jadwal telah direncanakan.

Komponen perhitungan LSS-PI berikutnya yang dilakukan perhitungan adalah terkait performansi pelaksanaan proyek yang diukur dari nilai waste dan value added activity yang terjadi pada proses pelaksanaan eksekusi proyek. Ukuran parameter nilai untuk waste dan value ini di rumuskan dalam *Value Index* (VI). Perhitungan VI ini adalah menggunakan kalkulasi nilai *Conversion Time*

(CT) dan *Flow Time (FT)* selama periode evaluasi pelaksanaan. Perhitungannya diberikan seperti dibawah ini:

$$VI = \frac{C}{(C + F)} \dots\dots\dots (8)$$

$$VIe = \frac{C}{(C + F)} = (7) / (7+10) = \mathbf{0,4118}$$
 (VI fase Engineering)

$$VIp = \frac{C}{(C + F)} = (181) / (181+16) = \mathbf{0,91}$$
 (VI fase Procurement)

Intepretasi nilai untuk indeks VI adalah semakin besar mendekati nilai ideal yaitu di angka 1.0 dapat dikatakan semakin baik dan efektif perencanaan aliran kerjanya dikarenakan proses yang berjalan sangat minim terhadap terjadinya *non value added activity (NVA)* atau secara umum aliran proses pekerjaan cukup optimal mengandung aktivitas VA.

Keseluruhan pengukuran nilai dari LSS-PI pelaksanaan proyek ini dapat dirangkum secara menyeluruh dalam tabel 4.8. Dimana ditunjukkan

Tabel 4.8 Resume Hasil Penilaian Lean Six Sigma Performance Index

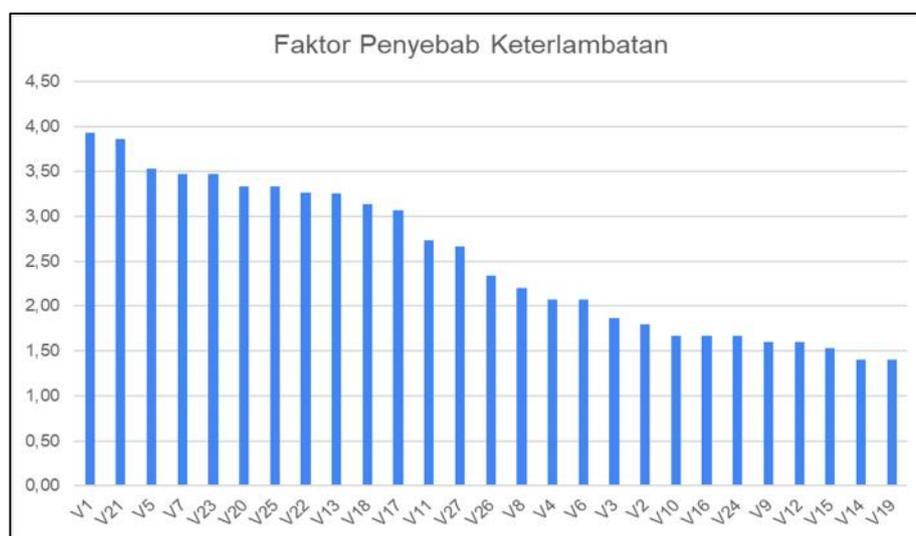
No	Indikator	Parameter			LSS-PI
1	EVMS data	PV: Rp.65 M	EV:Rp.55,2M	AC:Rp.57,8M	SV: 9,7M SPI: 0,85 CPI: 0,95
2	Value Data	CTe:7(day) CTp:181(day)	FTe:10(day) FTp:16(day)	PeriodsE:17(day) PeriodsP:197(day)	VIe: 0,4118 Vip: 0,91

4.3 Analisis Data (*Analyze*)

4.3.1 Analisis Data Penyebab Keterlambatan Proyek

Melalui data variable penyebab keterlambatan proyek yang telah dilakukan pengukuran dan pengolahan melalui sistem kuesioner telah teridentifikasi bahwa terdapat 27 kejadian yang dimungkinkan menjadi penyebab keterlambatan proyek seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.3. Dari ke 27 faktor penyebab keterlambatan proyek yang terjadi diperlihatkan dalam diagram pada gambar 4.9 yaitu menunjukkan faktor penyebab keterlambatan yang dianggap dominan terjadi pada pelaksanaan proyek yaitu peringkat 1 atau paling dominan terletak pada variabel1 (V1) Sistem manajemen perencanaan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (*improper planning*) dengan nilai signifikansi rata-rata 3,933/5 atau 78,6% diikuti dengan varibel pada peringkat berikutnya yaitu V21

Keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner dengan nilai signifikansi rata-rata 3,87/5 atau 77,3% dan pada posisi dominan ketiga yaitu V5 lemahnya kemampuan keuangan kontraktor dengan nilai signifikansi rata-rata 3,53/5 atau 70,6%.



Gambar 4.9 Grafik Pengukuran Variabel Faktor Penyebab Keterlambatan

Melalui data tiga jenis variabel keterlambatan yang dianggap paling dominan diatas maka selanjutnya akan dihubungkan dengan data hasil penilaian faktor pemborosan (*critical waste*) untuk kemudian dilakukan analisa akar permasalahan melalui metode *5 Why's*.

4.3.2 Analisis Data Pemborosan (*waste*)

Melalui data variable pemborosan yang telah dilakukan pengumpulan, pengukuran dan pengolahan melalui sistem kuesioner telah teridentifikasi bahwa terdapat pemborosan yang terjadi pada eksekusi pelaksanaan proyek obyek studi dimana dikelompokkan menjadi 7 jenis kategori pemborosan (*seven waste*). Dari ke tujuh klasifikasi jenis pemborosan yang terjadi diperlihatkan dalam diagram pada gambar 4.6 yaitu pemborosan jenis proses yang berlebihan (*Excess Processing*) diduga menjadi pemborosan dominan (*critical waste*) yang memiliki nilai paling tinggi yaitu 175 poin atau signifikansi 90%, diikuti dengan *Waste Movement* senilai 133 Poin atau signifikansi 68% dan pada peringkat ketiga terdapat *Waste Inventory* dengan nilai 11 Poin atau signifikansi 57%.

Pada tiga kategori pemborosan yang dianggap paling dominan atau dapat disebut sebagai *critical waste* melalui hasil penilaian kuesioner pada tahap sebelumnya maka akan dilakukan analisa kecocokan terhadap data variabel faktor penyebab keterlambatan yang sebelumnya juga telah dilakukan pengukuran nilainya. Hasil kecocokan variabel penyebab keterlambatan dengan faktor *waste* ini dikelompokkan juga berdasarkan hasil diskusi dengan pakar dan stakeholder proyek yang terlibat dalam pelaksanaan dan pengelompokkan tersebut seperti ditunjukkan dalam tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Pengelompokkan Faktor keterlambatan dengan Pemborosan

No	Variabel Keterlambatan	Faktor Pemborosan	Analisa Lanjutan
1	V1 Sistem manajemen perencanaan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (improper planning)	<i>Movement (W6)</i> <i>Inventory (W5)</i>	5 <i>Why's</i>
2	V21 Keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner	<i>Excess Processing (W7)</i>	5 <i>Why's</i>
3	V5 lemahnya kemampuan keuangan kontraktor	<i>Waiting (W2)</i>	5 <i>Why's</i>

Selain analisis RCA yang akan dilakukan dalam perumusan akar permasalahan keterlambatan yang terjadi pada proyek obyek studi, khusus untuk faktor pemborosan utama (*Critical Waste*) yaitu pada kelompok *Excess Processing* ini diantaranya yang memiliki dominasi yaitu 1) Birokrasi dalam pelaksanaan pembelian / pekerjaan terlalu berbelit atau rumit, 2) Permintaan perubahan spesifikasi & keperluan klarifikasi. Untuk itulah pada dua pemborosan ini dilakukan juga analisis *Process Activity Mapping* (PAM) dengan melakukan simulasi Current State Mapping pada fase Engineering dan procurement yang paling terkait dengan dua jenis waste tersebut.

4.3.3 Analisis Akar Penyebab Keterlambatan dan Pemborosan (5Why's)

Pada hasil penilaian terhadap faktor keterlambatan dan pemborosan dominan yang telah diperoleh dan dikelompokkan pada tabel 4.9, maka selanjutnya perlu dilakukan kajian lanjutan untuk mengetahui akar penyebab dari permasalahan timbulnya faktor keterlambatan dan pemborosan yang terjadi. Dalam hal ini analisa akan dilakukan pada variabel pemborosan *movement* dan *inventory* yang diduga menjadi pemicu daripada timbulnya faktor keterlambatan dominan V1, berikutnya juga terhadap pemborosan *excess processing* yang

diduga menjadi pemicu daripada timbulnya faktor keterlambatan V21 dan yang terakhir adalah terhadap pemborosan *waiting* yang diduga menjadi pemicu daripada timbulnya faktor keterlambatan V5. Identifikasi kajian akar permasalahan diberikan dengan metode 5 *Why's* seperti ditampilkan pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Identifikasi Akar Penyebab Pemborosan (5 *Why's*)

Waste Factor	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Excess Processing</i> (W7)	Proses approval Dokumen Teknis & Pekerjaan Lama	Birokrasi approve panjang dan lama dari internal kontraktor – konsultan – owner- kontraktor	Proses review approve bersifat dokumen fisik terkendala pengiriman dll	Proses review approve electronic belum dapat disepakati dapat dilakukan	Sistem validitas dan keabsahan dokumen secara hokum dan legal belum diatur/ dijamin.
<i>Movement</i> (W6)	Pergerakan tidak perlu banyak terjadi terutama untuk pengadaan kekurangan material dan pencarian peralatan dan material kerja	Site manager dan supervisi lapangan hanya berbekal rencana kerja umum yang berisi item pekerjaan sehingga tidak terprediksi terhadap kesiapan material dan peralatan	Tidak ada sistem perencanaan persiapan persipan material dan peralatan kerja sebelum pekerjaan eksekusi dilakukan	Site manager dan supervisi lapangan tidak membuat perencanaan detail sampai dengan man power, material dan tools planning	Seleksi dan evaluasi terkait kinerja setingkat site manager dan supervisor lapangan tidak dilakukan rutin dan ketat oleh project manager
<i>Inventory</i> (W5)	Material pekerjaan dan equipment di site tidak teratur dan ada resiko pengadaan ulang berlebihan karena kesulitan dalam pencarian serta kehilangan material peralatan	Dilapangan tidak ada sistem manajemen inventory dan perencanaan pengendalian gudang material dan peralatan	Tidak tersedia man power khusus bertanggungjawab terhadap manajemen inventory dan hanya ada petugas pencatat gudang dan keamanan saja.	Keterbatasan ijin penambahan alokasi man power dan tidak adanya awareness dari team proyek terkait pentingnya fungsi pengendalian inventory.	Tidak ada pemantauan dan pembekalan khusus dari manajemen pusat terkait standar baku dan prosedur perencanaan dan pengendalian inventory
<i>Waiting</i> (W2)	Banyak terjadi kegiatan menunggu disebabkan oleh ketidaksiapan material, peralatan dan dokumen pekerjaan	Pekerjaan sub-kon sering berhenti dikarenakan keterlambatan pembayaran dari kontraktor, dan beberapa pengiriman tertunda terkait dengan tagihan.	Keterlambatan suply dan pencairan pembayaran serta aliran pembiayaan pelaksanaan proyek dikarenakan pengendalian keuangan dengan manajemen terpusat dari head office	Kemampuan keuangan kontraktor yang lemah serta permasalahan keuangan di pusat sedang kurang baik	

Pada hasil analisis 5 *Why's* diatas maka pada tingkat why terakhir dianggap sebagai akar penyebab dari permasalahan pemborosan dan keterlambatan sehingga memerlukan perhatian khusus dan serius bagi perusahaan kontraktor.

4.3.4 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM)

Sesuai dengan analisis *critical waste* yang diperoleh pada jenis *excess processing* dan yang terkait adalah proses pada fase engineering dan procurement maka dilakukan pembuatan *value stream mapping (VSM) existing process* atau disebut sebagai *current state mapping (CSM)*. Pada hasil pembuatan CSM pada fase engineering terlihat memiliki pengaruh terbesar dalam keterlambatan yang terjadi dimana dari total waktu untuk memproses 264 dokumen engineering terdapat NVA sebesar 10 hari dikalikan 11 siklus menjadi total 110 hari. Nilai NVA yang cukup besar ini adalah potensi dalam optimalisasi dari proses produksi untuk keseluruhan dokumen engineering.

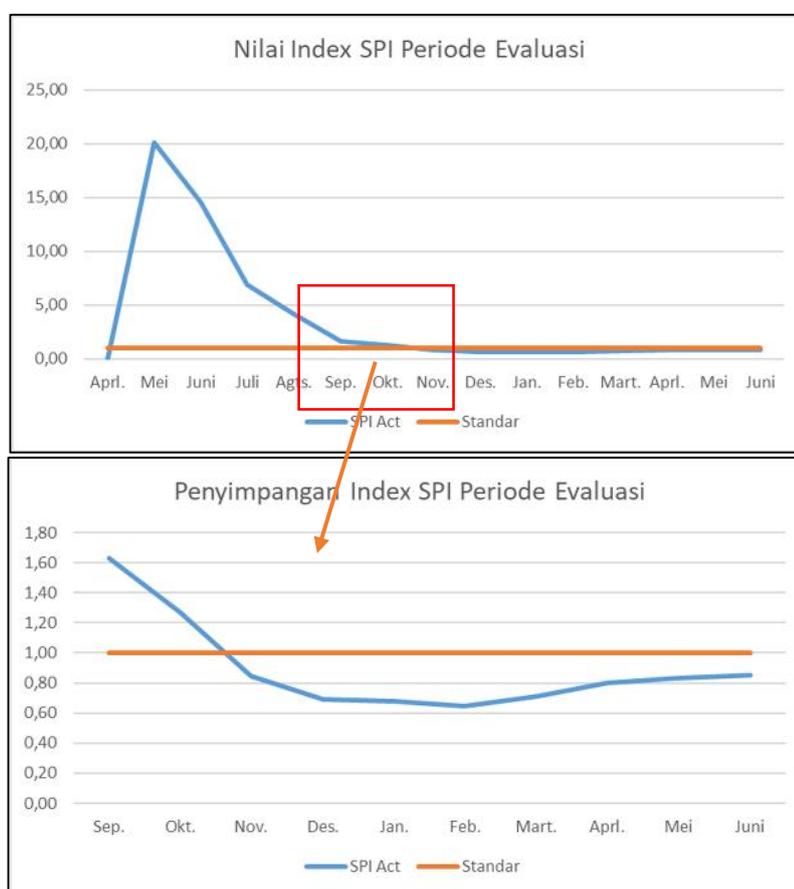
Dalam analisis terhadap penyebab dari nilai total NVA yang tinggi pada fase *engineering* adalah terkait dengan panjangnya proses birokrasi dalam proses pembuatan, pemeriksaan sampai pada persetujuan dokumen final. Birokrasi yang ditempuh dalam proses ini banyak yang masih bersifat fisik dan manual sehingga sangat bergantung pada ketersediaan waktu dan jadwal dari personil yang bertanggung jawab terhadap proses ini baik dari internal kontraktor, konsultan maupun *project owner*.

4.3.5 Analisis Index Kinerja LSS-PI (Existing)

Dalam analisis data hasil pengukuran dari keseluruhan nilai LSS-PI pelaksanaan proyek yang terangkum pada tabel 4.8. Melalui keseluruhan elemen pengukuran indeks kinerja ini adalah secara tidak langsung menunjukkan performa dan prestasi kinerja yang terjadi pada pelaksanaan eksekusi proyek obyek studi. Seperti ditunjukkan pada hasil pengukuran indeks kinerja $CPI=0,933$ dan $SPI=0,719$ di periode evaluasi tersebut dimana menunjukkan nilai dibawah angka 1.0 dan dapat diartikan bahwa dalam pelaksanaan proyek ini, perusahaan kontraktor telah mengeluarkan biaya yang lebih besar dari pada yang diperlukan (CPI) atau direncanakan dengan pencapaian progress pekerjaan fisik juga tidak tercapai atau kurang dari progress yang jadwal telah direncanakan (SPI). Dalam hal ini perusahaan juga perlu menetapkan standar acuan untuk indeks CPI dan SPI ini pada tiap tahap evaluasi, selain itu pada indeks kinerja ini yang terkait dengan EVMS maka nilai yang di jadikan acuan oleh perusahaan di sarankan ada pada angka diatas 1.0 dimana hal tersebut untuk dapat mengkompensasi adanya

kegagalan pelaksanaan yang sudah direncanakan tidak langsung berdampak pada keseluruhan penjadwalan dan pembengkakan biaya.

Pengukuran indeks terkait keterlambatan dalam SV dan SPI pada simulasi perhitungannya masih menggunakan nilai dari progress kemajuan pekerjaan pada saat batas akhir pelaksanaan bulan Juni 2019, namun jika dapat dilakukan pengukuran dari pada saat laporan pekerjaan dimulai pada bulan April 2018 sampai Juni 2019 maka akan dapat dipantau penyimpangan indeks kinerja tersebut pada tiap masing-masing periode evaluasi. Hal ini seperti ditunjukkan pada gambar. Menunjukkan angka index SPI dari tiap periode evaluasi proyek.



Gambar 4.10 Grafik Nilai Indeks SPI pada Tiap Periode Evaluasi

Melalui grafik nilai SPI yang ditunjukkan pada gambar 4.10 tersebut seharusnya sudah dapat terlihat bahwapenyimpangan dan penurunan performa kinerja proyek dari waktu ke waktu periode evaluasi terutama nilai SPI yang ditunjukkan penurunan dibawah standar acuan nilai yaitu di indikasikan mulai bulan Nopember 2018 dan hal ini seharusnya akan dapat menjadi perhatian khusus

bagi tim evaluator dan project management untuk menyiapkan strategi perbaikan sehingga kejadian keterlambatan dapat diantisipasi lebih awal sehingga masih cukup waktu untuk perbaikan dapat diterapkan agar kejadian keterlambatan tidak terjadi.

Indeks kinerja proyek berikutnya yang diukur adalah terkait pemborosan dan ukuran efektifitas kerja dalam *value index (VI)*. Nilai pada indeks VI dimana jika nilainya semakin besar mendekati nilai ideal yaitu di angka 1.0 dapat dikatakan semakin baik dan efektif perencanaan aliran kerjanya dikarenakan proses yang berjalan sangat minim terhadap terjadinya *non value added activity*. Pengukuran nilai VI ini adalah memerlukan media atau data tambahan berupa *value stream mapping* serta data aktivitas proses berikut waktu aktual yang diperlukan. Untuk itu pada pelaksanaan proyek berikutnya, pembuatan VSM pada masing-masing tahapan proses sehingga dapat diketahui sejak awal dimana proses yang tidak efektif dan segera untuk dilakukan perencanaan perbaikan proses dalam diskusi yang mungkin dapat melibatkan pihak konsultan serta *project owner* sehingga dapat dibentuk komitmen pelaksanaan yang lebih baik.

4.4 Rencana Tindak Lanjut dan Perbaikan (*Improvement*)

4.4.1 Perbaikan Akar Permasalahan Keterlambatan dan Pemborosan Proyek

Melalui analisis data yang dilakukan pada komponen faktor penyebab keterlambatan beserta *critical waste* yang terjadi pada proses eksekusi pelaksanaan proyek object studi kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *5Why's* sehingga diperoleh kemungkinan akar permasalahan yang akan dilakukan tindak lanjut untuk perbaikan.

Analisis rekomendasi perbaikan untuk permasalahan keterlambatan diberikan dalam metode *if then root cause analysis* dan rekomendasi seperti ditunjukkan dalam tabel 4.11 dibawah ini. Dimana komponen akar permasalahan diambil berdasarkan hasil analisis *5Why's* yang diberikan pada pembahasan sebelumnya yaitu pada tabel 4.10.

Tabel 4.11 Analisis Akar Permasalahan Keterlambatan dan Rekomendasi

Waste Factor	Root Cause	Rekomendasi Perbaikan
<i>Excess Processing</i> (W7)	Sistem validitas dan keabsahan dokumen yang di review dan approve secara electronic dalam sudut pandang hukum dan legal belum diatur/ dijamin dalam peraturan perundang-undangan pemerintah	Pada saat ini transaksi elektronik sudah mulai mendapatkan prioritas khusus dalam pengakuan keabsahan dan kekuatan hokum oleh pemerintah dikarenakan digitalisasi industri 4.0 ditambah dengan tekanan kondisi pandemi. Maka kedepannya diawal kesepakatan didiskusikan terkait alternatif penggunaan metode persetujuan dan review dokumen dapat dilakukan untuk mengkompensasi dari resiko keterlambatan yang terjadi seperti pada proyek study kasus.
<i>Movement</i> (W6)	Seleksi dan evaluasi terkait kinerja setingkat site manager dan supervisor lapangan tidak dilakukan rutin dan ketat oleh project manager	Team proyek atau dalam hal ini project manager (PM) dapat melibatkan team HC (<i>human capital</i>) dari perusahaan pusat untuk membantu dalam seleksi serta standarisasi kualifikasi dan evaluasi kinerja personil setingkat <i>supervisor</i> dan <i>site manager</i> agar supaya PM dapat selalu melakukan kontrol dan evaluasi terhadap target dan kinerja personil dilapangan sehingga perencanaan dan pelaksanaan menjadi lebih baik
<i>Inventory</i> (W5)	Tidak ada pemantauan dan pembekalan khusus dari manajemen pusat terkait standar baku dan prosedur perencanaan dan pengendalian inventory	Melalui biro <i>supply chain management & inventory</i> dari kantor pusat dapat memberikan baku mutu serta prosedur perencanaan dan pengendalian <i>inventory</i> untuk dapat dilakukan penerapan di lokasi proyek sehingga management inventory dapat terlaksana dan teraplikasikan dengan lebih baik
<i>Waiting</i> (W2)	Kemampuan keuangan kontraktor yang lemah serta permasalahan keuangan di pusat sedang kurang baik	Manajemen di kantor pusat terutama dalam sistem keuangan dan pembiayaan perlu melakukan perencanaan prioritas pembelanjaan dan anggaran, terutama jika menyangkut dengan pembiayaan operasional proyek berjalan. Karena terutama pada pelaksanaan proyek obyek study selalu di backup dengan progress pembayaran yang baik dan on time dari pihak Owner

4.4.2 Perbaikan Aktivitas Proses (*Process Activity Improvement*)

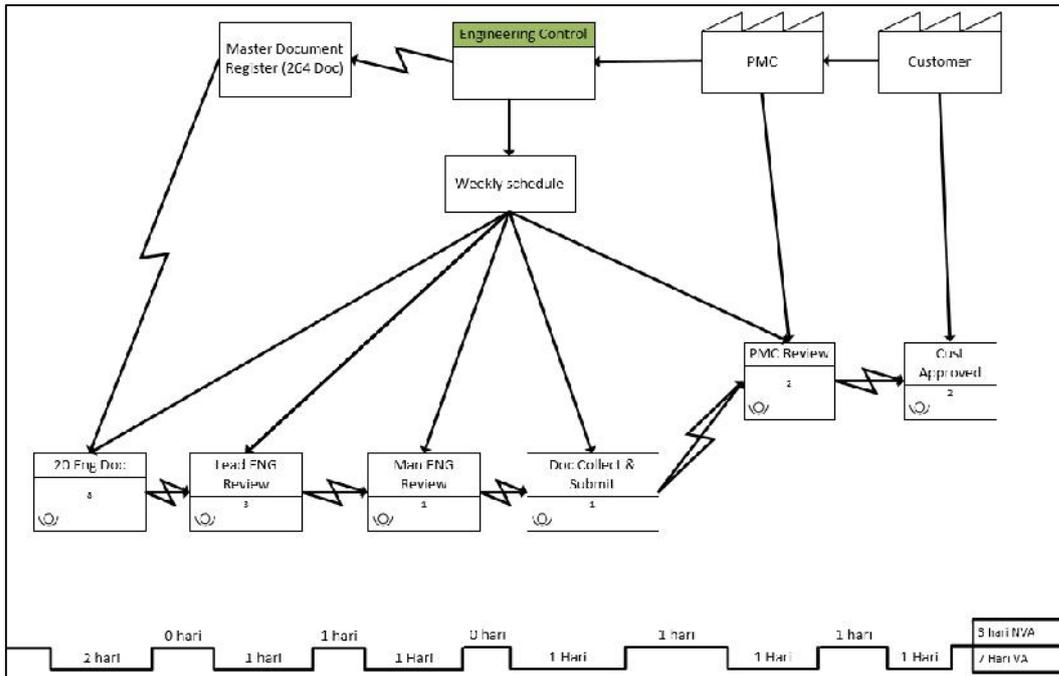
Melalui analisis data yang dilakukan pada komponen *critical waste* yang terjadi pada proses eksekusi pelaksanaan proyek object studi dimana perhatian utama terletak pada jenis pemborosan *Excess Processing* yang di dominasi oleh kegiatan 1) Birokrasi dalam pelaksanaan pembelian / pekerjaan terlalu berbelit atau rumit, 2) Permintaan perubahan spesifikasi & keperluan klarifikasi, dimana kedua aktifitas dominan ini terdapat pada fase engineering dan procurement.

Perencanaan perbaikan proses pada fase engineering dan procurement dilakukan dengan membuat diagram alir proses yang disebut sebut sebagai *Future State Mapping* (FSM). Pembuatan FSM tersebut didasarkan pada diagram alir

existing process yang tertuang sebelumnya dalam CSM yang kemudian dilakukan perencanaan perbaikan melalui analisis potensi pengurangan dari komposisi waktu yang termasuk dalam *Non Value Added Activity* (NVA) untuk meningkatkan efisiensi serta efektifitas aktifitas proses.

Diagram perencanaan FSM yang dibuat ditampilkan seperti pada gambar 4.11 dan 4.12. Pada gambar FSM tersebut terdapat perbaikan pada konsumsi waktu proses NVA yang berkurang dikarenakan terdapat upaya perencanaan perbaikan dari proses pelaksanaan di lapangan. Gambar 4.11 menunjukkan FSM dari kegiatan fase Engineering dimana terdapat tindak lanjut berupa rencana perbaikan terkait pengurangan terhadap aktifitas NVA dimana pada awalnya terdapat banyak waktu yang teralokasi untuk proses menunggu dan antrian dokumen fisik untuk dilakukan proses review dan approve oleh perangkat organisasi internal maupun dari pihak konsultan dan *project owner*.

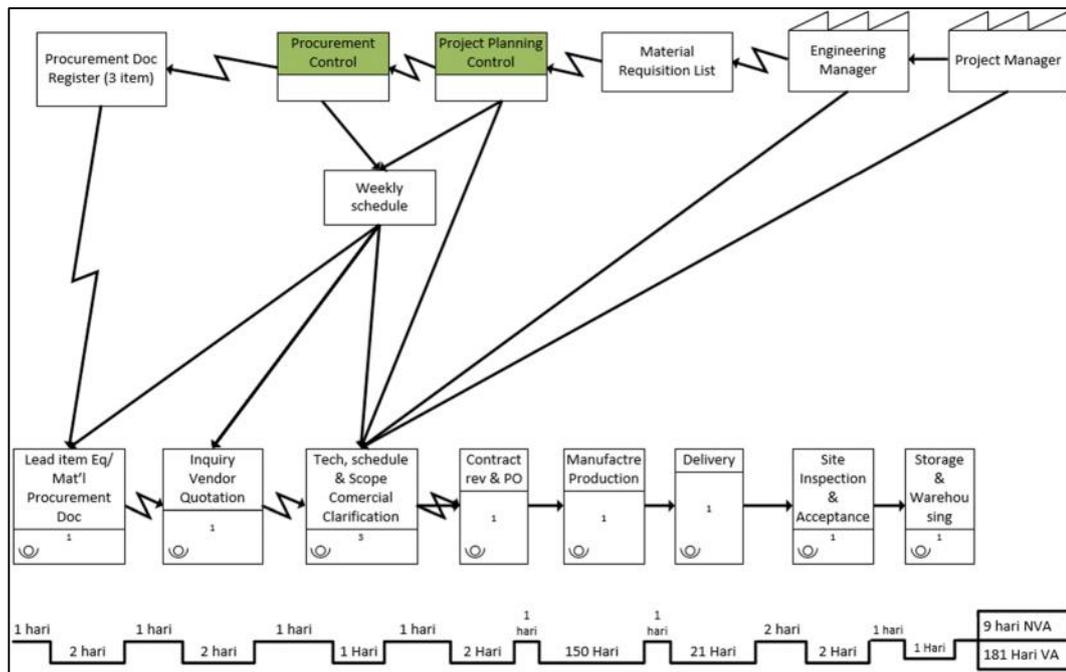
Pengurangan alokasi waktu NVA pada proses review dan approval dokumen engineering tersebut dilakukan dengan beberapa upaya perbaikan yaitu 1) Proses review dan approval dokumen dilakukan dengan menambahkan transmital dan pengiriman dokumen secara electronic menggunakan email dan aplikasi, sehingga proses pemeriksaan dan persetujuan dokumen dapat dilakukan dimana saja pihak yang berwenang berada serta dapat mengurangi waktu tunggu terhadap pengiriman dokumen secara fisik (dokumen fisik tetap digunakan sebagai evidence fisik pelaksanaan pekerjaan). Pengurangan alokasi waktu NVA dapat diperlihatkan dari yang sebelumnya memerlukan 10 hari/ siklus transmital dokumen menjadi total NVA 3 hari/ siklus transmital dokumen. Sehingga estimasi untuk penyelesaian keseluruhan 264 dokumen engineering atau rencana 11 siklus pengiriman menjadi total NVA 33 hari dari yang sebelumnya 110 hari.



Gambar 4.11 *Future State Mapping* Fase Pelaksanaan Engineering

Untuk tindak lanjut perbaikan pada aktifitas proses fase procurement juga akan dibuat perencanaan aliran pekerjaan pada FSM fase procurement seperti yang diberikan pada gambar 4.12. Pada gambar tersebut menunjukkan terdapat pengurangan alokasi waktu NVA pada proses procurement diantaranya pada proses komunikasi team procurement bersama team engineering dalam pembuatan daftar procurement item register, dimana pada proses sebelumnya dilakukan secara manual dan terkendala komunikasi dan birokrasi internal di engineering. Dari total jumlah NVA procurement pada proses sebelumnya yaitu 16 hari untuk 1 lead item sehingga menjadi 48 hari untuk 3 lead item yang harus dikerjakan. Pada perencanaan FSM yang dibuat menunjukkan total lead item berkurang menjadi 9 hari/ lead item sehingga total 27 hari untuk 3 lead item.

Secara estimasi melalui perbaikan proses yang dilakukan dalam pembuatan FSM fase procurement adalah dapat dilakukan reduksi *Non Value Added Activity* dari total 48 hari menjadi 27 hari atau dapat diestimasikan terjadi penghematan secara ideal maksimal sebesar 21 hari. Hal ini dapat dilakukan yaitu dengan usulan pada optimalisasi dan pemangkasan birokrasi pada proses review cek dan approve dalam fase dokumen teknis melalui team engineering dengan team procurement.



Gambar 4.12 Future State Mapping Fase Procurement

4.4.3 Perbaikan Pada LSS-PI (LSS-PI Improvement)

Lean Six Sigma-Performance Index (LSS-PI) dalam analisis ini adalah disebut sebagai parameter pendekatan pencapaian terhadap produk dan layanan sebagai kerangka kerja untuk penerapan prinsip *Six Sigma* dalam operasi konstruksi yang mana perlu di definisikan terlebih dahulu dari kasus analisis permasalahan yang akan dilakukan.

Dalam tahap pengukuran dan analisis data terkait LSS-PI yang telah dilakukan diperoleh nilai Index dan juga interpretasinya terhadap kinerja pelaksanaan proyek object studi. Untuk itu dalam tahap *improvement* ini memerlukan perencanaan dan penetapan nilai standar tolok ukur indeks LSS-PI disesuaikan dengan komitmen dan kemampuan perusahaan dalam pencapaiannya. Nilai tolok ukur tersebut akan dijadikan sebagai alat evaluasi dan alarm terhadap kinerja pada tahap evaluasi yang dilakukan, sehingga perencanaan setelah evaluasi akan selalu terkontrol serta harus disertakan dengan strategi perencanaan tindak lanjut jika nilai prestasi kinerja aktual pada saat periode evaluasi terdapat nilai dibawah standar minimum terbawah dari LSS-PI yang ditetapkan.

Standar minimal nilai LSS-PI yang di usulkan dalam fase *improvement* LSS-PI pada penelitian ini dilakukan estimasi pendekatan dengan disertai diskusi

bersama dengan pakar pelaksana proyek yang terlibat dalam pelaksanaan. Beberapa nilai index yang terdiri dari Sigma Rating (SR) diusulkan dapat ditetapkan dengan angka minimum sebesar $SR = 3.0$ yang berarti bahwa cacat pekerjaan maupun kegagalan layanan yang di ijinakan pada proses eksekusi pekerjaan adalah hanya 1% dari total keseluruhan pekerjaan atau 99% pekerjaan harus dalam kondisi tercapai sesuai dengan rencana, tidak cacat dan tidak terjadi pekerjaan ulang.

Nilai index berikutnya yang perlu ditetapkan standar acuan minimalnya yaitu adalah Schedule Performance Index (SPI) dan Cost Performance Index (CPI) yang mana menggambarkan dari kinerja perencanaan jadwal dan alokasi biaya pada tiap periode evaluasi pekerjaan. Nilai SPI dan CPI yang diusulkan dalam analisis dan diskusi ini adalah pada angka $SPI = 1.10$ dan $CPI = 1.10$ dimana mengandung pengertian bahwa harus ada terdapat minimum sebesar 10% lebihnya dari performance yang direncanakan tiap periode evaluasi sebagai buffer waktu maupun biaya sehingga dapat mengkompensasi jika ada kemungkinan terjadi keterlambatan.

LSS-PI yang berikutnya adalah terkait pemborosan yang terjadi dalam proses pelaksanaan yaitu dinilai berdasarkan Waste Index (WI) dan Value Index (VI). Melalui diskusi yang dilakukan maka usulan nilai acuan untuk VI dan WI yaitu adalah pada nilai VI 0,75 dan WI 0,15, hal ini memiliki pengertian bahwa pada nilai VI 0,75 maka hanya di ijinakan waktu yang tergolong NVA pada perencanaan proses hanya di ijinakan sebesar 25% dari total waktu penyelesaian proses. Namun tidak hanya mewakili dari waktu yang tertuang dalam perencanaan proses, dalam penerapan berikutnya diharapkan data pengukuran VI adalah dilakukan dengan pendataan waktu aktual yang di alokasikan pada tiap paket-paket pekerjaan secara berkala sehingga VI juga akan dapat memperlihatkan jumlah pemborosan *movement* dan *conveyance*.

Setelah nilai VI maka nilai WI yang diusulkan untuk dijadikan acuan maksimal yang di ijinakan dalam proses evaluasi yaitu adalah $WI = 15\%$ hal ini memiliki arti bahwa waste yang berupa inventory atau penyimpanan yang di ijinakan hanya maksimal 15% dan itu bermakna bahwa perencanaan pengadaan material dan jasa harus sesuai dengan yang diperlukan (*just in time*).

Meskipun pada penelitian ini belum dapat dilakukan pengukuran ke-5 komponen LSS-PI dalam upaya mengatasi *waste* dikarenakan pengukuran LSS-PI memerlukan komitmen dan pengukuran data aktual secara berkala pada saat proyek berjalan, sedangkan penelitian ini dilakukan pada saat proyek sudah dinyatakan selesai dan pada proses pelaksanaan proyek ini belum ada program penerapan sistem *lean six sigma* sehingga data-data terkait pemborosan mulai dari pekerjaan *rework*, cacat dan perbaikan, komponen perencanaan inventory belum sepenuhnya diamati dan dicatat (*). Sehingga Dari beberapa nilai acuan LSS-PI yang di usulan tersebut diatas maka jika dirangkum dalam tabel standar nilai acuan LSS-PI yang digunakan serta dapat dikaitkan dengan jenis 7 kelompok pemborosan (*seven waste*) dengan dibandingkan terhadap nilai LSS-PI proyek obyek study pada saat evaluasi di akhir batas waktu pelaksanaan yaitu di bulan Juni 2019, hasilnya seperti ditampilkan dalam tabel 4.12.

Tabel 4.12 Resume Usulan Nilai Acuan LSS-PI dan Hubungan Terhadap 7 Wastes

No	Seven Wastes	LSS-PI	LSS-PI (Acuan)	Keterangan
1	Defective parts / Correction	SR: - (*)	SR 3,0	93% pekerjaan harus tercapai sesuai rencana, tidak cacat dan tidak terjadi pekerjaan ulang
2	Waiting/ Delays	SPI: 0,85	SPI 1,10	minimum lebih sebesar 10% performance waktu direncanakan sebagai buffer waktu terjadi keterlambatan
3	Over Production	CPI: 0,95	CPI 1,10	minimum lebih sebesar 10% performance biaya direncanakan sebagai buffer biaya terjadi keterlambatan
4	Excess Processing	Vie: 0,4118 Vip: 0,91	VI 0,75	NVA yang di ijinakan pada proses sebesar 25% dari total waktu penyelesaian proses.
5	Transportation/ Conveyance			
6	Movement / Unnecessary motion			
7	Inventory	WI: (*)	WI 15%	Waste inventory yang di ijinakan maksimal 15%, perencanaan pengadaan material dan jasa harus sesuai dengan yang diperlukan (<i>just in time</i>).

4.5 Rencana Pengendalian dan Pengawasan (*Control*)

Fase control merupakan fase untuk memantau agar alternatif perbaikan yang telah direncanakan dapat benar-benar terimplementasikan. Mekanisme control yang pertama adalah pembuatan control sheet untuk mengingatkan

kontraktor mengenai hal-hal yang harus dilakukan sebagai upaya tercapainya kinerja proyek sesuai dengan acuan LSS-PI yang telah disepakati pada tiap periode evaluasi. Selain itu diperlukan pula control chart yang dapat secara berkala (bahkan sebelum periode evaluasi) untuk mengetahui proses yang berlangsung masih dalam kondisi terkontrol atau tidak.

Dalam proses pembuatan control chart maupun control sheet yang akan ada bersama didalam laporan pengendalian proyek maka diperlukan perhatian yang mendetail serta harus dilakukan perincian rencana kegiatan berdasarkan dokumen kontrak, gambar kerja, spesifikasi teknis dan juga RKS (Rencana Kerja dan Syarat-syarat). Melalui *detailing breakdown* sampai pada aktifitas kegiatan proses terkecil pada pelaksanaan eksekusi proyek yang diperoleh maka akan dilakukan perencanaan penjadwalan, update progress serta identifikasi hambatan dan peluang terhadap penyelesaian proyek sesuai dengan rencana. Wujud perencanaan proses kontrol ini diwujudkan dalam laporan proyek harian, mingguan dan bulanan agar dapat diperoleh data perkembangan aktual dilapangan sehingga dapat digunakan sebagai dasar analisis terhadap permasalahan yang terjadi serta perumusan strategi solusinya pada tahap pelaksanaan berikutnya.

Dalam tahap kontrol ini jika dilakukan simulasi proses pelaksanaan aktual melalui perencanaan FSM pada fase engineering dan fase procurement diperoleh pengurangan NVA total yaitu engineering 77 hari dan procurement 21 hari sehingga jika implementasi perencanaan perbaikan process activity mapping dapat terkontrol dengan baik maka dapat memperbaiki kinerja waktu sebesar 98 hari. Jika pada akhir batas waktu penyelesaian proyek yang dievaluasi pada bulan Juni 2019 terdapat keterlambatan progress sebesar -14,982% *behind schedule* maka dengan estimasi penghematan waktu dari optimalisasi proses sebesar 98 hari maka keterlambatan progress tersebut masih dimungkinkan untuk dapat terselesaikan dalam kurun waktu sekitar 3 kali periode evaluasi. Selain dapat terbebas dari denda, juga dapat dilakukan penghematan biaya operasional dikarenakan dapat terlaksana dengan lebih cepat serta meningkatnya reputasi perusahaan kontraktor yang merupakan *intangible benefit* yang tidak ternilai dan tidak mampu dibeli.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan ditarik kesimpulan dari analisis hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Kesimpulan ini akan menjawab tujuan penelitian. Selain itu juga berisi saran penelitian sehingga diharapkan dapat dilanjutkan untuk penelitian yang akan datang dan dapat memberikan manfaat lebih lanjut.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis dalam penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh faktor penyebab keterlambatan dominan yaitu adalah sistem manajemen perencanaan dan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (*improper planning*) dengan nilai signifikansi 3,933 atau 78,6%, kemudian keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner dengan nilai signifikansi 3,867 atau 77,3% dan yang ketiga adalah faktor lemahnya kemampuan keuangan kontraktor dengan nilai signifikansi 3,533 atau 70,6%
2. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh jenis pemborosan yang dianggap paling dominan adalah Pemborosan kategori *excess processing* menjadi pemborosan dominan dengan signifikasnsi 90%, diikuti dengan *waste movement* dengan signifikasnsi 68%, *waste inventory* dengan signifikasnsi 57% dan *waste waiting* dengan signifikasnsi 52%.
3. Hasil pengukuran kinerja proyek obyek studi pada saat batas akhir waktu pelaksanaan menggunakan LSS-PI diperoleh $SV = (-)9,7M$ & $SPI = 0,85$; $CV = (-) 2,6M$ & $CPI = 0,95$ sehingga dapat diartikan bahwa kinerja kualitas penjadwalan sampai akhir pelaksanaan proyek masih buruk dan terdapat keterlambatan dan *cost overrun* ; dan $VI = 0,4118$ didapati dari pembuatan VSM proses, dimana nilai tersebut masih menunjukkan besarnya nilai NVA yang terjadi pada proses pelaksanaan proyek.
4. Tahap Improvement dilakukan dengan pembuatan rencana perbaikan aliran aktivitas proses dalam diagram FSM dimana dipilih yaitu FSM fase Engineering dan Fase Procurement. Dari perencanaan perbaikan dalam FSM

di perkirakan akan memperbaiki waktu proses dan mengurangi aktifitas NVA dimana akan dapat mengkompensasi keterlambatan yang sebelumnya terjadi sehingga diharapkan proses improvement serupa dapat di implementasikan di proyek berikutnya karena di perkirakan dapat berdampak pada terhindarnya dari potensi biaya denda, penghematan biaya operasional dikarenakan dapat terlaksana dengan lebih cepat serta meningkatnya reputasi perusahaan kontraktor yang merupakan *intangible benefit*.

5. Usulan penetapan nilai acuan ambang batas minimal LSS-PI perlu ditetapkan berdasarkan kemampuan dan komitmen perusahaan dimana nantinya digunakan sebagai kontrol kinerja evaluasi yaitu sebesar SR” 3,0; SPI” 1,10; CPI” 1,10; VI” 0,75; WI” 0,15.hal ini dapat digunakan sebagai alat ukur kinerja proyek kedepannya yang mana mampu melihat dari 5 sisi kinerja yaitu kualitas pekerjaan, kinerja penjadwalan, kinerja biaya, kinerja inventory dan efektifitas proses, sehingga dapat terpantau lebih dini posisi penyimpangan kinerja dan segera dilakukan untuk evaluasi perbaikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran terhadap proses keseluruhan penelitian ini untuk dapat memperoleh penyempurnaan hasil dan kelengkapan manfaat lebih lanjut pada penelitian berikutnya yang terkait. Saran-saran yang diberikan diantaranya:

1. Pada beberapa indeks dalam LSS-PI beberapa masih belum dapat dilakukan pengukuran dikarenakan penelitian ini dilakukan pada saat proyek sudah selesai dan data-data aktual terkait kejadian pemborosan dilapangan tidak terukur dan tercatat, dimana untuk penilitan berikutnya diharapkan dapat digunakan pengumpulan data sekunder yang bersifat aktual yang tercatat dilapangan secara utuh sehingga dapat lebih mewakili kondisi performansi proyek dan dapat lebih tepat digunakan dalam proses analisis dan perencanaan strategi perbaikannya.
2. Pada proses pembuatan Value Stream Mapping dalam penelitian ini masih digunakan dalam bentuk perencanaan proses, dimana untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan pemantauan secara mendetail dengan data

implementasi aktual yang tercatat secara periodik dalam proses eksekusi proyek dilapangan sehingga dalam pelaksanaan dapat terkontrol secara rinci dan lebih cepat diketahui indikasi jika ada penyimpangan dari acuan perencanaan agar tidak sampai terjadi keterlambatan penyelesaian proyek.

3. Peluang pengembangan untuk penelitian lanjutan yaitu dapat dilakukan pengukuran efektifitas dari penerapan tools LSS-PI secara aktual dalam proses penyelesaian eksekusi proyek dan diperoleh nilai aktual improvemennya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. R. *et al.* (2010) 'Causes of Delay in MARA Management Procurement Construction Projects', *JSCP*, 1(1), pp. 123–138.
- Al-Aomar, R. (2012) 'A lean construction framework with six sigma rating', *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), pp. 299–314. doi: 10.1108/20401461211284761.
- Alhaji Mohammed, K. and Isah, A. D. (2012) 'Causes of Delay in Nigeria Construction Industry', *Interdisciplinary Journal Of Contemporary Research In Business*, 4(2), pp. 785–794.
- Antony, J. (2006) 'Six sigma for service processes', *Business Process Management Journal*, 6(4), pp. 20–27.
- Azis, A. A. A. *et al.* (2013) 'Controlling cost overrun factors in construction projects in malaysia', *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 5(8), pp. 2621–2629. doi: 10.19026/rjaset.5.4706.
- Bakhtiyar, A., Soehardjono, A. and Hasyim, M. H. (2012) 'Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi pembangunan gedung di kota lamongan', *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 6(1), pp. 55–66.
- Banawi, A. A. (2013) 'Improving Construction Processes By Integrating Lean, Green, And Six-Sigma', *University of Pittsburgh*.
- Fanggidae, S. and Wiguna, I. P. A. (2012) 'Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Konstruksi Jalan Di Kotamadya Kupang', *MMT ITS*, pp. 1–7.
- Garnett, N., Jones, D. T. and Murray, S. (1998) 'Strategic Application Of Lean Thinking', *IGLC*.
- Han, S. H. *et al.* (2008) 'Six Sigma-Based Approach to Improve Performance in Construction Operations', *ASCE*, 24(January), pp. 21–31. doi: 10.1061/(ASCE)0742-597X(2008)24.
- Hines, P. and Rich, N. (1997) 'The seven value stream mapping tools', *International Journal of Project Management*, 17(1), pp. 46–64.
- Howell, G. and Koskela, L. (2000) 'Reforming project management: the role of lean construction', *Journal of Management*. Available at: <http://usir.salford.ac.uk/9428/>.
- Ingle, A. and Waghmare, P. A. P. (2015) 'Advances in Construction : Lean Construction for Productivity enhancement and waste minimization', *IJEAS*, 2(11), pp. 19–23.
- Iyer, K. C. and Kumar, R. (2016) 'Impact of Delay and Escalation on Cash Flow and Profitability in a Real Estate Project', *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 145,

- pp. 388–395. doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.097.
- Koskela, L. J. (2015) ‘Lean production in construction Lean production in construction’, *Elsevier Science Pub*, (March).
- Lubis, M. R. I. and Syairudin, B. (2016) ‘Perencanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste’, *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXV*, pp. 1–11.
- Messah, Y. A., Widodo, T. and Adoe, M. (2013) ‘Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Kupang’, *Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), pp. 157-168–168.
- Mousa, A. (2013) ‘Lean, six sigma and lean six sigma Overview’, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(5), pp. 1137–1153.
- Muliyannah, D. and Setiawan, H. (2013) ‘Analisa Pengendalian Ulang Penjadwalan Proyek Pembangunan Gudang X dan Y Menggunakan Siklus DMAIC’, 1(4), pp. 295–303.
- Nyata, D. S. and Wiguna, I. P. A. (2018) ‘Analisis Keterlambatan pada Proyek PT Jatim Taman Steel di Gresik dengan Menggunakan Lean Six Sigma Framework’, *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 16(1), p. 15. doi: 10.12962/j2579-891x.v16i1.2866.
- Pasqualini, F. and Zawislak, P. A. (2005) ‘Value Stream Mapping In Construction : A Case Study In A Brazilian Construction Company’, *IGLC*, 13, pp. 117–125.
- Permadi, A. and Utomo, C. (2013) ‘Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Kontrak Servis Tongkang Di Lingkungan Total E & P Indonesia’, *MMT ITS*, pp. 1–7.
- Pheng, L. sui and Hui, M. S. (2004) ‘Implementing and Applying Six Sigma in Construction’, *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(2), pp. 235–244. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130.
- Pinch, L. (2005) ‘Lean Construction: Eliminating the Waste’, *Construction Executive*, (November), pp. 34–37. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21174905>.
- Pinto, L., Guardia, E. C. and Carvalho, D. B. (2020) ‘Economic impact of anticipations or delays in the completion of power generation projects in the Brazilian energy market’, *Renewable Energy International journal*, 147, pp. 1312–1320. doi: 10.1016/j.renene.2019.09.074.
- PMBOK (2017) *PMBOK GUIDE sixth edition*. VI. Pennsylvania USA: PMI.
- Proudlove, N., Moxham, C. and Boaden, R. (2008) ‘Lessons for lean in healthcare from using six sigma in the NHS’, *Public Money and Management*, 28(1), pp. 27–34.

doi: 10.1111/j.1467-9302.2008.00615.x.

- Saini, U. and Sujata (2013) 'Lean Six Sigma – Process Improvement Techniques', *International Journal of Recent Research and Review*, VI(3), pp. 11–16.
- Sambasivan, M. and Soon, Y. W. (2007) 'Causes and effects of delays in Malaysian construction industry', *Elsevier Ltd and IPMA*, 25, pp. 517–526. doi: 10.1016/j.ijproman.2006.11.007.
- Tezel, B. A. (2007) 'A Statistical Approach To Lean Construction Implementations Of Construction Companies In Turkey', *Middle East Technical University*, (August).
- Wijaya, M. R. A., Hatmoko, J. U. D. and Suripin (2015) 'Assessment of Lean Construction Principles : A Case Study at Semarang Medical Centre Hospital Project', *MKTS*, 21(2), pp. 91–100.
- Wilson, L. (2010) *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Wisudanto, A. W. and Indryani, R. (2012) 'Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi Gedung di Kediri', *ITS*.
- Womack, J. P. and Jones, D. T. (2008) 'Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation', *Free Press, Simon & Schuster, Inc*, 2(April), pp. 1–8.
- Zahara, F. (2016) 'Pengendalian Kualitas Part Trim Rear Quarter Right APV Arena dengan Menggunakan Metode Six Sigma di PT. Suzuki Indomobil Motor', *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 13(1), p. 486. doi: 10.25077/josi.v13.n1.p486-502.2014.

LAMPIRAN 1
Kuesioner Penelitian



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

Survei:

**Improvement Terhadap Keterlambatan Pada Proyek
Pabrik Garam Camplong Dengan Menggunakan Lean Six
Sigma Frame Work**

Kepada
Yth. Bapak/Ibu/Sdr. Responden
Di tempat

Salam hormat,

Berikut saya sampaikan kuesioner yang dipergunakan sebagai alat survei dalam penelitian ini. Saya melakukan penelitian mengenai faktor keterlambatan Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura. Untuk itu, Saya memohon kesediaan untuk mengisi kuesioner ini dan menjawab seluruh pertanyaan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Tidak ada jawaban yang benar atau salah sehingga diusahakan agar tidak ada jawaban yang dikosongkan.. Saya menjamin bahwa jawaban Anda akan diperlakukan secara rahasia dan hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Atas waktu dan partisipasi Anda, saya sampaikan terima kasih.

Hormat Saya,

Ganda Sulistiyo

Mahasiswa S2 Program Studi Manajemen Proyek, MMT-ITS

No. HP. 0821 9662 5887

Email : gansbate@gmail.com

A. DATA RESPONDEN DAN PERUSAHAAN

- 1. Nama Responden :
- 2. No Telpn (*) :
- 3. Pendidikan terakhir : SLTA (sederajat)/ D3/ S1/ S2
- 4. Jabatan responden : (beri tanda ✓ pada kotak yang tersedia)
 - Project Manajer Site / Manajer Konstruksi
 - Manajer Komersial/Keu Manajer Procurement
 - Manajer Engineering Supervisor
 - lainnya
- 5. Pengalaman pada bidangnya :
 - Kurang dari 5 tahun
 - 5 sampai dengan 10 tahun
 - 10 sampai dengan 15 tahun
 - Lebih dari 15 tahun
- 6. Data Perusahaan dan posisi dalam proyek
 - a. Nama Perusahaan :
 - b. Wewenang : (Project Owner/ Konsultan/ Kontraktor / Sub Kontraktor).
 - c. Bidang/ scope pekerjaan :

B. Kuesioner Indikator Pertanyaan : Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong.

Petunjuk Pengisian Kuesioner

1. Dalam kuesioner ini terdapat beberapa variabel penyebab keterlambatan berdasarkan jenisnya yaitu, keterlambatan akibat dari keterlambatan akibat dari pihak kontraktor, faktor dari pihak pemilik dan keterlambatan akibat faktor diluar kendali kontraktor maupun owner dapat berupa faktor alam atau *Force Majuer*
2. Pada pernyataan berikut ini, Bapak/Ibu dapat mengisi dengan tanda (✓) pada kolom jawaban yang tersedia. Ada 5 alternatif jawaban berdasarkan pengaruh variabel terhadap waktu keterlambatan yang paling tinggi terhadap proyek pabrik garam camplong menurut pengalaman Bapak/Ibu/Sdr, yaitu;

Skala	Kategori	Penjelasan
1	Tidak Signifikan (TS)	Tidak berdampak pada schedule < 3%
2	Kurang Signifikan (KS)	Terjadi keterlambatan schedule antara 3% - 7%
3	Cukup signifikan (CK)	Terjadi keterlambatan schedule antara 7% - 10%
4	Signifikan (S)	Terjadi keterlambatan schedule antara 10% - 15%
5	Sangat Signifikan (SS)	Terjadi Keterlambatan schedule > 15%

Contoh pengisian kuesioner

1. Seberapa signifikan keterlambatan yang disebabkan oleh perubahan perintah kerja oleh pemilik proyek menurut pengalaman Bapak/Ibu/Sdr dalam tahap penyelesaian proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong?

No	Kategori Keterlambatan	Uraian Faktor Penyebab	Pilihan Jawaban				
			1(TS)	2(KS)	3(CK)	4(S)	5(SS)
1	Engineering	Perubahan desain yang terjadi saat pelaksanaan konstruksi			(✓)		
2	Management	Proses persetujuan terhadap eksekusi pekerjaan dari owner terlambat					(✓)

Jika menurut Bapak/Ibu/Sdr cukup signifikan dengan variabel perubahan perintah kerja oleh pemilik proyek, maka Bapak/Ibu/Sdr dapat memberi tanda (✓) pada kolom CK.

Berikut merupakan faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi yang telah dikaji dari beberapa literatur. Mohon diberikan petunjuk dan pendapat dari bapak/ibu, signifikkah jika faktor-faktor di bawah ini menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi.

**KUESIONER TINGKAT PERSETUJUAN RESPONDEN TERHADAP
FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK
PEMBANGUNAN PABRIK GARAM CAMPLONG MADURA**
(Mohon diberi tanda (✓) pada pilihan jawaban)

No	Uraian Faktor Penyebab Keterlambatan	Pilihan Jawaban				
		1 (TS)	2 (KS)	3 (CK)	4 (S)	5 (SS)
1	Sistem manajemen perencanaan dan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (improper planning)					
2	Kesiapan sumberdaya dan peralatan kerja dari kontraktor kurang/ tidak terencana dengan baik					
3	Sistem organisasi dan komunikasi proyek yang digunakan buruk					
4	Perbedaan dan kesalahan persepsi terhadap kontrak dan kesepakatan antara Kontraktor dan Owner (lemahnya kontrak manajemen)					
5	Lemahnya kemampuan keuangan kontraktor					
6	Faktor kurangnya keahlian dan ketrampilan tenaga kerja kontraktor					
7	Banyaknya hasil pekerjaan kontraktor yang di ulang (rework) cacat/ salah					
8	Kesalahan atau kelalaian desain					
9	Lemahnya metode inspeksi, pemeriksaan dan pengujian terhadap produk dan pekerjaan (poor QC)					
10	Terjadi beberapa perubahan desain dan permintaan Owner diluar kontrak					
11	Kendala material impor dan fluktuasi nilai tukar uang naiknya harga material					
12	Keterlambatan pengiriman barang dan material karena transportasi tidak memadai(mobilisasi sumberdaya)					
13	Keterlambatan dalam kegiatan procurement dan pengadaan barang					
14	Kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan					
15	Metode, teknik pelaksanaan tidak tepat					
16	Kemampuan finansial Owner lemah sampai pada Keterlambatan pembayaran					
17	Keterlambatan serah terima lahan dari Owner dan perijinan mulai bekerja					
18	Keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner					
19	Terjadi beberapa perubahan desain dan permintaan Owner diluar kontrak					
20	Owner dan konsultan tidak cepat dalam mengambil keputusan (Birokrasi berbelit)					
21	keadaan yang tidak dapat diprediksi sebelumnya (uncertainty condition)					
22	Cuaca buruk dan tidak mendukung pelaksanaan proyek					
23	Gangguan dan dukungan sosial dari masyarakat kurang (Mogok kerja dan demo warga)					
24	Kondisi ekonomi, pendidikan dan sosial keagamaan di area proyek					

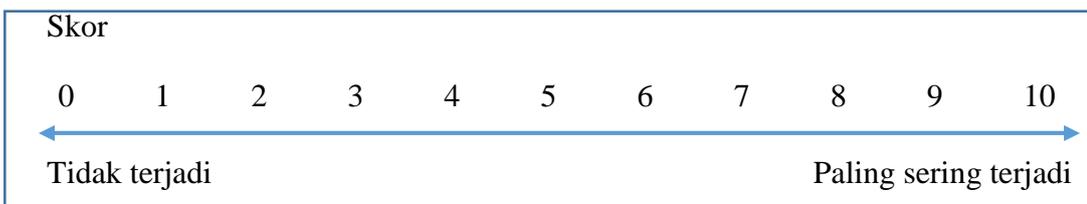
C. Kuesioner Indikator Pertanyaan : Faktor Pemborosan (*Wastes*) yang diduga Menjadi Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong.

Petunjuk Pengisian Kuesioner

1. Dalam kuesioner ini terdapat beberapa komponen variabel pemborosan yang diduga menjadi penyebab keterlambatan berdasarkan jenisnya yaitu 1) Transportation (transportasi); 2) Waiting (menunggu); 3) Overproduction (kelebihan produksi); 4) Defective parts (produk cacat); 5) Inventory (persediaan); 6) Movement (pergerakan); 7) Excess processing (proses yang tidak perlu).
2. Pertanyaan dalam kuesioner ini merujuk pada tingkat relevansi untuk tiap variabel pemborosan, apakah suatu variabel relevan atau tidak terhadap keterlambatan pada proyek Pabrik Garam Camplong Madura. Skala pengukuran yang digunakan dalam kuesioner adalah skala likert linear dengan menggunakan alternatif pilihan jawaban sebagai berikut:

Keterangan Skor:

- a. Skor maksimum untuk setiap pemborosan (waste) adalah 10 (bila pemborosan jenis tersebut dirasa sering terjadi)
- b. Skor minimum untuk setiap pemborosan (waste) adalah 0 (bila pemborosan jenis tersebut dirasa tidak ada)
- c. Semakin besar pemborosan yang terjadi maka skor semakin besar (mendekati 10), semakin kecil pemborosan maka skor semakin kecil (mendekati 0)



Contoh pengisian kuesioner

1. Seberapa signifikan keterlambatan yang disebabkan oleh pemborosan (Waste) menurut pengalaman Bapak/Ibu/Sdr dalam tahap penyelesaian proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong?

No	Kategori Pemborosan	Uraian Aktivitas Pemborosan	0	1	2	.	.	.	10
1	Transportation/ Conveyance	Keterlambatan transportasi pengiriman Equipment & Material							
2	Defective parts / Correction	Kesalahan pekerjaan / rework (Pekerjaan Ulang)/ Perbaikan/ Re- Testing							

Jika menurut Bapak/Ibu/Sdr aktivitas pemborosan pada Keterlambatan transportasi pengiriman Equipment & Material cukup signifikan terjadi, maka Bapak/Ibu/Sdr dapat memberi tanda (✓) pada kolom poin penilaian mendekati point 10.

Berikut merupakan faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi yang telah dikaji dari beberapa literatur. Mohon diberikan petunjuk dan pendapat dari bapak/ibu, signifikankah jika faktor-faktor di bawah ini menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi.

**KUESIONER TINGKAT PERSETUJUAN RESPONDEN TERHADAP
FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK
PEMBANGUNAN PABRIK GARAM CAMPLONG MADURA**

(Mohon diberi tanda (✓) pada pilihan jawaban)

No	Kategori Pemborosan	Uraian Aktivitas Pemborosan	Poin Nilai					
			1	2	3	.	.	10
1	Transportation/ Conveyance	Keterlambatan transportasi pengiriman equipment & material						
2	Transportation/ Conveyance	Proses pembelian barang & material yang jauh dan sulit						
3	Transportation/ Conveyance	Armada ekspedisi pengiriman terbatas						
4	Waiting/ Delays	Pekerja tidak disiplin terhadap jam kerja dan tidak produktif / Pekerjaan tidak efektif						
5	Waiting/ Delays	Interupsi (gangguan) dan penghentian pekerjaan external						
6	Waiting/ Delays	Pekerja banyak menunggu (<i>idler</i>) karena lokasi kerja. peralatan & Pekerjaan tidak siap						
7	Over Production	Kualifikasi dan spesifikasi pekerjaan berlebihan (Over spec)						
8	Over Production	Kesalahan atau kelebihan pembelian Material						
9	Defective parts / Correction	Kesalahan pekerjaan / rework (Pekerjaan Ulang)/ Perbaikan/ Re-Testing						
10	Defective parts / Correction	Kesalahan Desain						
11	Defective parts / Correction	Kesalahan prioritas kedatangan equipment / Eksekusi pemasangannya						

No	Kategori Pemborosan	Uraian Aktivitas Pemborosan	Poin Nilai					
			1	2	3	.	.	10
12	Inventory	Penyimpanan berlebihan / tidak ada tempat penyimpanan material & Peralatan yang cukup / baik						
13	Inventory	Barang / peralatan hilang (pencurian) atau karena tidak tercatat penggunaannya						
14	Inventory	Material / peralatan sering rusak tidak terawat / tidak tertata / tidak Tersimpan dengan baik (pengelolaan material kurang baik)						
15	Movement / Unnecessary motion	Pergerakan pekerja mondar mandir, Bolak balik pembelian material kurang						
16	Excess Processing	Birokrasi dalam pelaksanaan pembelian / pekerjaan terlalu berbelit atau rumit						
17	Excess Processing	Permintaan perubahan spesifikasi & keperluan klarifikasi						
18	Excess Processing	Kegiatan Training yang berlebihan						
19	Excess Processing	Kegiatan safety prosedur yang berlebihan						
20	Excess Processing	Kegiatan supervisi yang berlebihan						

LAMPIRAN 2

Resume Penelitian Terdahulu Terkait Penerapan Lean & Six Sigma

Tabel.1(L2) Penelitian Implementasi *Lean Six Sigma*

Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil
01. (Pasqualini and Zawislak, 2005) Value Stream Mapping In Construction : A Case Study In A Brazilian Construction Company	Mengidentifikasi permasalahan utama dan menciptakan tindakan usulan perbaikan dengan pendekatan skematis dari konsep <i>Lean Construction</i> yaitu <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	Mewujudkan dan menganalisis proses dengan permodelan modifikasi <i>VSM</i> pada proses untuk di lihat peluang perbaikannya	Dengan memodifikasi <i>VSM</i> dari proses mampu mengidentifikasi permasalahan dan mempertimbangkan langkah dan tindakan perbaikan dengan mengoptimalkan proses.
02. (Tezel, 2007) Statistical Approach To Lean Construction Implementations Of Construction Companies In Turkey	Memberikan gambaran penerapan lean construction di industri konstruksi di Turkey serta memberikan rekomendasi dalam meningkatkan nilai dari penerapan lean	Melakukan review dari beberapa literatur terkait penerapan lean construction dan membuat rangkaian konseptualnya, selanjutnya melakukan lean conformance survey pada perusahaan konstruksi di Turkey dan kemudian melakukan analisis sehingga mampu merekomendasikan improvement	Panduan umum rekomendasi improvement penerapan lean construction pada perusahaan konstruksi di Turkey
03. (Han <i>et al.</i> , 2008). Six Sigma- Based Approach to Improve Performance in Construction Operations	Mengeksplorasi solusi praktis dalam Meningkatkan performa proyek konstruksi dengan menerapkan konsep <i>six sigma</i> dan mengukur serta mengevaluasi <i>improvement</i>	Pendekatan prinsip six sigma performance indicators (metrics). Pada tahap define dan measure digunakan Critical Total Quality (CTQ) sebagai input variabel seperti variasi pada cycle time, waktu tunggu dari sumber daya dll. Proses simulasi diterapkan pada dua studi kasus	Didapatkan alur kerja yang lebih efisien dengan mengurangi variabilitas proses konstruksi
04. (Al-Aomar, 2012) A Lean Construction Framework with Six Sigma Rating	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi penerapan dari <i>lean construction</i> dalam industri konstruksi dengan mengembangkan <i>framework six sigma rating</i> . Tujuan utamanya untuk membantu industri mengurangi biaya dan limbah, meningkatkan efektivitas dan meningkatkan kualitas	Menggunakan media integrasi konsep <i>Leandan Six Sigma rating</i> sebagai framework. <i>Lean Six Sigma</i> performa indikator digunakan untuk mengukur performa, dan panduan tindakan perbaikan	Hasil analisis menunjukkan 27 tipe pemborosan pada konstruksi di Abu Dhabi. Cacat konstruksi menjadi yang paling banyak, disamping itu pemborosan akibat overprocessing dan keterlambatan juga menjadi pertimbangan.

Tabel.1 (L2) Penelitian Implementasi *Lean Six Sigma* (1st Cont'd)

Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil
05. (Banawi, 2013) Improving Construction Processes By Integrating Lean, Green, And Six-Sigma	Mengembangkan dan mengimplementasikan metode peningkatan performance dan efisiensi dari proses konstruksi pada fase konstruksi di proyek <i>Design-Bid-Build</i> .	Menggunakan kombinasi pengembangan <i>framework Lean, Green and Six Sigma (LG6)</i> . Kemudian dilakukan validasi penerapannya di sektor industri konstruksi di Arab Saudi	Dengan penerapan LG6 mengadopsi dalam metode <i>existing</i> dapat memperbaiki kinerja proyek dengan meningkatnya efisiensi kerja serta perhatian terhadap dampak lingkungan yang ada
06. (Muliyanah and Setiawan, 2013) Analisis Pengendalian Ulang Penjadwalan Proyek Pembangunan Gudang X dan Y Menggunakan Siklus DMAIC	Mengetahui penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan gudang X dan Y PT. XYZ dan melakukan pengendalian ulang penjadwalan proyek	Menggunakan pendekatan siklus DMAIC. Dan pada tahap perhitungan menggunakan metode CPM	Menghasilkan tiga usulan alternatif penjadwalan proyek yang di-crashing dengan biaya anggaran proyek yang berbeda dan akan dipilih penjadwalan proyek yang terbaik dengan pertimbangan waktu dan biaya serta kurva-s yang membantu
07. (Ingle and Waghmare, 2015). Advances in Construction : Lean Construction for Productivity enhancement and waste minimization	Fokus pengamatan pada <i>Cost and Benefit</i> yang diperoleh dari penerapan <i>Lean Construction</i> dalam pencapaian produktifitas dan meminimalisas waste	Menggunakan metode Explorasi pemahaman literatur dan studi kasus untuk menginvestigasi manfaat dari penerapan <i>Lean Construction System</i>	Memberikan gambaran manfaat penerapan <i>Lean Construction</i> untuk mencapai tujuan perusahaan dengan meningkatkan nilai tambah dan mereduksi <i>waste</i> dengan membangun lingkungan sosial, ekonomi dan aspek lingkungan
08. (Wijaya, Hatmoko and Suripin, 2015) Assessment of Lean Construction Principles : A Case Study at Semarang Medical Centre Hospital Project	Mengkaji penerapan prinsip <i>Lean (Toyota Way)</i> pada penyelenggaraan proyek konstruksi dengan mengevaluasi sistem pelaksanaan proyek yang ada	Pengisian kuesioner mengenai penerapan <i>Lean Construction</i> pada penyelesaian proyek yang divalidasi dengan wawancara dan observasi lapangan	Penerapan <i>Lean Construction</i> pada pelaksanaan proyek didapati masih belum optimal serta masih terdapat beberapa kendala yang muncul serta sulitnya merubah konsep metode <i>existing</i> .
09. (Nyata and Wiguna, 2018) Analisis Keterlambatan pada Proyek PT Jatim Taman Steel di Gresik dengan Menggunakan Lean Six Sigma Framework	memperoleh factor faktor dominan penyebab timbulnya keterlambatan pada proyek konstruksi bangunan serta dilakukan perumusan solusi mengatasi keterlambatan tersebut dengan pendekatan <i>Lean Six Sigma Framework</i>	Pengumpulan variabel dari literatur terkait penyebab keterlambatan proyek serta perumusan solusi dilakukan menggunakan konsep DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve dan Control) dimana digunakan konsep Lean Construction di tahap Improve	Usulan untuk meminimalisir keterlambatan pada proyek dengan menerapkan beberapa teknik, yaitu <i>Alliance & Partnering, Work Structuring dan Daily Huddle Meeting</i> , mampu mengurangi pemborosan waktu dari 60 hari menjadi hanya sekitar 46 hari atau mampu meminimalisir keterlambatan sebesar 23,333%

LAMPIRAN 3

Sample Pengisian Kuesioner

Note:

Penyebaran kuesioner kepada responden dilakukan dengan media Form Electronic dikarenakan kondisi pandemi sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pertemuan secara Fisik

Link kuesioner electronic yang dibuat dalam penelitian ini dapat di akses pada:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScCEVhesnGTvIVEXZOBii5PCVFDnoYvMDIiIR-UOUFTUzCWMA/viewform?usp=sf_link

Tampilan kuesioner Electronic seperti pada Gambar dibawah ini:



The image shows a screenshot of a Google Forms survey. The title of the survey is "Survey Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong". The survey is addressed to "Yth. Bapak/Ibu/Sdr. Responden" and is located at "Di tempat". The survey text is as follows:

Salam hormat,
Memohon bantuan kepada Bapak/Ibu/Saudara untuk berkenaan meluangkan sedikit waktu untuk dapat memberikan jawaban dalam questioner dibawah ini dalam rangka melengkapi data penelitian tesis dengan judul "Improvement Terhadap Keterlambatan Pada Proyek Pabrik Garam Camplong Dengan Menggunakan Lean Six Sigma Frame Work" yang merupakan bagian dari studi dalam magister manajemen proyek MMT ITS yang sedang ditempuh penulis saat ini.
Berikut saya sampaikan questioner yang dipergunakan sebagai alat survei dalam penelitian ini. Saya melakukan penelitian mengenai faktor keterlambatan Proyek Pembangunan Pabrik Garam Industri Kapasitas 10 T/jam di Camplong, Madura. Untuk itu, Saya memohon kesediaan untuk mengisi questioner ini dan menjawab seluruh pertanyaan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Tidak ada jawaban yang benar atau salah sehingga diusahakan agar tidak ada jawaban yang dikosongkan.. Saya menjamin bahwa jawaban Anda akan diperlakukan secara rahasia dan hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Atas waktu dan partisipasi Anda, saya sampaikan terima kasih.

Hormat Saya,
Ganda Sulistiyo
Mahasiswa S2 Program Studi Manajemen Proyek, MMT-ITS
No. HP. 0821 9662 5887

Sample Pengisian Kuesioner

Berikut ini diambil sebagian dari sample pengisian kuesioner seperti dibawah ini:

1. Nama Responden *

Syamsuddin

2. Nomer Telpon / WA (optional)

082333818664

3. Pendidikan terakhir *

Sarjana

4. Jabatan/posisi responden dalam proyek garam: camplong *

Site Manager (SM) / Manajer Konstruksi

5. Pengalaman pada bidangnya (masa kerja) *

10 - 15 Tahun

6. Data Perusahaan dan wewenang dalam proyek *

Project Owner / PT Garam (Pesero)

Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Pabrik Garam Camplong

Detunjuk Pengisian Kuesioner

1. Dalam kuesioner ini terdapat beberapa variabel penyebab keterlambatan berdasarkan jenisnya yaitu, keterlambatan akibat dari keterlambatan akibat dari pihak kontraktor, faktor dari pihak pemilik dan keterlambatan akibat faktor di luar kendali kontraktor maupun wewenang berupa faktor dalam sisi Pihak Majikan.

2. Pada pernyataan berikut ini Bapak/Ibu dapat mengisi dengan tanda (V) pada kolom jawaban yang tersedia. Ada 5 alternatif jawaban berdasarkan pengaruh variabel terhadap waktu keterlambatan yang paling tinggi terhadap proyek pabrik garam camplong menurut pengalaman Bapak/Ibu/sdr, yaitu:

Skala	Kategori	Penjelasan
1	Tidak Signifikan (TS)	Tidak berdampak pada schedule < 3%
2	Kurang Signifikan (KS)	Terjadi keterlambatan schedule antara 3% - 7%
3	Cukup signifikan (CK)	Terjadi keterlambatan schedule antara 7% - 10%
4	Signifikan (S)	Terjadi keterlambatan schedule antara 10% - 15%
5	Sangat Signifikan (SS)	Terjadi Keterlambatan schedule > 15%

Faktor-faktor penyebab keterlambatan *

	Tidak signifikan (TS)	Kurang Signifikan (KS)	Cukup signifikan (CK)	Signifikan (S)	Sangat signifikan (SS)
1. Sistem manajemen perencanaan penjadwalan proyek kontraktor yang tidak baik (improper planning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Kesiapan sumberdaya & peralatan kerja kontraktor kurang terencana dengan baik	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Sistem organisasi dan komunikasi proyek yang digunakan buruk	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Perbedaan dan kesalahan persepsi terhadap kontrak dan kesepakatan antara Kontraktor dan Owner (lemahnya kontrak manajemen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Lemahnya kemampuan keuangan kontraktor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Faktor kurangnya keahlian dan kesiapan tenaga kerja kontraktor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Pengalaman kontraktor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

terhadap proyek yang di tangani kurang memadai					
8. Banyaknya hasil pekerjaan kontraktor yang di ulang (rework) karena cacat/ salah	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Terjadi kesalahan dan kegagalan desain	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Lemahnya metode inspeksi, pemeriksaan dan pengujian produk dan pekerjaan (QC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Kendala material impor dan fluktuasi nilai tukar uang naiknya harga material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Keterlambatan pengiriman barang dan material karena transportasi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Keterlambatan dalam kegiatan procurement dan pengadaan barang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Metode teknik pelaksanaan tidak tepat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. keadaan yang tidak dapat diprediksi sebelumnya (uncertainty condition)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Cuaca buruk dan tidak mendukung pelaksanaan proyek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Gangguan dan dukungan dari masyarakat kurang (Mcgok kerja dan demo warga) karena Kondisi ekonomi, pendidikan dan sosial keagamaan di area proyek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Kemampuan finansial Owner Jemah sampai pada Keterlambatan pembayaran	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Keterlambatan serah terima lahan dar Owner dan perijinan mulai bekerja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Keterlambatan persetujuan Gambar/spesifikasi dari konsultan maupun Owner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22. Terjadi beberapa perubahan desain dan permintaan Owner diluar kontrak	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Owner dan konsultan tidak cepat dalam	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

mengambil keputusan (Birokrasi berbelit)					
24. Sering Terjadi pergantian sub-kontraktor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Durasi kontrak pekerjaan terlalu ketat (tidak realistis)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Kurangnya pengayaan Software dan tools desain bagi desainer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Produksi dokumen desain engineering lambat; Gambar detail desain tidak jelas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Penyebab potensi pemborosan (waste)

Petunjuk Pengisian Kuesioner

- Dalam kuesioner ini terdapat beberapa variabel penyebab potensi pemborosan (waste) pada proses pelaksanaan Proyek Pabrik Garam Camplog
- Pada pernyataan berikut ini, Bapak/Ibu dapat memberikan peringkat dari peringkat 1 s/d peringkat 7 untuk tingkat kemungkinan kejadian pemborosan yang dapat diprediksi menjadi sumber penyebab dari keterlambatan proyek.

Keterangan Peringkat Skor:

- Skor peringkat tertinggi untuk setiap pemborosan (waste) adalah peringkat 1 (bila jenis kategori pemborosan tersebut dirasa paling banyak dan sering terjadi)
- Skor peringkat terendah untuk setiap pemborosan (waste) adalah peringkat 7 (bila jenis kategori pemborosan tersebut dirasa paling jarang terjadi)
- Pada tiap peringkat pemborosan dianggap memiliki nilai intensitas tertentu. dalam kejadian lapangan, maka dari itu tiap peringkat pemborosan akan diberikan nilai yaitu seperti dibawah ini:

Peringkat: 1 2 3 4 5 6 7
Paling sering terjadi Paling jarang terjadi

Note: (*) PENTING

Catatan Dari ke 7 kategori Waste dibawah ini tidak boleh diberikan nilai peringkat yang sama.

No	Faktor Pemborosan dalam 7 waste	Kategori
1	Keterlambatan transportasi pengiriman Equipment & Material	Transportasi (W1)
2	Proses pembelian barang & material yang jauh dan sulit	
3	Arsnada ekspedisi pengiriman terbatas	Waiting (W2)
4	Pekerja tidak disiplin terhadap jam kerja dan tidak produktif / Pekerjaan tidak efektif	
5	Intrusi dan penempatan pekerjaan external	Over Produ (W3)
6	Pekerja banyak menunggu (idlet) karena lokasi kerja, peralatan & Pekerjaan tidak	
7	Kualifikasi dan spesifikasi pekerjaan berlebihan (Over spec)	Defect/ Correction (W4)
8	Kesalahan atau kelebihan pembelian Material	
9	Kesalahan pekerjaan / rework (Pekerjaan Ulang) / Perbaikan/ Re-Tesling	Inventory (W5)
10	Kesalahan Desain	
11	Kesalahan prioritas kedatangan equipment / Eksekusi pemasangannya	Movement (W6)
12	Penyimpanan berlebihan / tidak ada tempat penyimpanan material & Peralatan yang cukup / baik	
13	barang / peralatan hilang (pencurian) atau karena tidak tercatat penggunaannya	Excess Processing (W7)
14	Material / peralatan sering rusak tidak terawat / tidak tertata / tidak Tersempun	
15	Pergeseran pekerja mandiri, Baik/ baik pembelian material kurang	Excess Processing (W7)
16	Birokrasi dalam pelaksanaan pembelian / pekerjaan terlalu berbelit atau rumit	
17	Pemintaan perubahan spesifikasi & keperluan kualifikasi	Excess Processing (W7)
18	Kegiatan Training yang berlebihan	
19	Kegiatan safety prosedur yang berlebihan	Excess Processing (W7)
20	Kegiatan supervisi yang berlebihan	

Berikan peringkat pada tiap kategori pemborosan (Waste) dibawah ini sesuai dengan kejadian di area proyek (Tiap Waste tidak boleh diberikan peringkat yang sama dengan yang lain) *

	Peringkat 1 (Paling sering terjadi)	Peringkat 2	Peringkat 3	Peringkat 4	Peringkat 5	Peringkat 6	Peringkat 7 (Paling jarang terjadi)
1. W1 → Pemborosan kategori TRANSPORTATION (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. W2 → Pemborosan kategori WAITING (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. W3 → Pemborosan kategori OVER-PRODUCTION (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. W4 → Pemborosan kategori DEFECTS/ CORRECTION (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. W5 → Pemborosan kategori INVENTORY (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. W6 → Pemborosan kategori MOVEMENT (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. W7 → Pemborosan kategori EXCESS-PROCESSING (Peringkat tidak boleh sama untuk tiap Waste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

UCAPAN TERIMAKASIH

Demikian kami ucapkan banyak terima kasih kepada Bapak/ Ibu / Saudara untuk telah menyempatkan waktu di sela kesibukannya dalam memberikan partisipasi melalui pengisian Survei ini. Mohon maaf atas waktunya. Jika ada keluhan dan tanggapan terkait pengambilan survey ini dapat disampaikan dalam alamat dibawah ini.

Salam hormat saya,
Ganda Sulistiyo
Mahasiswa S2 Program Studi Manajemen Proyek, MMT-ITS
No. HP: 0821 9662 5087
No. WA: 0812 9611 2484
Email: gandabasis@gmail.com