



TESIS - BM185407

*APLIKASI LEAN PRODUCTION / CONSTRUCTION* UNTUK  
MENGURANGI *WASTE* PADA KONSTRUKSI PIPA GAS  
(STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN PIPA GAS SEMARE  
TIE-IN KM 19 PIPA PORONG - GRATI PT PERTAMINA GAS)

TAUFIK WIDAYAT  
09211750015015

Dosen Pembimbing:  
Dr. Ir. Bambang Syairudin, MT

Departemen Manajemen Teknologi  
Fakultas Bisnis Dan Manajemen Teknologi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2019



TESIS - BM185407

**APLIKASI *LEAN PRODUCTION / CONSTRUCTION*  
UNTUK MENGURANGI WASTE PADA KONTRUKSI  
PIPA GAS (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN  
PIPA GAS SEMARE *TIE-IN* KM 19 PIPA PORONG -  
GRATI PT PERTAMINA GAS)**

**Taufik Widayat  
NRP. 09211750015015**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T  
NIP. 196310081990021001**

**Departemen Manajemen Teknologi  
Fakultas Bisnis Dan Manajemen Teknologi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2019**



THESIS - BM185407

**APPLICATION OF LEAN PRODUCTION /  
CONSTRUCTION TO REDUCE WASTE IN PIPE GAS  
CONSTRUCTION (CASE STUDY OF SEMARE-TIE IN  
KM 19 PIPA PORONG GRATI GAS DEVELOPMENT  
PROJECT PT PERTAMINA GAS)**

**Taufik Widayat  
NRP 09211750015015**

**Supervisor  
Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T  
NIP. 196310081990021001**

**Technology Management Department  
Business And Technology Management Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2019**



**LEMBAR  
PENGESAHAN**

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Taufik Widayat

NRP: 09211750015015

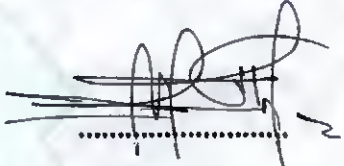
Tanggal Ujian: Februari 2019

Periode Wisuda: September 2019

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Dr. Ir. Bambang Syarudin, MT  
NIP. 196310081990021001



.....

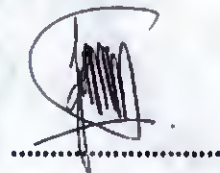
Penguji:

1. Prof. Dr. Udi Subakti Ciptomulyono, MEng.Sc  
NIP. 195903181987011001



.....

2. Dr. Adithya Sudiarno, ST, MT  
NIP. 198310162008011006



.....

Kepala Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi



Prof. Ir. Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP  
NIP: 196912311994121076



ABSTRAK

**APLIKASI *LEAN PRODUCTION / CONSTRUCTION* UNTUK  
MENGURANGI *WASTE* PADA KONTRUKSI PIPA GAS  
(STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN PIPA GAS SEMARE TIE  
IN KM 19 PIPA PORONG – GRATI PT PERTAMINA GAS)**

Nama Mahasiswa : Taufik Widayat  
NRP : 09211750015015  
Pembimbing : Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T

**ABSTRAK**

Pendekatan *lean* yang mulanya banyak dipakai pada industri manufaktur saat ini sudah jamak diadopsi oleh industri konstruksi yang biasa disebut *lean construction* untuk mengurangi *waste* agar dapat memberikan nilai tambah yang optimal. Penelitian ini dilakukan untuk melihat kecocokan pendekatan *lean construction* pada proyek EPC pemasangan pipa gas dari sisi perusahaan sebagai owner dimana tahapan proses yang dilaksanakan oleh perusahaan sendiri yaitu *engineering work* sebagai kunci kegiatan *procurement*, konstruksi dapat efektif dan efisien karena berkaca dari hampir seluruh pelaksanaan proyek sejenis di perusahaan menunjukkan gejala yang hampir sama seperti: kualitas *engineering work* kurang baik (nilai amandemen diatas 10%), *lagging* antara target dan realisasi progress, *re-work*, koordinasi yang lemah dan material sisa sehingga ada urgensi untuk melakukan perbaikan dengan pendekatan *Lean Construction* yang dilakukan dengan digambarkan dalam *Big Picture Mapping*, *Value Stream Analysis*, *Diagram Pareto*, *Diagram Fishbone* pada setiap tahapan EPC pipa gas. Didapatkan aktivitas *Value Added* sebesar 39.35% dan aktivitas *Non-Added Value* sebesar 60.65%, kualitas *engineering work* tergolong kurang baik (nilai amandemen 12,81%), diperlukan evaluasi terhadap kebutuhan *man power*, *load*, serta *skill* yang dibutuhkan agar proyek dapat tepat waktu serta dibakukan dalam suatu standar baku perusahaan. Akar masalah dominan adalah bentuk kontrak *engineering lumpsum* dan kebijakan perusahaan terkait preferensi bentuk kontrak.

Kata kunci : *Waste, Lean Construction Big Picture Mapping, Value Stream Analysis, Diagram Pareto, Diagram Fishbone, Value Added, Non Value Added.*

(halaman ini sengaja dikosongkan)





**ABSTRACT**

**APPLICATION OF LEAN PRODUCTION / CONSTRUCTION TO  
REDUCE WASTE IN GAS PIPELINE CONSTRUCTION  
(CASE STUDY PROJECT OF DEVELOPMENT SEMARE TIE IN KM  
19 PORONG-GRATI PIPELINE PROJECT PT PERTAMINA GAS)**

Student Name : Taufik Widayat  
Student ID : 09211750015015  
Supervisor : Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T

**ABSTRACT**

The lean approach that was initially used in the manufacturing industry is now widely adopted by the construction industry, called lean construction, in order to reduce waste to optimize added value. This study was conducted to see the suitability of the lean construction approach on the EPC project of gas pipeline installation from the company view as the owner which is the process engineering work carried out by the company itself considered as a key to the next activity procurement and construction can be effective and efficient because regarding all company similar projects shows almost the same symptoms that: engineering work quality is not good (amendment value above 10%), lagging between target and realization of progress, re-work, weak coordination and residual material so there is urgency to make improvements with the Lean Construction approach described in Big Picture Mapping, Value Stream Analysis Tool, Pareto Diagram, Fishbone Diagram at each stage of the gas pipeline's EPC. Value Added activities were obtained at 39.35% and Non-Added Value activities at 60.65%, engineering work quality classified as poor (amendment value 12.81%), an evaluation of man power requirements, load, and skills needed for the project to be on time and standardized in an acknowledged company standard. The dominant root cause of the problem is the engineering's contract form (a lump-sum engineering contract) and company policy related to the preference for contract forms.

Keywords: Waste, Lean Construction Big Picture Mapping, Value Stream Analysis, Pareto Diagram, Fishbone Diagram, Value Added, Non Value Added.



**KATA  
PENGANTAR**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tesis ini untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan studi strata dua dan memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi, pada Jurusan Manajemen Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada nabi besar rahmatanlil'alamln, Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, syuhada dan umatnya yang senantiasa istiqomah. Semoga kita termasuk di dalamnya.

Pada kesempatan ini dengan segala hormat Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang kepada :

1. Bapak, Almarhumah Ibu, Bapak dan Ibu mertua atas doa dan bimbingannya
2. Istri dan anak-anakku tercinta atas doa, nasehat, dukungan spritual dan motivasi kepada Penulis untuk menyelesaikan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T selaku dosen pembimbing Penulis yang telah memberikan arahan dan saran selama penyusunan Tesis ini.
4. Bapak Gatot Budhi Prakoso dan Bapak Widodo Budi Santoso telah memberikan ijin dan dukungan kepada Penulis dalam mengikuti program S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Rekan-rekan Project Management dan tim Gugus Tugas Pelaksana Pembangunan Pipa Ruas Semare-Tie In Pipa Porong-Grati (Prima, Fiski, Khunaifi, dll.) atas bantuannya kepada penulis selama penyusunan tulisan ini.
6. Rekan-rekan kerja di PT Pertamina Gas Eastern Java Area atas saran dan diskusinya yang membangun.
7. Seluruh pekerja dan mitra kerja di lingkungan PT Pertamina Gas yang telah bersedia membantu Penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
8. Kawan seperjuangan MMT ITS TI kelas X 2017 atas bantuan dan kerjasamanya selama ini.
9. Semua pihak lain yang tidak bisa Penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa walaupun penulis sudah berusaha sebaik-baiknya masih banyak kekurangan dalam penulisan makalah ini. Saran dan kritik yang membangun sangat dinantikan untuk perbaikan dan kemajuan di masa yang akan datang. Terima kasih.

Wassalam.

Surabaya, 2019

Penulis



**DAFTAR ISI,  
DAFTAR GAMBAR &  
DAFTAR TABEL**

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                | iii  |
| ABSTRAK .....  | v    |
| KATA PENGANTAR.....                                    | ix   |
| DAFTAR ISI .....                                       | xi   |
| DAFTAR TABEL .....                                     | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                    | xv   |
| BAB 1 PENDAHULUAN.....                                 | 1    |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                      | 1    |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                           | 7    |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                           | 7    |
| 1.4. Batasan Masalah .....                             | 8    |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                          | 8    |
| BAB 2 Tinjauan Pustaka .....                           | 11   |
| 2.1. Pendahuluan .....                                 | 11   |
| 2.2. Metode Manajemen Proyek Tradisional .....         | 14   |
| 2.3. Konsep <i>Lean</i> .....                          | 18   |
| 2.4. <i>Lean Construction</i> .....                    | 21   |
| 2.5. <i>Big Picture Mapping (BPM)</i> .....            | 25   |
| 2.6. Pemborosan ( <i>Waste</i> ) .....                 | 28   |
| 2.7. <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i> ..... | 30   |
| 2.8. Eliminasi <i>Waste</i> .....                      | 32   |
| 2.8.1. Jenis <i>Waste</i> .....                        | 32   |
| 2.8.2. Analisa <i>Waste</i> .....                      | 33   |
| 2.8.3. Diagram Pareto .....                            | 34   |
| 2.8.4. Analisa Diagram Ishikawa .....                  | 35   |
| 2.9. <i>Project Risk Management</i> .....              | 36   |
| 2.10. Pemilihan <i>Tools Lean Construction</i> .....   | 40   |
| 2.11. Penelitian Terdahulu .....                       | 45   |
| BAB 3 Metodologi Penelitian .....                      | 47   |
| 3.1. Tahap Identifikasi .....                          | 47   |
| 3.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data .....             | 47   |
| 3.3. Analisa dan Interpretasi Data .....               | 48   |
| 3.4. Kesimpulan dan Saran .....                        | 49   |



|   |    |
|---|----|
| BAB 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data .....                           | 51 |
| 4.1. Diskripsi Proyek .....   | 51 |
| 4.2. <i>Big Picture Mapping</i> .....                                 | 51 |
| 4.3. Identifikasi <i>Waste</i> .....                                  | 55 |
| 4.4. Pemilihan <i>Value Stream Analysis Tool</i> .....                | 57 |
| BAB 5 Analisa dan Usulan Perbaikan .....                              | 63 |
| 5.1. Analisa Pemborosan Pada <i>Whole Stream</i> .....                | 63 |
| 5.2. <i>Root Cause</i> Penyebab Pemborosan dan Usulan Perbaikan ..... | 70 |
| 5.3. <i>Project Risk Management</i> .....                             | 72 |
| BAB 6 Kesimpulan, Saran dan Rekomendasi.....                          | 79 |
| 6.1. Kesimpulan .....   | 79 |
| 6.2. Saran dan Rekomendasi.....                                       | 81 |
| Daftar Pustaka .....  | 83 |
| Lampiran .....  | 87 |

## DAFTAR TABEL

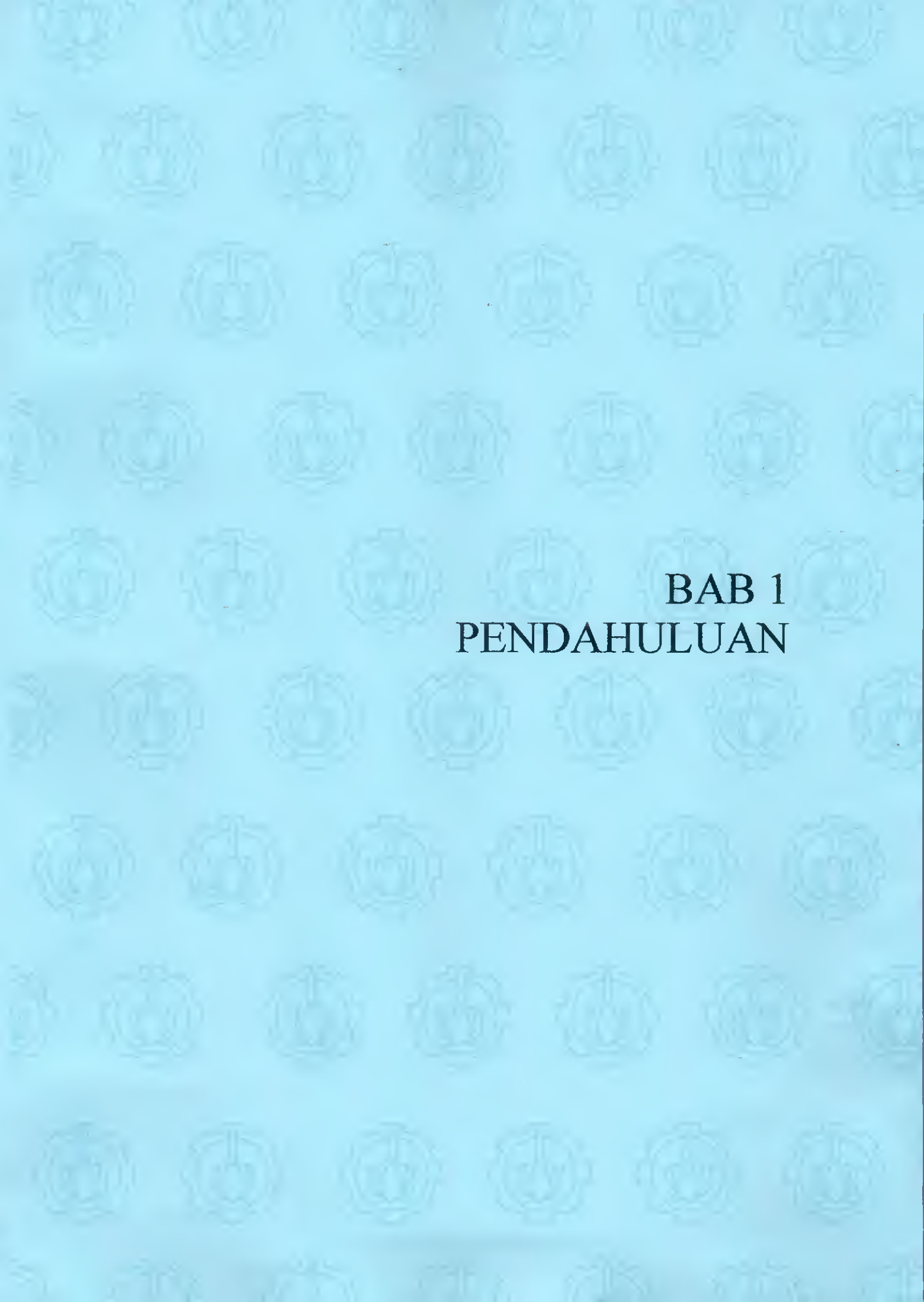
|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 1.1. | Gejala Terjadi <i>Waste</i> Pada Proyek Pembangunan Pipa Transmisi Gas 18”<br>Dari <i>Inlet</i> Semare Ke <i>Tap In</i> Rembang Km 19 Pipa Ruas Porong-Grati ... | 5   |
| Tabel 1.2. | Contoh Daftar Proyek Dengan Gejala Terjadi <i>Waste</i> .....  | 6   |
| Tabel 2.1. | Faktor – Faktor Penyebab Waktu Dan Biaya Menjadi <i>Overrun</i> .....  | 13  |
| Tabel 2.2. | Teori Dasar dan Landasan Teori Baru Manajemen Proyek .....   | 15  |
| Tabel 2.3. | Perbedaan Antara Pendekatan Tradisional dan Pendekatan <i>Lean</i> .....   | 16  |
| Tabel 2.4. | <i>Waste in Construction: Compilation Of Existing Data</i> (Koskela 1992) ....   | 22  |
| Tabel 2.5. | Hubungan <i>Mapping Tools</i> Dengan <i>Waste</i> .....  | 31  |
| Tabel 2.6. | Matriks Seleksi Pemilihan <i>Value Stream Mapping Tools</i> .....  | 32  |
| Tabel 2.7. | Form Penilaian Resiko (Gray dan Larson, 2006) .....  | 38  |
| Tabel 2.8. | Matriks Respon Resiko .....  | 39  |
| Tabel 4.1. | Daftar Narasumber.....   | 56  |
| Tabel 4.2. | Skor <i>Waste</i> .....  | 56  |
| Tabel 4.3. | Skor <i>VALSAT</i> .....   | 57  |
| Tabel 4.4. | Hasil Pemetaan <i>PAM</i> .....  | 59  |
| Tabel 5.1. | Kualitas Dokumen Engeneering Berdasarkan Nilai Amandemen .....   | 71  |
| Tabel 5.2. | Aspek <i>Waste</i> , Permasalahan dan Akar Permasalahan .....  | 71  |
| Tabel 5.3. | Analisa Pro-Kon Terhadap Usulan Perbaikan .....  | 72  |
| Tabel 5.4. | Daftar Resiko .....  | 74  |
| Tabel 5.5. | Aspek <i>Waste</i> , Permasalahan dan Akar Permasalahan .....  | 75  |
| Tabel 5.6. | Analisa Pro-Kon Terhadap Usulan Perbaikan .....  | 75  |
| Lamp. 3    | Rekap Kuisisioner .....  | 89  |
| Lamp. 4    | Perhitungan <i>VALSAT</i> .....  | 92  |
| Lamp. 5    | <i>Process Activity Mapping</i> (berdasarkan <i>PMS Project</i> ) .....  | 93  |
| Lamp. 6    | Penentuan <i>Dominant Waste</i> Dengan Diagram Pareto .....  | 94  |
| Lamp. 7    | Penilaian Kualitas Dokumen <i>Engineering</i> Berdasarkan <i>Brainstorming</i> ....  | 95  |
| Lamp. 9    | Penilaian Resiko .....   | 97  |
| Lamp. 10   | Penilaian Resiko Berdasarkan <i>Expert Judgement</i> No. 1 .....   | 98  |
| Lamp. 11   | Penilaian Resiko Berdasarkan <i>Expert Judgement</i> No. 2 .....   | 99  |
| Lamp. 12   | Penilaian Resiko Berdasarkan <i>Brainstorming Expert</i> .....   | 100 |

(halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR GAMBAR

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Gb. 2.1. | <i>Lean Project Delivery System</i> .....  | 24 |
| Gb. 2.2  | <i>Big Picture Mapping Icon</i> (Hines & Taylor, 2000) .....   | 25 |
| Gb. 2.3. | Fase Pertama <i>Big Picture Mapping, Record Customer Requirement</i> (Hines and Taylor, 2000) .....  | 26 |
| Gb. 2.4. | Fase Kedua <i>Big Picture Mapping, Add Information Flow</i> (Hines & Taylor, 2000) .....   | 26 |
| Gb. 2.5. | Fase Ketiga <i>Big Picture Mapping, Add Physical Flow</i> (Hines & Taylor, 2000) .....   | 27 |
| Gb. 2.6. | Fase Keempat <i>Big Picture Mapping, Big Picture Map With All Flow</i> (Hines & Taylor, 2000) .....  | 27 |
| Gb.2.7.  | Fase Kelima <i>Big Picture Mapping, Complete Big Picture Map</i> (Hines & Taylor, 2000) .....  | 28 |
| Gb. 2.8  | Penyebab Pemborosan (Serpell et. al, 1995) .....   | 33 |
| Gb. 2.9. | Langkah-Langkah Penyusunan Diagram <i>Fishbone</i> (Dogget, A. Mark, 2005. <i>Root Cause Analysis: A Frame Work For Tool Selection</i> ) ..... | 36 |
| Gb. 2.10 | Matriks Tingkatan Risiko ( <i>Risk Severity Matrix</i> ) .....   | 38 |
| Gb. 3.1. | Alur Penelitian .....  | 50 |
| Gb. 4.1. | Aliran Informasi dan Material Dokumen <i>Engineering</i> .....   | 54 |
| Gb. 4.2. | <i>Flowchart</i> Persetujuan Dokumen <i>Engineering</i> .....  | 55 |
| Gb. 4.3. | Jumlah Aktivitas Dalam <i>PAM</i> .....  | 59 |
| Gb. 5.1. | <i>Big Picture Mapping</i> .....   | 63 |
| Gb. 5.2. | Perbandingan <i>Value Added</i> dan <i>Non Value Added Activity</i> .....  | 69 |
| Gb. 5.3. | <i>Risk Breakdown Structure</i> .....  | 72 |
| Gb. 5.4. | Matriks Resiko .....   | 76 |
| Lamp. 1  | Struktur Organisasi <i>Project Management</i> .....  | 87 |
| Lamp. 2  | <i>Big Picture Mapping</i> .....   | 88 |
| Lamp. 6  | Diagram Penentuan <i>Dominant Waste</i> Dengan Diagram Pareto .....  | 94 |
| Lamp. 7  | Analisa Diagram Tulang Ikan .....  | 96 |
| Lamp. 13 | <i>Risk Severity Matrix</i> .....  | 99 |

(halaman ini sengaja dikosongkan)



**BAB 1**  
**PENDAHULUAN**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada tahapan eksekusi proyek konstruksi umumnya sering dijumpai pekerjaan lain disamping pekerjaan yang direncanakan, biasanya berupa perubahan (*change order*) maupun penambahan (*addendum*). Pekerjaan tersebut menyebabkan sering terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek. Faktor-faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pelaksanaan dapat bersumber dari perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan. Keterlambatan yang terjadi akan mengakibatkan peningkatan biaya proyek maupun *opportunity losses*.

Proyek konstruksi tidak terlepas dari penggunaan sumber daya manusia, material, peralatan dan juga pemanfaatan teknologi untuk menyelesaikan pekerjaan. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi tidak terlepas dari risiko kegagalan konstruksi. Produktivitas proyek konstruksi di tidak hanya dipengaruhi oleh faktor peralatan (*equipments*), material, dan metode pelaksanaan konstruksi, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor tenaga kerja (*labour*). Dengan perpaduan antara sumber daya yang tersedia dengan manajemen yang terkendali dengan baik, maka diharapkan dapat mencapai hasil produktivitas yang optimal.

Setiap proyek konstruksi pada awalnya pasti direncanakan dengan baik, dengan pengalokasian sumber daya, penjadwalan pelaksanaan pekerjaan, kontrol kualitas sesuai dengan metode pelaksanaan dan spesifikasi, monitoring dan *project control* yang baik. Walaupun begitu, tidak semua aktivitas di proyek akan memberikan nilai maksimal atau nilai tambah, karena ragam dan kuantitas pekerjaan diproyek sangat kompleks dan saling berhubungan satu sama yang lain.

*Waste* atau *non added value activity* merupakan pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah. Ohno (1995), berpendapat bahwa *waste*

adalah pergerakan pekerja yang tidak menambah nilai dan tidak diperlukan dalam suatu proses. Menurut Womack dan Jones (1996), *waste* juga digambarkan sebagai segala aktivitas manusia yang menyerap sumber daya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan perbaikan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna, dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya.

Menurut Shigeo Shingo (1990), jenis-jenis *waste* adalah sebagai berikut:

1. *Overproduction*

Stasiun kerja atau unit kerja sebelumnya memproduksi terlalu banyak sehingga mengakibatkan terganggunya aliran material dan *inventory* berlebih.

2. *Waiting*

Kondisi dimana tidak terdapat aktivitas yang terjadi pada produk, maupun pekerja (misal: operator menunggu material atau part yang akan diproses, material atau *part* menunggu untuk diproses, operator menunggu instruksi kerja, dsb) sehingga mengakibatkan waktu tunggu yang lama.

3. *Excessive Transportation*

Proses perpindahan baik manusia, material atau produk yang berlebihan sehingga mengakibatkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya.

4. *Inappropriate Processing*

Kesalahan proses produksi yang disebabkan oleh kesalahan penggunaan mesin atau *tool* atau diakibatkan kesalahan prosedur, operator maupun sistem.

5. *Unnecessary Inventory*

Penyimpanan berlebih dan penundaan material dan produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya.

6. *Unnecessary Motion*



Berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi performansi operator, umumnya dikaitkan dengan tata letak *tool* atau mesin terhadap benda kerja sehingga operator melakukan gerakan berlebih dalam aktivitas kerjanya (misalnya terlalu banyak membungkuk, berjongkok).

#### 7. Defects

Yaitu pengerjaan ulang (revisi atau *rework*) pada produk maupun pada desain serta cacat pada produk yang dihasilkan.

Dewasa ini bidang industri konstruksi sudah mengadopsi dan belajar dari industri manufaktur suatu sistem yang inovatif dan fundamental yaitu *Lean Production* dimana selanjutnya dalam bidang konstruksi dikenal dengan istilah *Lean Construction*. Menurut Koskela (1992), *lean construction* adalah suatu aplikasi dari filosofi produksi baru di dunia konstruksi. Konsep *lean* dengan nama *lean production* sebenarnya sudah dikembangkan di negara-negara maju, contohnya pada industri manufaktur Toyota dan industri otomotif yang umum dikenal sebagai "*Toyota Production System*". Prinsip tersebut diterapkan di industri konstruksi memiliki dua tujuan yang sangat fundamental yaitu meningkatkan value dan meminimalkan waste.

Manajemen konstruksi bertujuan untuk bagaimana pengelolaan dan memanfaatkan sumber daya manusia dan sumber daya lainnya untuk mencapai tujuan tertentu. Manajemen tergantung pada komunikasi yang jelas dan kemampuan untuk melontarkan pemikiran, gagasan, informasi, serta instruksi dengan cepat dan efektif. Proses manajemen terdiri dari penempatan tujuan atau misi, perencanaan (*planning*), pengerahan (*staffing*), *organizing*, *supervising*, dan pengendalian (*controlling*). Sejalan dengan aktivitas yang berlangsung, pengelolaan sumber daya akan selalu menggunakan ukuran biaya, waktu, dan mutu. Dengan demikian, *waste* dalam konstruksi yang sering terjadi juga akan meningkatkan biaya pelaksanaan, menambah durasi pekerjaan, dan mengurangi mutu pekerjaan.

Risiko tidak akan pernah lepas dari proyek konstruksi. Setiap perencana yang bertanggung jawab pada proyek harus memahami risiko yang mungkin terjadi pada proyek. Risiko adalah suatu ketidakpastian, yang jika terjadi dapat mempunyai efek positif atau negatif terhadap sasaran proyek. Risiko terjadi adalah karena adanya penyebab atau faktor-faktor risiko sedangkan akibat dari risiko adalah konsekuensi.

Dalam prakteknya, perencana konstruksi perlu menganalisis masalah fluktuasi dan alokasi sumber daya secara bersamaan untuk mengevaluasi dampak dari revisi jadwal terhadap durasi proyek dan efektifitas pemanfaatan sumber daya. Optimalisasi sumber daya mengarah ke produktivitas, risiko untuk jadwal kinerja dan biaya proyek. Maka diperlukan suatu sistem yang dapat mengatur aliran proses pekerjaan untuk mencapai efisiensi proyek dimana dalam hal ini *Lean Construction* dapat dianjurkan untuk digunakan dalam proyek konstruksi.

Proyek pembangunan pipa transmisi gas 18" dari *Inlet* Semare ke *tap in* Rembang km 19 pipa ruas Porong-Grati adalah salah satu dari beberapa proyek strategis PT Pertamina Gas. Proyek yang dikerjakan oleh kontraktor PT Pertamina Drilling Contruction (PDC) ini bernilai investasi Rp.34 Milyar dan direncanakan selesai pada akhir tahun 2017. Pipa transmisi gas sepanjang 8 km ini direncanakan akan mengalirkan gas  $\pm$  100 MMSCFD dari lapangan BD di *offshore* Madura yang dioperasikan oleh Husky CNOOC Madura Ltd. (HCML) menuju pipa *open access* ruas Porong-Grati yang merupakan pengembangan dari pipa *open access East Java Gas Pipeline (EJGP) System* menuju *delivery point* masing-masing konsumen.

Proyek EPC (*Engineering, Procurement, Construction*) pembangunan pipa gas merupakan proyek yang kompleks karena melibatkan banyak stakeholders dengan lingkup pekerjaan *pipeline, mechanical, electrical, piping, instrument, civil*, dan SCADA. Pada pelaksanaan proyek EPC yang typical dilakukan di Pertamina ada sebagian pekerjaan yang dilaksanakan sendiri oleh perusahaan yaitu pengurusan perizinan dan sosialisasi sampai pemda tingkat I-II, koordinasi dengan

eksternal *stakeholder*, pengurusan dokumen lingkungan, dan review DED (*Detailed Engineering Design*) yang disubmit oleh kontraktor sebagai penjabaran dari FEED (*Front End Engineering Design*).

Progress pengerjaan proyek konstruksi berjalan tidak sesuai *schedule* dikarenakan banyaknya aktivitas yang tidak menambah nilai, seperti : menunggu kedatangan material, menunggu instruksi pekerjaan, cacat pada material pipa, dll. 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*.

Gejala atau *symptom* terjadinya *waste* dalam pelaksanaan proyek ini dapat dilihat dalam table 1.1. berikut.

Tabel 1.1. Gejala Terjadi *Waste* Pada Proyek pembangunan pipa transmisi gas 18” dari *Inlet* Semare ke *tap in* Rembang km 19 pipa ruas Porong-Grati.

| No | Gejala Terjadi <i>Waste</i> | Rencana         | Realisasi     | Keterangan                       |
|----|-----------------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| 1  | Jadwal On Stream            | 8 Desember 2017 | 30 Maret 2018 | Terlambat 112 hari dari schedule |
| 2  | Biaya Project               | Rp.39,4 M       | Rp.44,448 M   | Naik Rp.5,048 M (12,81%)         |
| 3  | Kapasitas Pengaliran        | 100 MMSCFD      | 55 MMSCFD     | Dibawah 45MMSCFD                 |
| 4  | Material Sisa               | Tidak           | Ada           | Terdapat material sisa project   |

Berkaca dari pelaksanaan proyek sejenis di perusahaan seperti yang disajikan dalam table 1.2 dibawah terlihat bahwa beberapa proyek memiliki gejala atau *symptoms* yang hampir sama sehingga ada urgensi untuk melakukan perbaikan dengan penerapan *lean construction* agar kedepannya tidak terulang kembali.

Tabel 1.2. Contoh Daftar Proyek Dengan Gejala Terjadi *Waste*

| No | Gejala              | Rencana<br>Vs.<br>Realisasi | Nama Proyek Konstruksi                  |                          |                              |
|----|---------------------|-----------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
|    |                     |                             | EPC Pipa Muara<br>Karang Muara<br>Tawar | EPC Pipa<br>Porong Grati | EPC Pipa<br>SLS A<br>Belawan |
| 1  | Jadwal on<br>stream | Rencana                     | April 2015                              | Juni 2015                | Agustus<br>2014              |
|    |                     | Realisasi                   | Desember 2015                           | November<br>2016         | Desember<br>2014             |
| 2  | Biaya<br>Proyek     | Rencana                     | US\$ 7.8 Juta                           | US\$ 30.1 Juta           | US\$ 100.2<br>Juta           |
|    |                     | Realisasi                   | US\$ 9.8 Juta                           | US\$ 34.5 Juta           | US\$ 141.9<br>Juta           |
| 3  | Kapasitas           | Rencana                     | 270 MMSCFD                              | 100 MMSCFD               | 200<br>MMSCFD                |
|    |                     | Realisasi                   | 5 MMSCFD                                | 25 MMSCFD                | 110<br>MMSCFD                |
| 4  | Material<br>Sisa    | Realisasi                   | Ada                                     | Ada                      | Ada                          |

\*Asumsi Kurs: 1 US\$ = Rp. 14.500,-

Permasalahan yang difokuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi dan mengurangi *waste*, serta identifikasi resiko berdasarkan *waste* yang berkaitan dengan DED sebagai kunci kegiatan *procurement* dan konstruksi dapat efektif dan efisien sehingga diharapkan proyek dapat “otobos”, *on target, on budget, on schedule*. Metode *Lean Construction* dinilai tepat untuk mengatasi *waste* (pemborosan) yang terjadi di proyek ini, karena metode ini merupakan suatu proses yang berlangsung terus menerus dari proses eliminasi *waste*, mengutamakan kebutuhan konsumen, fokus pada aliran informasi/material, dan mencapai kesempurnaan dalam pelaksanaan pembangunan dalam proyek.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berikut adalah perumusan masalah untuk melakukan rencana perbaikan proses pelaksanaan proyek dengan pendekatan *lean construction*:

1. Bagaimana situasi dan kondisi saat ini yang pada pelaksanaan konstruksi pembangunan pipa gas, utamanya pada proses aktivitas yang dilakukan sendiri oleh perusahaan.
2. Aktivitas apa saja yang tergolong dalam *waste* pada proyek konstruksi pembangunan pipa gas.
3. Cara apa saja yang memungkinkan dilakukan sebagai upaya perbaikan untuk mereduksi *waste* agar proyek berjalan efektif dan efisien.

## 1.3. Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui apakah metode *lean construction* cocok diterapkan dalam proyek konstruksi pemasangan pipa gas di perusahaan.
2. Mengetahui pada tahapan / bidang yang cocok diaplikasikan pendekatan *lean construction* dengan mempertimbangkan tipikal pelaksanaan proyek pemasangan pipa gas yang ada di perusahaan.
3. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang tergolong dalam *waste* pada kegiatan proyek EPC pembangunan pipa gas terkait *engineering work*.
4. Memberikan saran dan rekomendasi kepada perusahaan untuk upaya-upaya perbaikan dengan pendekatan aplikasi *Lean Construction* yang tepat pada proyek EPC pembangunan pipa gas terkait dengan *engineering work*.

#### 1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi diproyek dengan menganalisis hasil pengumpulan data, baik data primer maupun sekunder, yang diperoleh antara lain dengan kuisioner, wawancara, dokumentasi lapangan pelaksanaan pekerjaan di lokasi site kontraktor PDC selaku pelaksana konstruksi pembangunan pipa gas PT Pertamina Gas. *Waste* yang diamati adalah tujuh macam *waste* menurut Shigeo Shingo. Detail proyek tidak mengalami perubahan yang telah disepakati dalam kontrak selama proses penelitian berlangsung.

Lingkup dari penelitian ini adalah pada proses yang similar dilakukan oleh perusahaan yaitu pada proses *Detailed Engineering Design* (DED). Responden adalah para pelaku kegiatan *engineering EPC*.

#### 1.5. Manfaat Penelitian


Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui apakah pendekatan *lean construction* cocok diterapkan pada proyek pemasangan pipa gas di perusahaan
2. Mengetahui pada tahapan / bidang yang cocok diaplikasikan pendekatan *lean construction* dengan mempertimbangkan tipikal pelaksanaan proyek pemasangan pipa gas yang ada di perusahaan
3. Mengetahui dan memetakan aliran material dan informasi dalam proyek EPC konstruksi pipa utamanya *engineering work*.
4. Mengetahui tahapan proyek EPC konstruksi pipa yang bersifat kritikal
5. Perbaikan pada pelaksanaan proses proyek EPC konstruksi pipa gas di perusahaan utamanya proses *engineering work* yang dilakukan sendiri oleh perusahaan agar kedepannya dapat memenuhi OTOBOS.
6. Sebagai masukan bagi perusahaan untuk dapat membuat suatu standardisasi proses yang dilakukan oleh perusahaan

7. Dapat dijadikan masukan dan pembelajaran konsep *Lean* untuk menambahkan nilai produk dan untuk mengurangi *waste* dalam proyek konstruksi.
8. Dapat dijadikan masukan atau referensi untuk penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)





**BAB 2**  
**TINJAUAN**  
**PUSTAKA**

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pendahuluan

Kegiatan membangun gedung dan bangunan pekerjaan umum atau bangunan konstruksi telah menjadi suatu industri. Industri konstruksi ini telah mendorong lahirnya berbagai ilmu, teknologi dan perkembangan bisnis itu sendiri. Industri konstruksi dalam garis besarnya dapat dibagi menjadi empat bagian berdasarkan jenis-jenis pekerjaan dan rancangan yang berbeda-beda. Menurut Barrie dan Paulson (1995), proyek konstruksi dapat dibagi atas empat katagori utama, yaitu:

1. Konstruksi Infrastruktur atau Pekerjaan Sipil Berat, meliputi bendungan, terowongan, jembatan, jaringan jalan kereta api, jalan raya, pelabuhan laut, lapangan terbang, jaringan distribusi air minum, jalur pipa, pembuangan limbah, jaringan listrik dan jaringan komunikasi.
2. Konstruksi Gedung, meliputi pekerjaan bangunan toko pengecer kecil sampai pada kompleks perumahan kota, mulai dari bangunan sekolah dasar sampai universitas yang lengkap, rumah sakit, rumah ibadah, bangunan bertingkat perkantoran komersil mulai dari yang kecil sampai bangunan bertingkat tinggi, gedung bioskop, gedung pemerintah, gedung pusat rekreasi, pergudangan, gedung bank dan gedung perhotelan.
3. Konstruksi Industri, meliputi pekerjaan pabrik pengilangan minyak bumi dan petrokimia, pabrik bahan bakar sintetik, pusat pembangkit listrik dan pabrik industri berat.
4. Konstruksi Pemukiman, meliputi perumahan keluarga tunggal, perumahan kota unit ganda, rumah susun, rumah pangsa bertaman dan rumah pangsa yang diperlakukan sebagai rumah sendiri (*condominium*).

Sesuai dengan istilah yang dipakai yaitu, konstruksi adalah merupakan upaya pembangunan yang tidak semata-mata pada pelaksanaan pembangunan fisiknya saja akan tetapi mencakup arti sistim pembangunan secara utuh dan lengkap. Pelaksanaan suatu proyek pada dasarnya adalah suatu proses merubah sumber daya dan dana tertentu secara terorganisasi menjadi suatu hasil pembangunan yang mantap sesuai dengan tujuan dan harapan-harapan awal, kesemuanya harus dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu.

Proyek konstruksi adalah suatu pekerjaan atau tugas bersama para penyelenggara proyek yang dilaksanakan oleh penyedia jasa (kontraktor) melalui kontrak Jasa Pelaksanaan Konstruksi dimana target mutu, biaya, jangka waktu pelaksanaan dan waktu mulai – selesainya telah ditentukan . Proyek mempunyai tujuan atau ruang lingkup pekerjaan yang dilaksanakan secara jelas, berdasarkan persyaratan teknis dan administrasi yang sudah disiapkan. Biasanya proyek dilaksanakan oleh suatu organisasi penyelenggara proyek yang sifatnya sementara dan akan dibubarkan setelah proyek selesai. Teknologi Konstruksi merupakan suatu proses mempelajari 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.

Konstruksi merupakan industri yang sangat rumit yang memerlukan sistem yang baik untuk memastikan proyek dapat "*otobos, on target-on budget-on schedule*". Realisasi penjadwalan dan pembiayaan proyek yang tidak sesuai dengan rencana merupakan permasalahan umum yang sering terjadi di sebagian besar proyek- proyek konstruksi. Oleh karena itu, kriteria utama untuk keberhasilan setiap proyek konstruksi adalah proyek tersebut dapat selesai tepat waktu dan tidak terjadinya *overrun* dalam pembiayaan proyek. Faktor - faktor yang berkaitan dengan

sumber daya konstruksi yang menyebabkan biaya menjadi *overrun* meliputi: material, tenaga kerja, peralatan, dan keuangan.

Tabel 2.1 Faktor – Faktor Penyebab Waktu Dan Biaya Menjadi *Overrun*

| Kategori                          | Faktor Penyebab  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Material</b>                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fluktuasi Harga Material</li> <li>2. Kekurangan Material</li> <li>3. Perubahan spesifikasi dan tipe material</li> <li>4. Keterlambatan pengiriman material</li> <li>5. Ketergantungan material impor</li> </ol>  |
| <b>Tenaga kerja</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tingginya biaya tenaga kerja</li> <li>2. Kekurangan tenaga kerja terampil</li> <li>3. <i>Overtime</i> yang tinggi</li> <li>4. Produktifitas tenaga kerja rendah</li> </ol>   |
| <b>Keuangan</b>                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Owner</i> mengalami krisis keuangan</li> <li>2. Keterlambatan pembayaran ke <i>supplier</i></li> <li>3. Keterlambatan pembayaran <i>progress</i> dari <i>owner</i></li> <li>4. Kontraktor mengalami krisis keuangan</li> <li>5. Kontrol keuangan yang buruk di <i>site</i></li> </ol> |
| <b>Peralatan</b>                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ketersediaan dan kehandalan peralatan</li> <li>2. Keterlambatan pengiriman peralatan</li> <li>3. Terbatasnya jumlah peralatan</li> </ol>   |
| <b>Kondisi yang tidak terduga</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kondisi cuaca yang tidak terduga</li> <li>2. Risiko dan ketidakpastian yang berkaitan dengan proyek</li> </ol>   |
| <b>Engineering</b>                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perubahan Desain</li> </ol>  |

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | 2. Perbedaan kontrak  |
| <b>Management</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Project Manager</i> kurang terampil dan berpengalaman</li> <li>2. Kompleksitas pekerjaan</li> <li>3. Kurangnya penggunaan <i>software</i> yang sesuai</li> </ol> |

## 2.2. Metode Manajemen Proyek Tradisional

Koskela dan Howell (2000), dalam penelitian mereka sebelumnya, *Reforming Project Management: The Role of Lean Construction*, menyoroti alasan kenapa mereka memperkenalkan metode baru dalam manajemen konstruksi. Dalam penelitiannya, mereka mengkritik praktek manajemen saat ini dan berpendapat bahwa pendekatan konvensional tidak memadai dan harus direformasi untuk menyesuaikan dengan kompleksitas dan ketidakpastian di dalam proyek.

Koskela dan Howell (2000) menyatakan bahwa kekurangan dalam manajemen proyek saat ini karena lemahnya asumsi dan teori. Kelemahan pada asumsi ini meliputi ketidakpastian untuk lingkup kegiatan dan hubungan kegiatan yang terlalu sederhana. Morris menjelaskan teori manajemen proyek sebagai ilmu dalam menerapkan model transformasi produksi yang digunakan sebelumnya di bidang manufaktur. Kelemahan teori ini adalah bahwa ada karakteristik lain dalam produksi selain transformasi yang dapat membuat output lebih bernilai, yaitu penggunaan sumber daya yang efisien, dan kebutuhan pelanggan terpenuhi dengan cara yang terbaik. Dapat dikatakan bahwa perbaikan praktek manajemen saat ini dapat dicapai dengan menerapkan pendekatan manajemen produksi, tidak hanya termasuk transformasi tetapi juga manajemen alur kerja dan menilai dengan baik proses-proses yang menghasilkan, sehingga teori dan prinsip-prinsip lean construction dapat diterapkan untuk dunia konstruksi.

Tabel 2.2. Teori Dasar dan Landasan Teori Baru Manajemen Proyek

| Subyek Teori      |  | Teori Dasar Manajemen Proyek   | Landasan Teori Baru Manajemen Proyek  |
|-------------------|--|--|---|
| <i>Project</i>    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Transformation (Input &amp; Output)</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Transformation flow</i></li> <li>• <i>Value generation</i></li> </ul>                       |
| <i>Management</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Planning</i></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Management as planning</i></li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Management as planning</i></li> <li>• <i>Management as Organizing</i></li> </ul>            |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Execution</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Classical Communication Theory</i></li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Classical Communication Theory</i></li> <li>• <i>Language Action Perspective</i></li> </ul> |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Control</i></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thermostat Model</i></li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thermostat Model</i></li> <li>• <i>Scientific experimental Model</i></li> </ul>             |

Dalam proyek-proyek yang kecil dan simpel, teori – teori yang terkait dengan masalah dapat diselesaikan secara informal dan tanpa menghasilkan dampak yang lebih luas namun di masa sekarang proyek-proyek yang besar, kompleks, dan cepat, manajemen proyek tradisional hanya bersifat kontraproduktif yang menciptakan masalah sendiri dan berdampak besar bagi kinerja proyek (Howell and Koskela, 2000). Oleh karena itu, menjadi penting dalam industri konstruksi untuk mencari metode non-konvensional dan manajemen baru untuk meningkatkan value dan mengurangi *waste*, waktu, dan biaya pada proyek. Tabel 2.3 menunjukkan perbedaan antara pendekatan tradisional dan pendekatan lean sebagai dibahas dalam literatur.

Tabel 2.3. Perbedaan Antara Pendekatan Tradisional dan Pendekatan Lean

| Aktivitas              | Pendekatan Tradisional  | Pendekatan Lean  |
|------------------------|---|--|
| <i>Control</i>         | <i>Project control</i> bersifat monitoring terhadap kinerja (jadwal dan biaya) dan hanya mengambil tindakan setelah ditemukan adanya variasi negative       | <i>Project control</i> bersifat menjamin kehandalan alur kerja dengan terus melakukan pengukuran dan perbaikan pada system         |
| <i>Performance</i>     | Dalam pendekatan tradisional, semua upaya manajemen terkonsentrasi pada mengoptimalkan setiap kegiatan secara terpisah untuk mengurangi kinerja keseluruhan | Target utama adalah memaksimalkan <i>value</i> dengan <i>waste</i> minimum di tingkat proyek untuk menjamin alur kerja yang handal |
| <i>Value</i>           | Pelanggan harus menentukan semua persyaratan value pada awal proyek, mengabaikan perubahan pasar dan teknologi baru   | Proyek dikelola sebagai proses untuk menghasilkan value di mana kepuasan pelanggan dikembangkan selama proyek berlangsung          |
| <i>Work Techniques</i> | Menggunakan <i>push-driven</i>  | Menggunakan <i>pull-driven schedules</i> untuk mengontrol aliran informasi dan material  |

|                       |  |  |
|-----------------------|--|--|
|                       | schedules untuk mengontrol aliran informasi dan material |  |
| <i>Centralization</i> | Pengambilan keputusan terpusat melalui satu manajemen    | Pengambilan keputusan melalui transparansi dengan melibatkan seluruh pekerja proyek dalam sistem kontrol produksi dan memberdayakan mereka untuk mengambil tindakan  |
| <i>Under Loading</i>  | Tidak mempertimbangkan penyesuaian                       | Kapasitas unit produksi disesuaikan dengan persediaan untuk dapat menyerap variasi   |
| <i>Variations</i>     | Tidak ada upaya untuk manajemen mitigasi variasi         | Selalu berupaya untuk mengurangi variasi dalam hal kualitas produk akhir dan tingkatan kerja   |
| <i>Collaboration</i>  | Transparansi tidak diterapkan pada metode ini            | 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 |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <i>Transparency</i>                    |   | Meningkatkan transparansi stakeholder proyek ,<br>memudahkan pembuatan keputusan , mengurangi kebutuhan manajemen pusat |
| <i>Continous Improvement</i>           | <i>Continous improvement</i> tidak diterapkan pada metode ini | Menerapkan <i>continous improvement</i> dalam proses & alur kerja   |
| <i>Interactions &amp; dependencies</i> |   | Mengelola dampak dari ketegantungan dan ada variasi tiap aktivitas penting karena sangat mempengaruhi waktu dan biaya   |

### 2.3. Konsep *Lean*

Konsep *lean* sendiri merupakan buah pemikiran dari *lean thinking* yang dipopulerkan oleh *Toyota's Chief Engineer*, Taiichi Ohno dalam *Toyota Production System*. Konsep ini sendiri lahir setelah Ohno melakukan studi banding untuk meninjau sistem produksi yang diterapkan di Ford. Berbeda dengan Ford yang melakukan pembatasan terhadap permintaan produk, Ohno melakukan aktivitas produksi saat pemesanan itu ada. Dengan kata lain, gudang atau lokasi penyimpanan diupayakan untuk kosong dan sebagai konsekuensinya, kinerja produktivitas harus berjalan efektif, sehingga barang dapat diterima konsumen dengan tepat waktu. Impelementasi konsep *Lean* ini didasari pada 11 (sebelas) prinsip utama (Koskela, 1992a), yaitu :

1. Mengurangi bagian aktivitas yang tidak menambah nilai (pemborosan), Meminimalisasi kegiatan yang tidak menghasilkan

nilai terhadap waktu, sumberdaya, material dan informasi yang dibuat oleh *customer/owner*

2. Meningkatkan nilai output melalui pertimbangan yang sistematis tentang kebutuhan pelanggan,  
Lengkapi segala kebutuhan untuk proyek yang berasal dari *customer/owner* untuk meningkatkan nilai *output* atau sasaran *project*.
3. Mengurangi variabilitas dimana ada 2(dua) alasan yang mendasarinya yaitu:
  - a. Adanya perbedaan pandangan terhadap permintaan *customer/owner*
  - b. Varian bisa meningkat oleh adanya kegiatan yang tidak menghasilkan nilai
4. Mengurangi siklus waktu  
Implementasi dari prinsip *just-in-time* untuk mengeliminasi persediaan inventarisasi (fasilitas) dan desentralisasi dari hirarki suatu organisasi proyek
5. Menyederhanakan dan mengurangi jumlah langkah  
Minimalisasi komponen-komponen produksi dan langkah-langkah dari proses penyediaan barang/material
6. Meningkatkan *flexibilitas output*  
Dengan menggunakan disain awal, diharapkan kesulitan untuk meminimalisasi perbaikan dan perubahan bisa dilakukan. Serta kecakapan dalam bekerja diharapkan dapat meningkatkan produksi yang fleksibel Meningkatkan transparansi proses
7. Meningkatkan transparansi proses  
Proses yang transparan dan objektif digunakan dalam proses pengendalian dan pengembangan oleh semua karyawan
8. Fokus untuk mengawasi pada semua proses  
Dengan adanya kemandirian dan fokus terhadap pekerjaan dalam tim pada proses konstruksi diharapkan bisa melatih pengendalian terhadap proses produktifitas harus berjalan efektif, sehingga barang

dapat diterima konsumen konstruksi dan kerjasama dengan pihak supplier diharapkan bisa mengoptimalkan jaringan kerja

9. Membangun perbaikan secara berkelanjutan dalam melakukan proses Usaha dalam pembangunan yang berkelanjutan yaitu meminimalisasi pemborosan dan menghilangkan kegiatan yang tidak menghasilkan nilai
10. Mengimbangkan peningkatan aliran dengan peningkatan perubahan Adanya suatu hubungan internal antara jaringan dan pengembangan kerja yang membuat proses penghematan dalam pembiayaan peralatan serta mempunyai perhatian yang khusus terhadap teknologi yang digunakan
11. *Benchmark*,  
Sasaran yang dituju mengacu pada prinsip SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*) dapat dikombinasikan untuk menjadikan kegiatan yang ada efektif.

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

*Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistematis dan sistematis untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding-activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik

(*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2007). Hal utama yang perlu dipahami oleh organisasi yang akan menerapkan *Lean* adalah memahami *customer* dan apa *value* mereka. Sedangkan tujuan dari cabang ilmu ini sendiri antara lain:

1. Memahami keinginan *customer*
2. Meningkatkan budaya pembelajaran di perusahaan
3. Perusahaan menjadi lebih reaktif terhadap terjadinya perubahan
4. Meningkatkan performansi *service delivery*
5. Menurunkan *time to market*
6. Menghasilkan kualitas produk yang lebih baik
7. Meningkatkan produktivitas
8. Meningkatkan peluang bisnis

#### 2.4. *Lean Construction*

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

Tidak sama seperti *Lean Manufacturing*, *Lean Construction* berfokus terhadap proses produksi suatu proyek. *Lean Construction* mempunyai kaitan dengan kemajuan proyek dalam semua dimensi konstruksi dan lingkungan, antara lain disain, pelaksanaan kegiatan, pemeliharaan, keselamatan dan daur ulang. Konsep pendekatan ini mencoba untuk mengatur dan meningkatkan proses konstruksi dengan cara mendapatkan

nilai maksimum dengan biaya minimum yang berhubungan dengan kebutuhan *costumer*. *Lean construction* adalah suatu cara untuk mendesain sistem produksi yang dapat meminimalisasi pemborosan (*waste*) dari pemakaian material, waktu, dan usaha dalam rangka menghasilkan jumlah barang yang maksimum (Koskela et.al, 2002).

Semua konsekuensi dari konstruksi yang berkelanjutan akan meningkatkan biaya konstruksi cukup signifikan sesuai dengan table 2.4 berikut:

Tabel 2.4. *Waste in Construction: Compilation Of Existing Data* (Koskela 1992)

| <i>Waste</i>  | <i>Cost</i>                    | <i>Country</i> |
|---|--------------------------------|----------------|
| Quality costs (non-conformance)                           | 12 % of total project costs    | USA            |
| External quality cost (during facility use)               | 4 % of total project costs     | Sweden         |
| Lack of constructability                                  | 6 - 10 % of total project cost | USA            |
| Poor materials management                                 | 10 - 12 % of labor costs       | USA            |
| Excess consumption of materials on site                   | 10 % on average                | Sweden         |
| Working time used for non-value adding activities on site | Appr. 2/3 of total time        | USA            |
| Lack of safety  | 6 % of total project costs     | USA            |

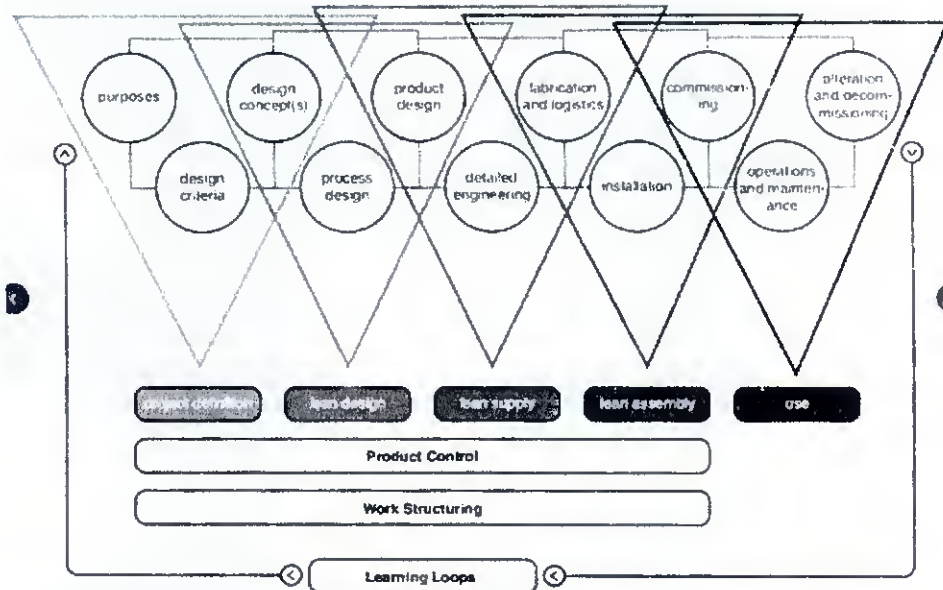
Banyak ditemukan aktivitas-aktivitas yang tidak diperlukan selama proses konstruksi, yaitu aktivitas yang memerlukan waktu dan usaha ekstra tanpa nilai tambah untuk pemilik proyek. Sejak tahap awal proyek konstruksi, manajer konstruksi sebaiknya sudah melibatkan semua faktor penyebab yang mungkin dapat berakibat negatif pada proses konstruksi, yaitu pemborosan yang meliputi *delay*, biaya, kualitas, kurangnya keamanan konstruksi, pekerjaan ulang, pergerakan yang tidak perlu, jarak jauh, pemilihan manajemen yang salah, metode atau alat dan *constructability* yang kurang memadai (Serpel et al, 1995; Koskela, 1992; Ishiwata, 1997; Alarcon, 1993). Sedangkan menurut data dari *Construction Industry Board*, pemborosan meliputi kesalahan-kesalahan teknis atau non-teknis, *working out of sequence*, aktivitas dan pergerakan

yang berulang, keterlambatan, *input* dan produk atau jasa yang tidak sesuai dengan persyaratan pemilik proyek.

Karena fokus dari *lean* adalah reduksi *waste* dan menambah nilai. Menurut Lauren Pinch (2005), 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
5. Menuntut kesederhanaan, mengarahkan *handoff* diantara tugas dalam aliran pekerjaan

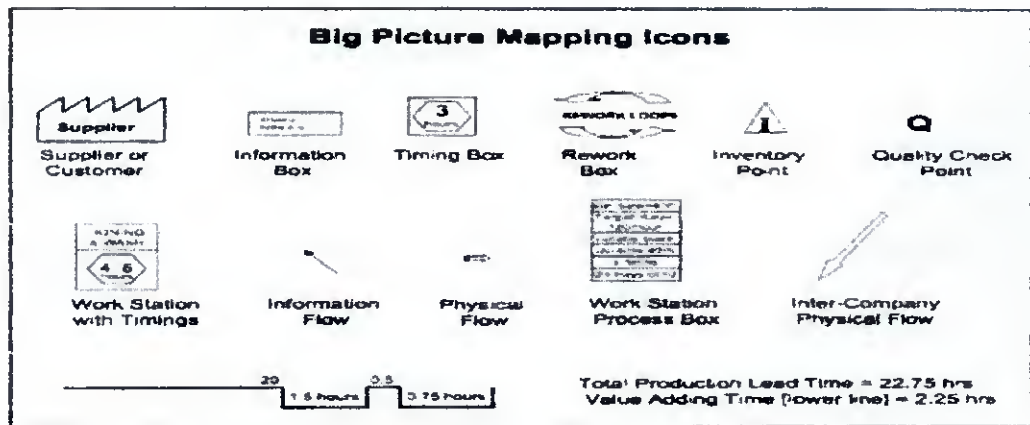
Beberapa konsep konstruksi ramping yang dikembangkan dan diimplementasikan dalam proyek konstruksi di negara maju maupun berkembang dapat dilihat pada gambar 2.1. Konsep *Lean Project Delivery System* (LPDS) menggambarkan konstruksi ramping duaplikasikan pada seluruh daur hidup proyek konstruksi mulai dari definisi proyek, lalu desain, *supply*, *assembly*, dan penggunaannya.



Gambar 2.1. *Lean Project Delivery System*

## 2.5. *Big Picture Mapping*

Pembuatan *Big Picture Mapping* diperlukan sebagai tahap awal sebelum memulai *detailed mapping* terhadap *core processes* perusahaan untuk memberikan pemahaman mengenai sistem pemenuhan order secara keseluruhan beserta *value stream*. *Big Picture Mapping* adalah *tool* yang berfungsi membantu perusahaan untuk supaya dapat melihat aliran produksi secara *visual*, melihat *waste* yang ada, membantu dalam pemilihan tim implementasi, mengaitkan aliran informasi dan aliran fisik. *Big Picture Mapping* merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara menyeluruh beserta *value stream* yang ada di perusahaan serta dapat mengetahui aliran fisik dan informasi dalam sistem, *lead time* dari masing-masing proses yang terjadi.



Gambar 2.2. *Big Picture Mapping Icon* (Hines & Taylor, 2000)

Ada 5 fase yang harus dilakukan untuk membuat *Big Picture Mapping*. Fase-fasenya adalah sebagai berikut:

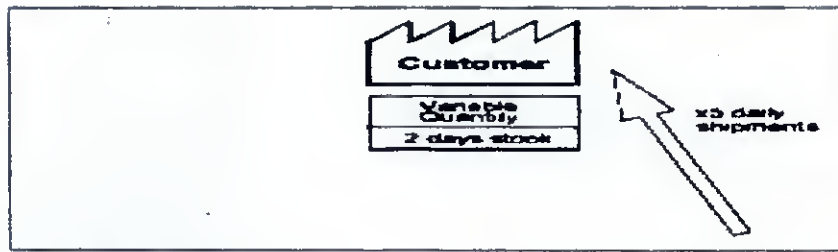
1. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui beberapa pertanyaan berikut yang selanjutnya menggambarkannya pada kanan atas *Layout Big Picture Mapping*, yang harus diketahui adalah:

- a. Produk apa saja yang akan dipetakan?
- b. Berapa permintaan konsumen atau berapa dan kapan produk yang akan dihasilkan?
- c. Berapa banyak jenis bagian yang akan diproduksi?
- d. Bagaimana cara untuk mendistribusikannya?
- e. Jenis *package* apa yang akan dilakukan?
- f. Berapa banyak *stock* yang tersedia pada konsumen?
- g. Berapa informasi penting seperti perbedaan pengiriman dan jendela pengiriman?

Didalam praktiknya kita mungkin tidak bisa mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan hanya berdasarkan data historis yang bisa kita dapatkan.

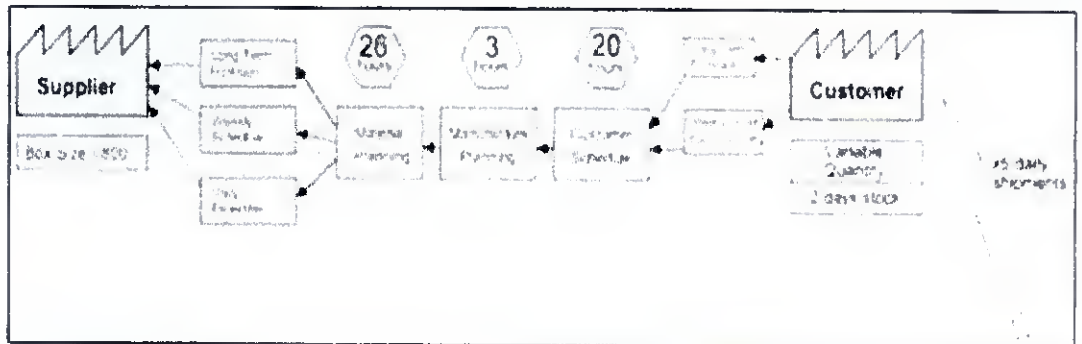




Gambar 2.3. Fase Pertama *Big Picture Mapping*, *Record Customer Requirement* (Hines and Taylor, 2000)

2. Menambahkan aliran informasi yang melintasi proses

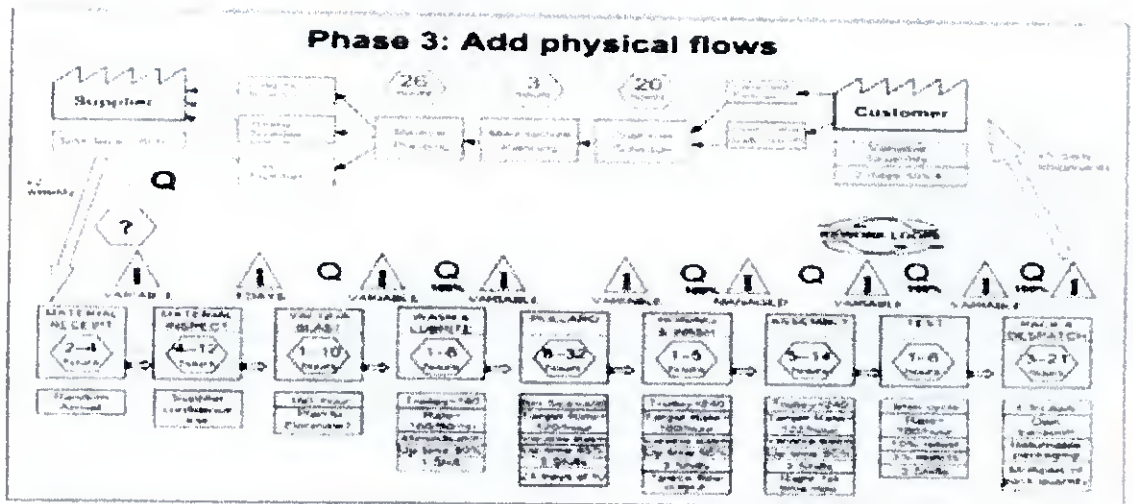
Menggambarkan aliran informasi dari pelanggan ke *supplier* antara lain: peramalan dan informasi pembatalan *supplier* oleh pelanggan, organisasi, atau departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan apa yang disyaratkan.



Gambar 2.4. Fase Kedua *Big Picture Mapping*, *Add Information Flow* (Hines & Taylor, 2000)

3. Menambahkan aliran fisik pada peta tersebut

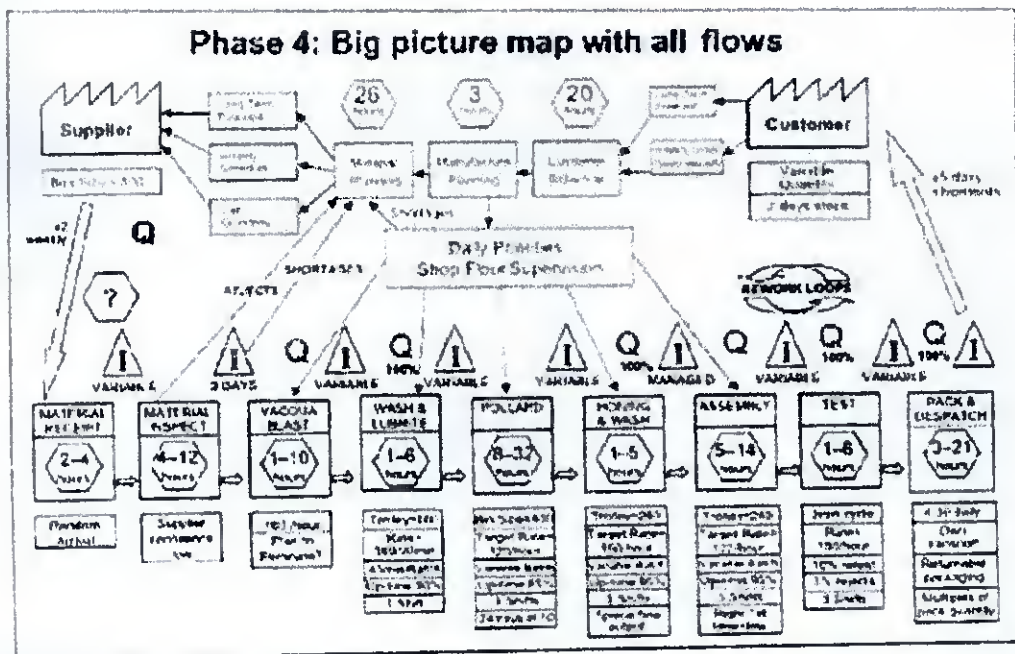
Menggambarkan aliran fisik baik aliran material atau produk dari perusahaan, berapa lama waktu yang dibutuhkan, *inventory point*, *inspection point*, tingkat *defect* yang ada, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam per hari tiap stasiun kerja beroperasi, waktu perpindahan di stasiun kerja, dimana *inventory* diadakan dan berapa banyak, titik *bottleneck* yang terjadi.



Gambar 2.5. Fase Ketiga Big Picture Mapping, Add Physical Flow (Hines & Taylor, 2000)

4. Jaringan fisik dan aliran informasi

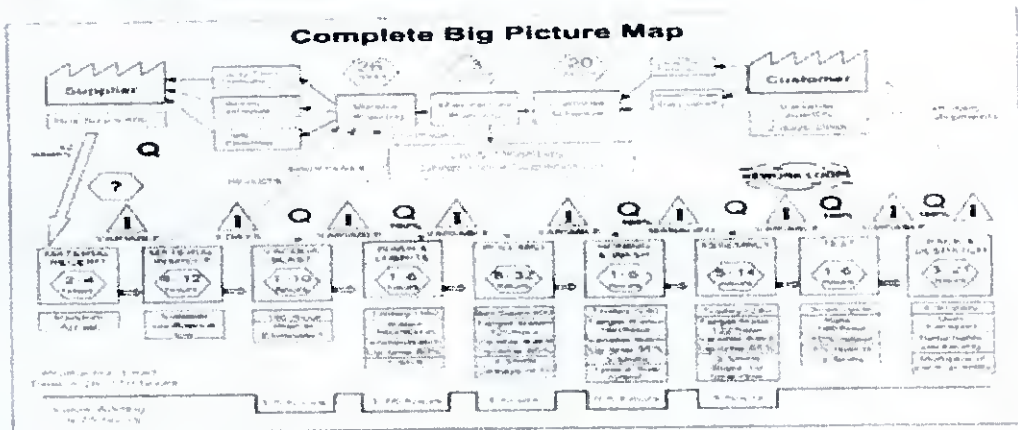
Menghubungkan aliran fisik dan informasi dengan anak panah yang dapat memberi informasi jadwal, instruksi kerja yang dihasilkan, dari dan untuk apainformasi dan instruksi dikirim, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.



Gambar 2.6. Fase Keempat Big Picture Mapping, Big Picture Map With All Flow (Hines & Taylor, 2000)

- Melengkapi peta dengan melengkapi informasi tentang *lead time* dan *value adding time* dari keseluruhan proses

Tambahkan garis di bagian bawah paling bawah bagian peta dengan catatan *lead time* dan *value adding time* pada proses produksi, setiap *variable*, yang tersedia, dan mengestimasi *upper* dan *lower limit time*.



Gambar 2.7. Fase Kelima *Big Picture Mapping*, *Complete Big Picture Map* (Hines & Taylor, 2000)

## 2.6. Pemborosan (*Waste*)

*Waste* selalu identik dengan hilangnya sesuatu yang berharga, dimana hal ini berarti bahwa konsep dari *waste* berhubungan dengan nilai. Nilai didefinisikan oleh pelanggan namun dibuat oleh produsen dan hanya akan bermakna jika berwujud dalam suatu produk atau jasa (Womack dan Jones, 2003). Menurut Gasperz (2007), *waste* adalah segala aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah dalam proses transformasi dari *input* sampai dengan *output* sepanjang *value stream* yang dikategorikan menjadi 2 (dua) tipe yaitu:

- Waste* tipe 1, adalah suatu aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dalam transformasi *input* menjadi *output*, sepanjang *value stream*, namun aktivitas ini belum dapat dihindarkan karena adanya beberapa alasan, contohnya pengawasan terhadap orang masih dilakukan karena dengan alasan pendampingan pekerja yang belum berpengalaman; inspeksi output proses step sebelumnya harus dilakukan sebelum proses lanjutan untuk mencegah kegagalan di proses

lanjutan. Dalam jangka panjang *waste* tipe 1 ini harus dihilangkan atau setidaknya dikurangi. *Waste* tipe 1 ini juga disebut dengan *incidental work*.

2. *Waste* tipe 2, adalah aktivitas yang tidak menghasilkan nilai tambah dan dapat dieliminasi dengan segera. *Waste* tipe 2 ini biasa disebut dengan *waste* saja.

Dalam *Toyota Production System* (TPS) terdapat 7(tujuh) *waste* dalam suatu proses produksi yaitu:

1. *Overproduction*

Memproduksi terlalu banyak atau terlalu cepat, sehingga mengakibatkan aliran barang/informasi yang buruk serta mengakibatkan kelebihan persediaan. Hal ini bisa disebabkan oleh waktu *set-up* yang lama maupun *lead time* yang panjang.

2. *Waiting*

Waktu atau periode panjang disebabkan oleh ketidakefektifan pekerja, informasi, atau barang, menyebabkan aliran yang buruk dan *lead time* yang panjang. Merupakan selang waktu dalam proses *value adding*.

3. *Transportation*

Gerakan yang berlebihan dari pekerja, informasi, dan barang sehingga membuang-buang waktu dan sumber daya, contohnya membawa barang yang masih dalam proses dalam jarak jauh, transportasi yang tidak efisien, atau memindahkan material, komponen, , atau baran jadi keluar-masuk gedung atau antar proses, sehingga menambah waktu yang diperlukan untuk menangani material.

4. *Processing*

Terjadi proses kerja dengan menggunakan set perangkat, prosedur, atau sistem yang salah. Hal ini contohnya ketika metode kerja atau proses dilakukan dengan tidak tepat dengan melakukan aktivitas yang seharusnya tidak perlu dilakukan sehingga dapat menambah biaya produksi. Hal ini juga dapat terjadi karena proses yang belum standar sehingga memungkinkan timbulnya variasi.

5. *Inventory*

Dalam hal ini yang terajdai adalah adanya persediaan yang berlebih, dapat berupa bahan baku, *work in process*, serta produk jadi. Dengan berlebihnya persediaan pasti berpengaruh pada kenaikan biaya penyimpanan.

6. *Motion*

Buruknya lingkungan kerja mengakibatkan pekerjaan menjadi lebih sulit dari yang seharusnya, seperti halnya gerakan yang seharusnya tidak perlu dilakukan oleh pekerja, dan tidak memberikan nilai tambah, contohnya pekerja harus mondar-mandir di suatu area, harus berjongkok dan sebagainya. Hal ini bisa disebabkan oleh *lay out* yang kurang baik.

7. *Defect*

Merupakan hasil suatu proses produksi yang tidak sesuai dengan harapan, produk rusak, dan tidak sesuai dengan spesifikasi, umumnya terkait dengan masalah kualitas. Hal ini akan menimbulkan *waste* karena diperlukan pekerjaan berulang dan pengeluaran ekstra untuk mengganti produk.

2.7. ***Value Stream Analysis Tools (VALSAT)***

Pemilihan *tool* yang tepat dapat dilakukan dengan menggunakan VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*), karena setiap *mapping tools* mempunyai hubungan kesesuaian dengan setiap *waste* (Hines & Taylor, 2000). Hubungan tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.5. Hubungan Mapping Tools Dengan Waste

The seven value stream mapping tools

| Wastes/structure         | Mapping tool             |                              |                           |                        |                              |                         | Physical structure (a) volume (b) value |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|---|
|                          | Process activity mapping | Supply chain response matrix | Production variety funnel | Quality filter mapping | Demand amplification mapping | Decision point analysis |   |
| Over production          | L                        | M                            |                           | L                      | M                            | M                       |   |
| Waiting                  | H                        | H                            | L                         |                        | M                            | M                       |   |
| Transport                | H                        |                              |                           |                        |                              |                         | L                                       |
| Inappropriate processing | H                        |                              | M                         | L                      |                              | L                       |   |
| Unnecessary inventory    | M                        | H                            | M                         |                        | H                            | M                       | L                                       |
| Unnecessary motion       | H                        | L                            |                           |                        |                              |                         |   |
| Defects                  | L                        |                              |                           | H                      |                              |                         |   |
| Overall structure        | L                        | L                            | M                         | L                      | H                            | M                       | H                                       |

Notes: H = High correlation and usefulness  
M = Medium correlation and usefulness  
L = Low correlation and usefulness

Sumber : Hines dan Rich. 1997. *The Seven Value Stream Mapping Tools*.

Catatan :

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

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

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

Pemilihan tool yang sesuai didasari dari perkalian pembobotan untuk setiap *waste* dan faktor pengali berdasarkan korelasi dan kegunaan setiap *tool*. *Tool* dengan nilai terbesar adalah yang paling sesuai untuk mengeliminasi *waste* yang terjadi. Kolom A berisi tujuh pemborosan yang biasanya terdapat pada perusahaan. Kolom E merupakan kolom pembobotan dari masing-masing pemborosan yang didapatkan dari hasil kuisisioner *waste workshop* yang diisi oleh manajer dan *supervisor* terkait. Kolom B merupakan tools pada *Value Stream Mapping*. Kolom C adalah korelasi antara kolom A dan B dimana nilai korelasi antar keduanya ada 3 macam yaitu *high correlation* yang memiliki bobot 9, *medium correlation* yang memiliki bobot 3, dan *low correlation* yang memiliki bobot 1. Kemudian masing-masing bobot dikalikan dengan bobot yang ada pada kolom D setelah didapatkan hasilnya maka dijumlahkan dan diletakkan pada kolom E dan nilai yang tertinggi adalah yang terpilih. Pemilihan lebih

dari satu tool akan lebih berguna dalam mereduksi *waste* yang ada di perusahaan.

Tabel 2.6. Matriks Seleksi Pemilihan *Value Stream Mapping Tools*

| A<br>(Waste) | D<br>(Weight) | B<br>(Tool) |
|--------------|---------------|-------------|
| A1           | D1            | C1          |
| A2           | D2            | C2          |
| ...          | ...           | ...         |
| A7           | D7            | C3          |
| Total Weight |               | E           |

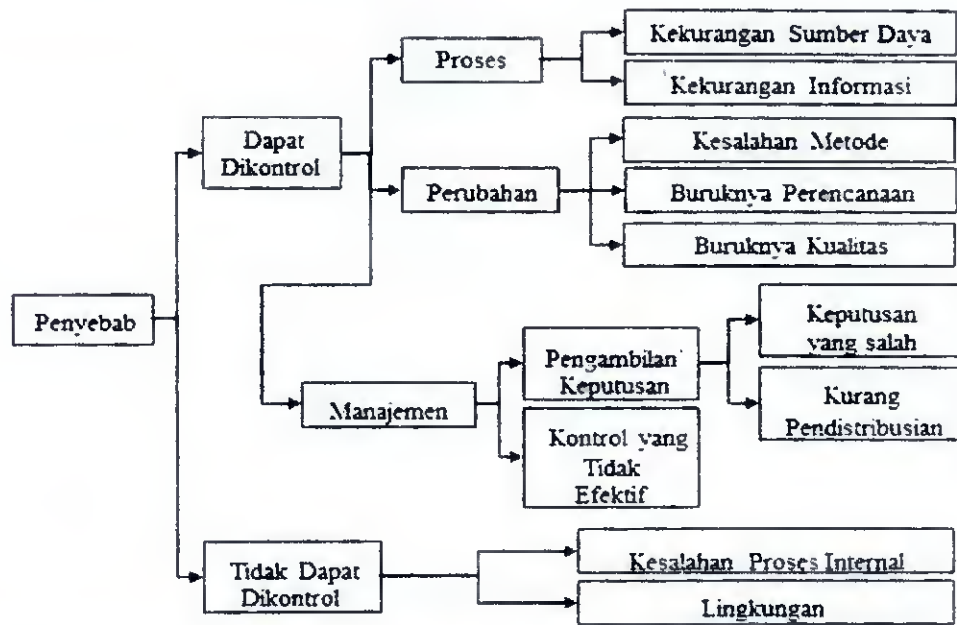
## 2.8. Eliminasi *Waste*

*Waste* pada konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama yaitu *physical waste* (limbah padat dan sisa konstruksi) dan *non-physical waste* (waktu dan biaya overrun). Eliminasi *waste* dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga langkah yaitu: Identifikasi *waste*, Analisa *waste*, *Root Cause Analysis* (Diagram Pareto, dan Analisa Diagram Ishikawa / *Fish Bone Diagram*).

### 2.8.1. Jenis *Waste*

*Waste* yang dimaksud adalah tujuh jenis *waste* yang diidentifikasi oleh Ohno sebagai bagian dari *Toyota Production System*, yang juga dikenal sebagai *Lean Manufacturing* (1988). Koskela (1992) juga telah mengidentifikasi tipe pemborosan dalam proses konstruksi seperti cacat, pekerjaan ulang, kesalahan desain, kelalaian, perubahan permintaan, biaya keselamatan, kelebihan penggunaan material. Lebih lanjut, Alarcon (1995) telah mengenali beberapa pemborosan yang berkaitan dengan metode kerja, material, waktu, pekerja, perencanaan operasi dan peralatan. Serpell et al. (1995) telah mengidentifikasi bahwa waktu produktif diborosan dengan pekerjaan tanpa aktivitas dan pekerjaan tidak efektif.

Menurut Serpell et al. (1995) kategorisasi selain dari faktor eksternal, semua penyebab umum lainnya terkendali. Selanjutnya, Alarcon (1995) telah mengidentifikasi penyebab pemborosan di tiga sumber yaitu manajemen, sumber daya, dan informasi. Gaspersz dan Fontana (2011) menyebutkan pemborosan pada lini produksi salah satunya karena waktu *setup* alat yang lama dan buruknya perawatan alat.



Gambar. 2.8. Penyebab Pemborosan (Serpell et. al, 1995)

### 2.8.2. Analisa Waste

Salah satu tahapan penting dalam pendekatan *lean* adalah analisa aktivitas-aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sebaiknya dikurangi dan dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi perusahaan.

Menurut Hines dan Taylor 2000, tipe aktivitas dalam organisasi dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. *Value added activity* (VA), aktivitas ini memberikan nilai tambah terhadap proses, baik pada aliran informasi dan aliran fisik proses.



2. *Non-value added activity (NVA)*, aktivitas ini tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Aktivitas ini dapat dikategorikan sebagai waste yang dapat menyebabkan proses tidak berjalan secara efisien
3. *Non-value added but necessary activity (NNVA)*, aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dakan tetapi tetap dibutuhkan untuk menjalankan seluruh rangkain proses. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dan hanya bisa diminimalisir.

### **2.8.3. Diagram Pareto**

Diagram Pareto adalah serangkaian seri diagram batang yang menggambarkan frekuensi atau pengaruh dari proses/keadaan/masalah. Diagram batang bagian kiri relatif lebih penting daripada sebelah kanannya. Nama diagram Pareto diambil dari prinsip Pareto, yang mengatakan bahwa 80% gangguan berasal dari 20% masalah yang ada. Diagram Pareto merupakan salah satu *tools* dari *QC 7 Tools* yang sering digunakan dalam hal pengendalian mutu. Permasalahan yang paling banyak dan sering terjadi adalah prioritas utama kita untuk melakukan tindakan.

Penyusunan diagram pareto sangat sederhana. Menurut Mitra (1993) dan Besterfield (1998), proses penyusunan diagram pareto meliputi enam langkah yaitu:

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentasi kumulatif yang digunakan.

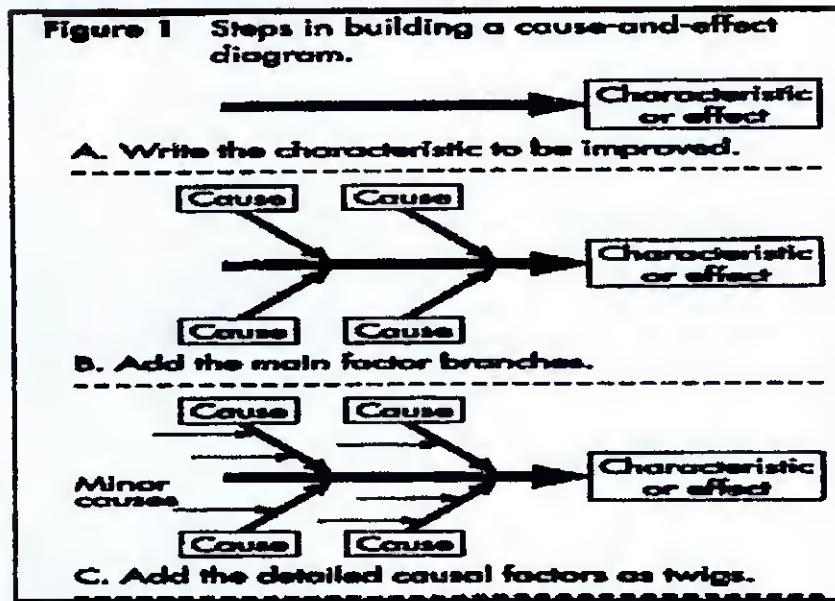
6. Menggambarkan diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.

#### **2.8.4. Analisa Diagram Ishikawa (*Fishbone Diagram*)**

Diagram Ishikawa diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 sehingga dikenal sebagai diagram Ishikawa atau *fishbone diagram* karena bentuknya mirip dengan tulang ikan. Tujuan dari diagram ishikawa/*fishbone* adalah untuk memecahkan masalah kualitas yang berhubungan dengan produk yang disebabkan oleh variasi statistik (Dogget, A Mark, 2005).

*Fishbone* adalah *tool* yang sering dipakai untuk identifikasi faktor penyebab masalah karena dianggap praktis dan dapat mengarahkan tim untuk fokus menemukan penyebab utama dari suatu masalah yang terjadi. Langkah-langkah menyusun *fishbone diagram*:

1. Tentukan masalah dengan peningkatan atau *control*
2. Menulis masalah disisi kanan dan menarik panah dari sisi kiri ke kanan
3. Menulis factor utama yang dapat menyebabkan masalah dengan menggambar panah cabang utama ke panah utama, faktor penyebab utama dapat dikelompokkan menjadi item dengan masing-masing membentuk cabang utama
4. Untuk setiap cabang utama, faktor-faktor penyebab yang rinci ditulis sebagai ranting di setiap cabang utama diagram. Pada ranting, faktor-faktor penyebab lebih rinci ditulis untuk membuat ranting kecil
5. Pastikan semua item yang dapat menyebabkan masalah di sertakan dalam diagram.



Gambar 2.9. Langkah-Langkah Penyusunan *Fishbone Diagram* (Dogget, A. Mark, 2005. *Root Cause Analysis: A Frame Work For Tool Selection*)

Didesain untuk menginvestigasi klasifikasi penyebab-penyebab yang komprehensif berhubungan dengan 5 M yaitu *man, machine, material, method, dan management system* (BOCAL, Bahan = *material*; Orang = *man*; Cara = *method*; Alat = *machine*; Lingkungan = *environment/management system*) dan membantu membangun suatu ilmu dasar untuk berhubungan dengan masalah-masalah yang berhubungan dengan reliabilitas produk/proses, ketersediaan dan pemeliharaan.

## 2.9. *Project Risk Management*

Menurut Gray dan Larson (2006), risiko dalam konteks proyek merupakan kondisi ketidakpastian yang muncul dan akan memberikan dampak positif maupun negatif pada tujuan akhir proyek. Setiap risiko memiliki penyebab, dan apabila terjadi pasti akan berdampak pada pelaksanaan proyek. Manajemen risiko digunakan untuk mengenali dan mengelola risiko yang berpotensi terjadi ketika sebuah proyek berjalan dengan mengidentifikasi *risk event* yang mungkin terjadi sebanyak-banyaknya dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan sebelum proyek berjalan serta memberikan respon ketika *risk event* tersebut terjadi.

Komponen proses manajemen risiko pada proyek adalah sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi risiko

Proses manajemen risiko dimulai dengan berusaha menghasilkan daftar semua risiko yang mungkin dapat mempengaruhi proyek. Tim manajemen risiko terdiri dari anggota tim inti dan *stakeholder* lain yang relevan. Tim menggunakan *brainstorming* dan teknik identifikasi masalah untuk mengidentifikasi masalah potensial. Kemudian sepanjang tahap penilaian, manajemen proyek akan memiliki kesempatan untuk menganalisis dan membuang risiko-risiko yang tidak masuk akal. Salah satu alat efektif untuk mengidentifikasi risiko spesifik adalah *Work Breakdown Structure (WBS)*. Penggunaan WBS mengurangi kesempatan luputnya sebuah peristiwa risiko sehingga dapat memetakan apakah risiko termasuk pada risiko yang berdampak besar atau berdampak kecil.

#### 2. Penilaian risiko

Yaitu memilah risiko mana yang layak mendapatkan perhatian lebih dan mana yang dapat diabaikan. Anggota tim dapat menilai masing-masing risiko dalam hal:

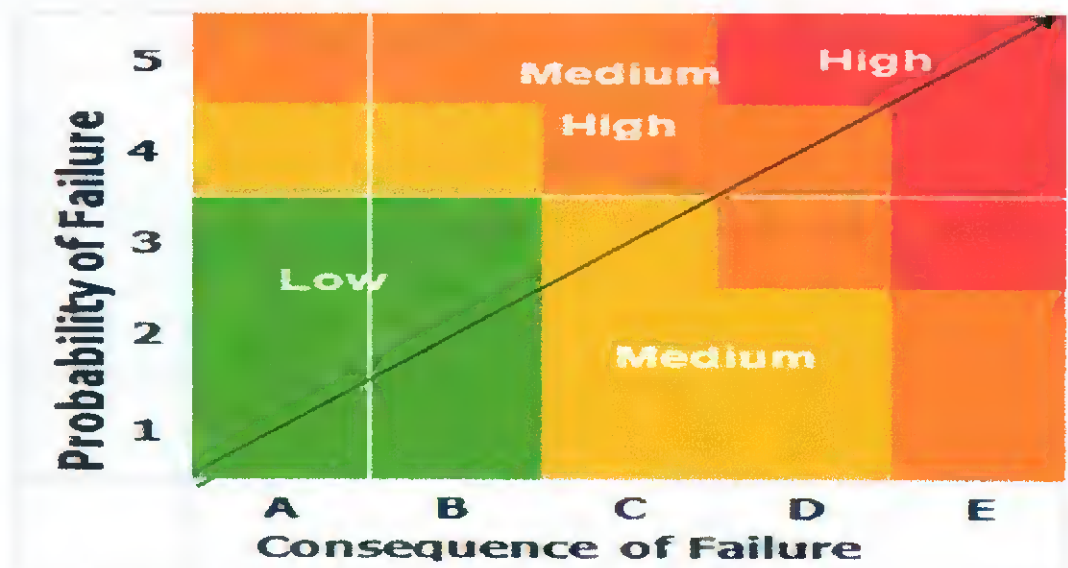
- a. Peristiwa yang tidak diinginkan
- b. Semua hasil akhir dari kejadian sebuah peristiwa
- c. Manfaat penting atau dampak merusak atau merugikan dari sebuah peristiwa
- d. Peluang terjadinya peristiwa
- e. Kapan peristiwa dapat terjadi pada proyek
- f. Interaksi dengan bagian lain dari proyek ini atau dari proyek lainnya

Dalam analisa risiko digunakan penilaian untuk masing-masing tingkat dampak (*impact*), frekuensi munculnya (*likelihood*), dan kemudahan dideteksi (*detection*) dengan bobot 1 sampai 5, table 2.7 dibawah ini adalah contoh form penilaian risiko.

*Risk event* merupakan peristiwa risiko yang mungkin terjadi pada sebuah proyek. Sedangkan *likelihood*, *impact*, dan *detection* dibobotkan dengan nilai 1 sampai 5. Sedangkan *when* merupakan waktu terjadinya risiko tersebut. Dari form tersebut, risiko kemudian dipetakan pada matriks tingkatan risiko (*risk severity matrix*) seperti pada gambar 2.10.

Tabel 2.7. Form Penilaian Resiko (Gray dan Larson, 2006)

| <i>Risk Event</i> | <i>Likelihood</i> | <i>Impact</i> | <i>Detection Difficulty</i> | <i>When</i> |
|-------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|-------------|
| A                 |                   |               |                             |             |
| B                 |                   |               |                             |             |
| C                 |                   |               |                             |             |



Gambar 2.10. *Risk Severity Matrix*

Sumbu X pada matriks tingkatan risiko merupakan nilai dampak pada *risk event*. Sumbu Y pada matriks tingkatan risiko adalah kemungkinan (*likelihood*) pada *risk event*. Matriks penilaian risiko memiliki empat jenis zona yakni zona hijau (*low risk*), zona kuning (*medium risk*), zona orange (*medium-high risk*) dan zona merah (*high risk*).

$$\text{Dampak} \times \text{Probabilitas} \times \text{Kemudahan untuk dideteksi} = \text{Nilai} \dots (2)$$

Masing-masing dimensi memiliki bobot dengan skala 1 sampai 5. Misalnya apabila dampak dari risiko terhadap proyek sangat kecil, probabilitas munculnya sangat kecil dan sangat mudah untuk dideteksi, maka risiko tersebut dapat dinilai dengan  $1 \times 1 \times 1 = 1$

### 3. Pengembangan respon resiko

Ketika suatu peristiwa risiko telah dikenali dan dinilai, berikutnya adalah membuat sebuah keputusan untuk merespon dengan tepat peristiwa tersebut. Respon terhadap risiko dapat dikelompokkan sebagai respon mitigasi atau pengurangan, penghindaran, pemindahan, berbagi, dan menahan. Mengurangi risiko pada umumnya menjadi alternatif pertama yang dipertimbangkan.

Ada dua strategi untuk memitigasi risiko, yaitu mengurangi kemungkinan kejadian dan atau mengurangi dampak peristiwa tersebut. Dalam mitigasi diperlukan rencana kontigensi yang berfungsi menjawab pertanyaan mengenai apa yang harus dilakukan, dimana melakukannya, dan aksi-aksi apa saja yang perlu diterapkan untuk memitigasi risiko. Rencana kontigensi juga mengevaluasi alternatif solusi mitigasi dan memilih alternatif solusi yang terbaik. Rencana kontigensi tersebut nantinya akan dimasukkan pada matriks respon risiko seperti pada table 2.8 berikut ini :

Tabel 2.8. Matriks Respon Resiko

| <i>Risk Event</i> | <b>Rencana Kontigensi</b> | <b>Pemicu</b> | <b>Siapa Bertanggungjawab</b> |
|-------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------|
| A                 |                           |               |                               |
| B                 |                           |               |                               |
| C                 |                           |               |                               |

Hal yang harus diperhatikan adalah bagaimana merencanakan kembali kontigensi apabila ternyata risiko tertentu masih terjadi sehingga dibutuhkan kerjasama antar bagian pada suatu proyek.

#### 4. Pengendalian respon risiko

Tahap terakhir dalam manajemen risiko pada proyek adalah pengendalian respon risiko yang mencakup eksekusi strategi respon risiko, mengawasi peristiwa pemicu, memulai rencana kontigensi dan mengawasi risiko baru. Manajer proyek harus memonitor dan mengawasi kemajuan proyek.

### 2.10. Pemilihan *Tools Lean Construction*

#### 1. *Last Planner System*

Ballard (2000) menunjukkan bahwa *Last Planner System* (LPS) merupakan teknik yang membentuk alur kerja dan memetakan variabilitas proyek. *The Last Planner* adalah orang atau kelompok bertanggung jawab untuk perencanaan operasional, yaitu struktur desain untuk memfasilitasi peningkatan alur kerja, dan kontrol unit produksi (penyelesaian tugas perseorangan pada tingkat operasional).

Dalam *The Last Planner*, urutan pelaksanaan (*master schedule*, *reverse phase schedule (RPS)*, *six-week lookahead*, *weekly work plan (WWP)*, *percent plan complete (PPC)*, *constraint analysis*, *variances analysis*) mendirikan jadwal kerangka perencanaan yang efisien melalui teknik *pull*, yang membentuk alir kerja, urutan, dan laju, perbandingan alur kerja dan kapasitas, mengembangkan metode untuk melaksanakan pekerjaan dan meningkatkan komunikasi antar masing-masing peran. Ini akan mencapai *Should Can Will* yang merupakan istilah kunci dalam WWP (Ballard 2000). Berbagai kontribusi kunci untuk meningkatkan alur kerja termasuk komunikasi dua arah, proses analisa kendala dalam *six-week lookahead* sebelum tugas dijalankan, analisis penyebab perbedaan setelah tugas selesai, upaya masing-masing perencana, dan pelatihan tim proyek. Praktek-praktek

tradisional tidak mengangap perbedaan antara apa yang harus, dapat, dan akan dilakukan, asumsinya mendorong pekerjaan akan menghasilkan hasil yang lebih baik. Peran penting dari *The Last Planner* untuk menggantikan perencanaan optimis dengan perencanaan realistis dengan mengevaluasi kinerja pekerja berdasarkan kemampuan mereka untuk mencapai komitmen yang dapat dipercaya dari mereka. Tujuan dari *Last Planner* adalah untuk menarik kegiatan dengan *reverse phase scheduling* melalui tim perencanaan dan mengoptimalkan sumber daya dalam jangka panjang.

a. *Master Schedule*

*Master schedule* adalah jadwal proyek secara keseluruhan, dengan *milestone*, yang biasanya dihasilkan untuk digunakan dalam paket pekerjaan.

b. *Reverse Phase Scheduling (RPS)*

*Reverse Phase Scheduling (RPS)* akan diproduksi berdasarkan *Master schedule*. Ballard dan Howell (2003) menunjukkan bahwa teknik menarik “pull” digunakan untuk mengembangkan suatu jadwal oleh tim perencanaan, ini juga disebut *Reverse Phase Scheduling (RPS)*. Namun, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lapangan yang sebenarnya, RPS kurang akurat dibandingkan dengan WWP.

c. *Six-week Lookahead (SWLA)*

Ballard (2000) menunjukkan bahwa alat untuk mengontrol aliran pekerjaan adalah *lookahead schedule*. SWLA menunjukkan jenis pekerjaan apa yang seharusnya dilakukan di masa depan. Jumlah minggu *lookahead* bervariasi. Semua jangka waktu *six-week lookahead* dan jadwal diestimasi berdasarkan pada hasil RPS, dan kendala yang ditunjukkan dalam rangka memecahkan masalah sebelum produksi yang sebenarnya terjadi. SWLA dibagikan kepada seluruh perencana terakhir di pertemuan WWP. *Lean lookahead planning* adalah proses untuk mengurangi ketidakpastian untuk



mencapai terbebasnya dari kendala yang mungkin terjadi (Koskela et al 2000).

d. *Weekly Work Plan (WWP)*

*Should, can, will* adalah istilah-istilah kunci dalam WWP (Ballard 2000). *Weekly Work Plan* (WWP) diproduksi berdasarkan SWLA, jadwal aktual dan kondisi lapangan sebelum rapat mingguan. Pertemuan WWP mencakup jadwal mingguan, masalah keamanan, persoalan kualitas, material, tenaga kerja, metode konstruksi, dan setiap masalah yang terjadi di lapangan yang mendorong komunikasi dua arah dan tim perencanaan berbagi informasi proyek dengan cara yang efisien dan akurat. Hal ini dapat meningkatkan keselamatan, kualitas, alur kerja, aliran material, produktivitas, dan hubungan antara setiap anggota tim. Ballard dan Howell (2003) menunjukkan bahwa WWP harus lebih menekankan proses belajar, melalui identifikasi penyebab setiap kegagalan rencana di WWP, dan hanya fokus terhadap nilai PPC, analisis perbedaan akan dilakukan berdasarkan hasil kerja dari minggu sebelumnya. Kategori perbedaan dan alasan untuk kegiatan yang tidak dapat diselesaikan harus didokumentasikan dalam jadwal WWP.

e. *Percent Plan Complete (PPC)*

Sistem pengukuran *Last Planner* adalah *Percent Plan Complete* (PPC), dihitung sebagai jumlah kegiatan yang direncanakan selesai dibagi dengan total jumlah kegiatan yang direncanakan, yang disajikan sebagai persentase (Ballard, 2000). Kemiringan positif antara dua nilai PPC merupakan fakta bahwa untuk produktivitas minggu ini meningkat dari minggu sebelumnya. Selain itu, lereng curam, produktivitas semakin ditingkatkan. Nilai PPC sangat bervariasi sesuai perubahan kondisi di tempat kerja (30% sampai 60% tanpa implementasi *lean*). Batasan kinerja diterima berkisar antara 60% sampai 70%. Dari 70% sampai 90% unsur tambahan (Misalnya, *first run studies* dan analisis varians) harus dilakukan. Di

atas 90% sangat kecil kemungkinan karena hampir mustahil untuk mengontrol variabilitas dari semua tugas.

## 2. *Increased Visualization*

*Increased Visualization*, alat Lean lainnya, terdiri dari upaya untuk memberikan informasi kunci secara efektif untuk tenaga kerja melalui penempatan tanda-tanda yang berbeda. Pekerja dapat mengingat unsur-unsur seperti alur kerja, kinerja dan tindakan tertentu jika mereka dapat memvisualisasikannya (Moser dan Dos Santos, 2003). Dalam konstruksi, upaya visual fokus pada isu keselamatan, penjadwalan dan jaminan kualitas.

## 3. *Tool-box Meeting*

Sebagai bagian dari siklus perbaikan, menggunakan komunikasi dua arah, pertemuan *start-up* harian singkat dimana anggota tim dengan cepat memberikan status dari apa yang mereka telah kerjakan pada pertemuan hari sebelumnya, terutama jika masalah yang mungkin mencegah penyelesaian dari tugas

## 4. *First Run Studies*

Merupakan studi produktivitas dan metode *review* pekerjaan dengan mendesain ulang dan perampingan fungsi yang berbeda dan yang terlibat. Umumnya menggunakan file-file video, foto, atau grafis untuk menunjukkan proses atau menggambarkan instruksi kerja. Langkah pertama operasi yang dipilih harus diperiksa secara detail, ide dan saran untuk mencari cara alternatif untuk melakukan pekerjaan mempunyai siklus PDCA (*plan, do, check, action*).

a. *Plan* : pilih proses pekerjaan untuk dikaji, membentuk tim, menganalisis langkah-langkah proses, *brainstorming* bagaimana mengurangi langkah-langkah, sesuaikan dengan keselamatan, kualitas dan produktivitas

b. *Do* : untuk percobaan pertama yang telah direncanakan

c. *Check* : menggambarkan dan mengukur apa yang sebenarnya terjadi

d. *Action* : tim bertemu lagi, dan berdiskusi mengenai pengembangan metode dan kinerja untuk dijadikan standar kebutuhan.

5. Proses 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)

*Lean Construction* melihat konstruksi proyek sebagai aliran kegiatan yang harus menghasilkan nilai ke pelanggan (Dos Santos et al., 1998). Untuk mengelola aliran proyek, diperlukan untuk memvisualisasikan kegiatan yang akan dilakukan dan membuat proses transparan.

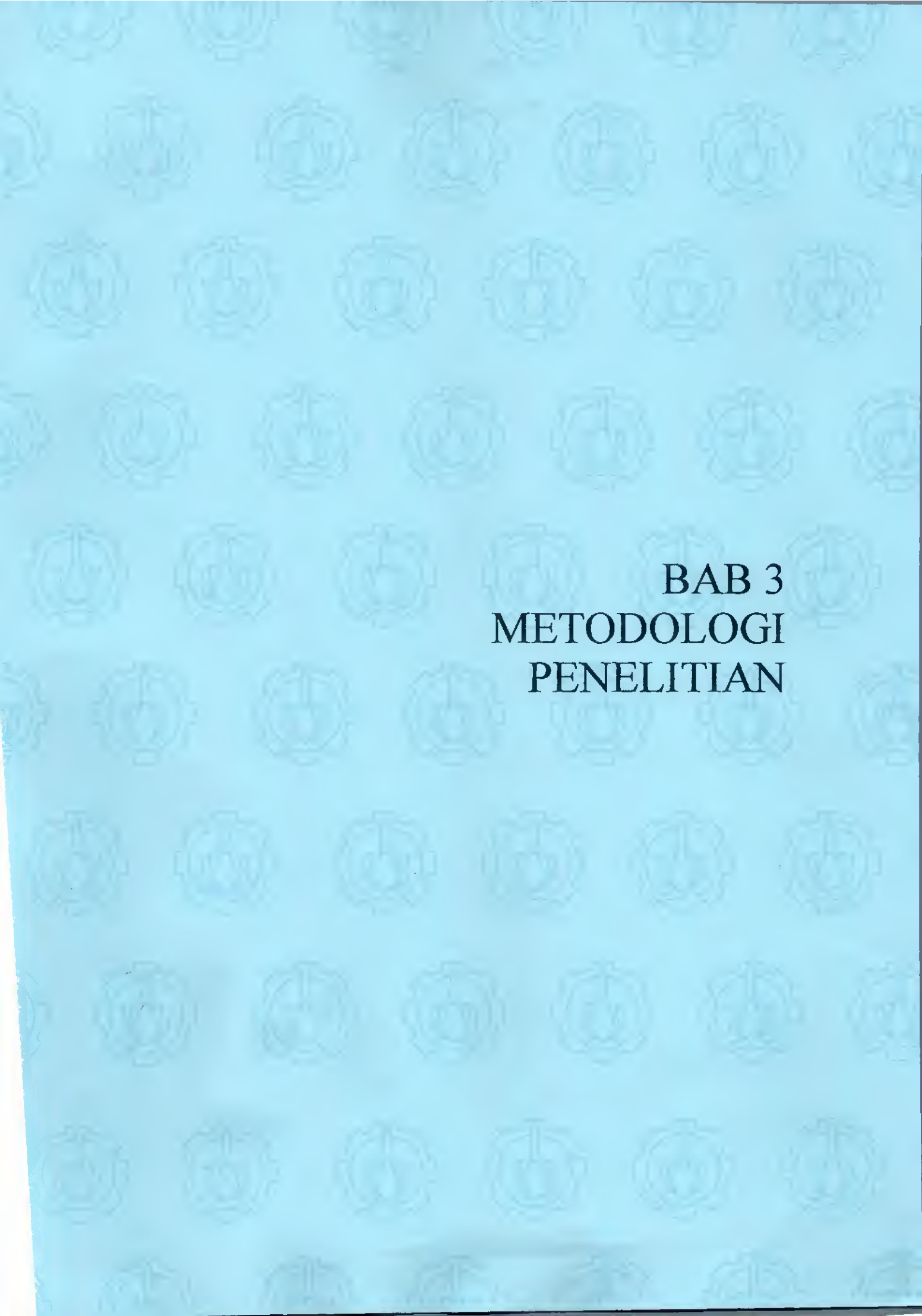
- a. Ringkas (urutkan): secara tegas memisahkan item yang dibutuhkan tidak dibutuhkan, kemudian item yang tidak dibutuhkan dari tempat kerja.
- b. Rapi (tertata atau mengatur agar): mengatur alat dan bahan secara rapi untuk memudahkan penggunaan (tumpukan / kumpulan).
- c. Resik (bersih bersinar): membersihkan tempat/lingkungan kerja, kebersihan harus dilaksanakan dan dibiasakan oleh setiap orang dari CEO hingga pada tingkat *office boy*
- d. Rawat (standarisasi): mempertahankan hasil yang telah dicapai pada 3R sebelumnya dengan membakukannya (standardisasi).
- e. Rajin(mempertahankan): terciptanya kebiasaan pribadi karyawan untuk menjaga dan meningkatkan apa yang sudah dicapai. Prinsip “Rajin” di tempat kerja adalah “lakukan apa yang harus dilakukan dan jangan melakukan apa yang tidak boleh dilakukan.”

Tata letak bahan ini biasanya digunakan untuk percepatan pelaksanaan di konstruksi. Manfaat dari penerapan 5R termasuk keselamatan, produktivitas, kualitas, dan *set-up* berkali-kali dalam perbaikan, penciptaan ruang, penurunan *lead time* dan waktu siklus.

## 2.11. Penelitian Terdahulu

| No | Peneliti                               | Tabun | Nama Proyek Penelitian   | Deskripsi   | Metode                                 |
|----|--|-------|--|---|--|
| 1  | Abduh, M                               | 2005  | Memaksimalkan <i>Value</i> dan Meminimalkan <i>Waste</i>   | Penelitian ditujukan agar konstruksi ramping ( <i>lean construction</i> ) dapat diaplikasikan dalam industri konstruksi di Indonesia.   | <i>Lean Construction</i>               |
| 2  | Yaman, P. Y.                           | 2012  | Penggunaan <i>Value Stram Analysis Tools</i> Untuk Mengidentifikasi <i>Waste</i> Beserta Dengan Usulan Perbaikan Dengan Menggunakan <i>Fishbone Diagram</i> Pada Produksi Atap Gelombang <i>Fiberglass</i> | Penelitian tersebut membahas mengenai pengidentifikasian waste menggunakan <i>value stream analysis tools</i> dan <i>diagram fishbone</i>   | <i>Value Stream Analysis, Fishbone</i> |
| 3  | Budi, W.I                              | 2010  | Identifikasi Fako-faktor Penyebab Keterlambatan Waktu Konstruksi yang Dianalisa Dengan Konsep <i>Lean Construction</i>   | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berdampak terhadap jadwal proyek dan kegiatan mana saja dari faktor tersebut yang dapat diminimalkan dengan penerapan konsep <i>lean construction</i>  | <i>Lean Construction</i>               |
| 4  | S Alwi, K<br>Hampson, dan<br>S Mohamed | 2002  | Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Kontraktor di Indonesia : Kajian Mengenai Aktivitas yang Tidak Menambah Nilai   | perbaikan pada pekerjaan <i>finishing</i> , keterlambatan jadwal dan menunggu material merupakan variabel kunci, dimana perubahan desain, kurang mampunya pekerja dan pengambilan keputusan yang lambat teridentifikasi sebagai variabel kunci penyebab pemborosan pada aktivitas yang tidak menambah nilai | <i>Lean Construction</i>               |

(halaman ini sengaja dikosongkan)



**BAB 3**  
**METODOLOGI**  
**PENELITIAN**

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tahap Identifikasi**

Tahap ini merupakan langkah awal yang dijelaskan mengenai tahapan dalam mengidentifikasi permasalahan yang ada di dalam perusahaan dan kerangka umum penyelesaian masalahnya.

##### **1. Penentuan topik dan objek penelitian**

Topik penelitian didasarkan pada permasalahan yang terjadi di perusahaan.

##### **2. Identifikasi Masalah**

Mengidentifikasi dan mengurangi *waste* yang ada pada proses konstruksi dengan menggunakan pendekatan *lean construction*.

##### **3. Penentuan tujuan penelitian**

Mengidentifikasi, menganalisa, dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi *waste* yang terjadi dalam proses konstruksi dengan pendekatan *lean construction*.

##### **4. Studi Literatur / Pustaka**

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

##### **5. Studi / Kunjungan Lapangan / Dokumentasi Lapangan**

Dengan melihat kondisi lapangan, sehingga dapat membantu menggambarkan kondisi saat proyek dan diharapkan dapat mendukung tercapainya tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

#### **3.2. Pengumpulan & Pengolahan Data**

Untuk pengumpulan dan pengolahan data menggunakan pendekatan metodologi yang terdapat di dalam prinsip-prinsip *Lean*

*Construction dan Project Management*, diproses dengan cara sebagai berikut :

1. Identifikasi kondisi saat ini untuk mengetahui *Project Scope* dan tahapan pekerjaan pada proyek konstruksi.
2. Membuat *Big Picture Mapping* untuk:
  - a. memberikan gambaran kondisi saat ini dari aliran informasi dan material
  - b. Memetakan aliran nilai secara mendetail untuk mengidentifikasi adanya pemborosan
  - c. Menemukan penyebab – penyebab terjadinya pemborosan serta memberikan solusinya.
3. Membuat kuisisioner dan wawancara kepada pihak-pihak terkait untuk mengetahui *waste* yang mungkin terjadi maupun sudah terjadi.
4. Menentukan *critical waste* yaitu *waste* dengan kemungkinan risiko paling tinggi dan mempengaruhi keseluruhan system proyek. Hasil dari tahap ini kemudian akan dilakukan validasi dengan pakar ataupun perwakilan dari perusahaan yang mengetahui pasti tentang proyek tersebut dan memiliki pengalaman di bidangnya.
5. Melakukan *brainstorming* dengan pihak-pihak yang berkompeten dibidangnya untuk menemukan alternatif rekomendasi perbaikan dalam menghilangkan *waste*.

### **3.3. Analisa & Interpretasi Data**

Pada tahapan ini akan dilakukan sebagai berikut:

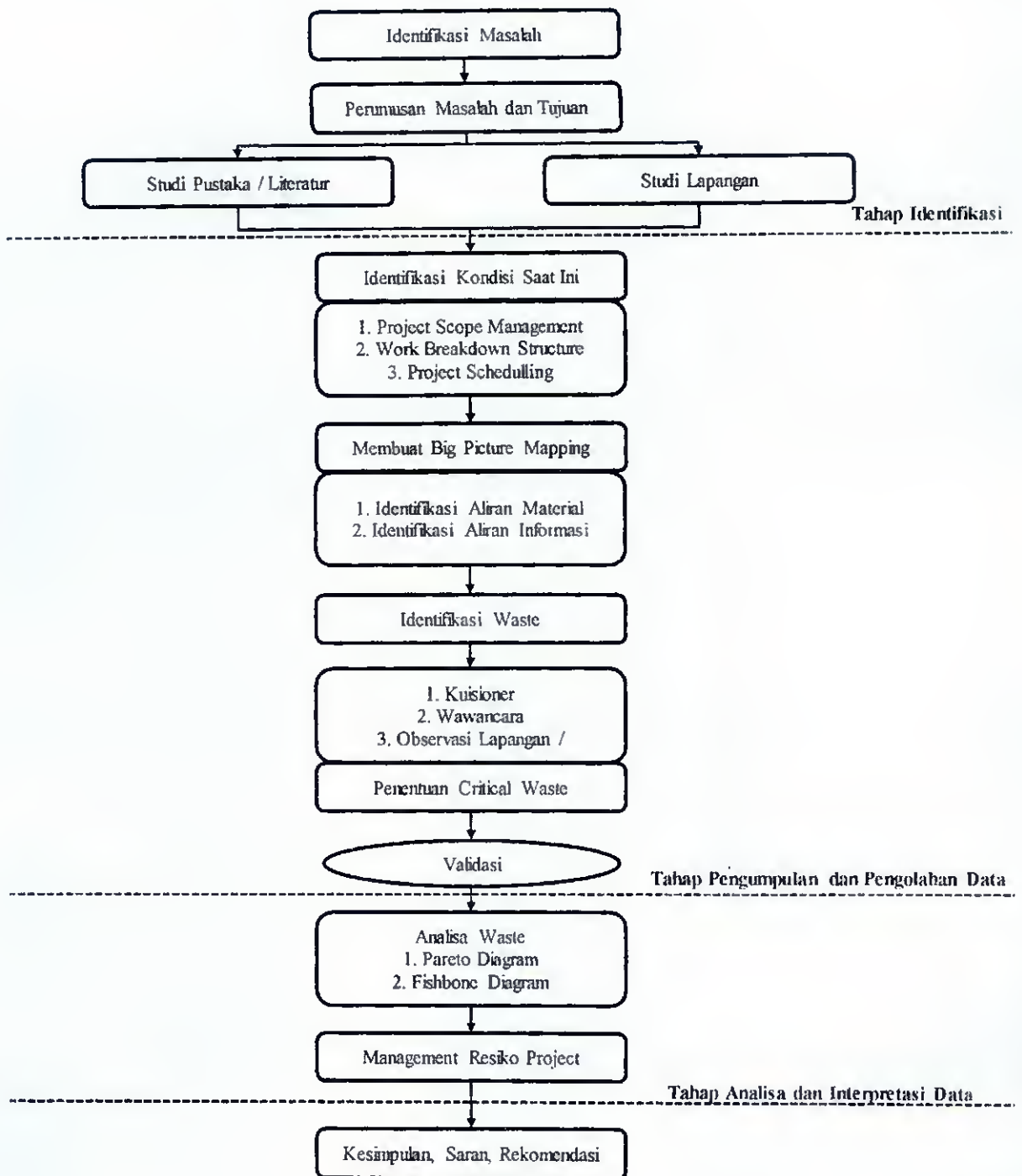
1. Data hasil pengumpulan dan pengolahan data kemudian akan dianalisa untuk menemukan *waste* yang terjadi pada pelaksanaan proyek
2. Mencari penyebab sumber *waste* menggunakan antara lain diagram *pareto*, *fishbone* diagram
3. Menentukan tindakan preventif sebagai upaya dalam meminimasi *waste* dalam proyek konstruksi. Identifikasi dan penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan nilai dampak dan probabilitas,



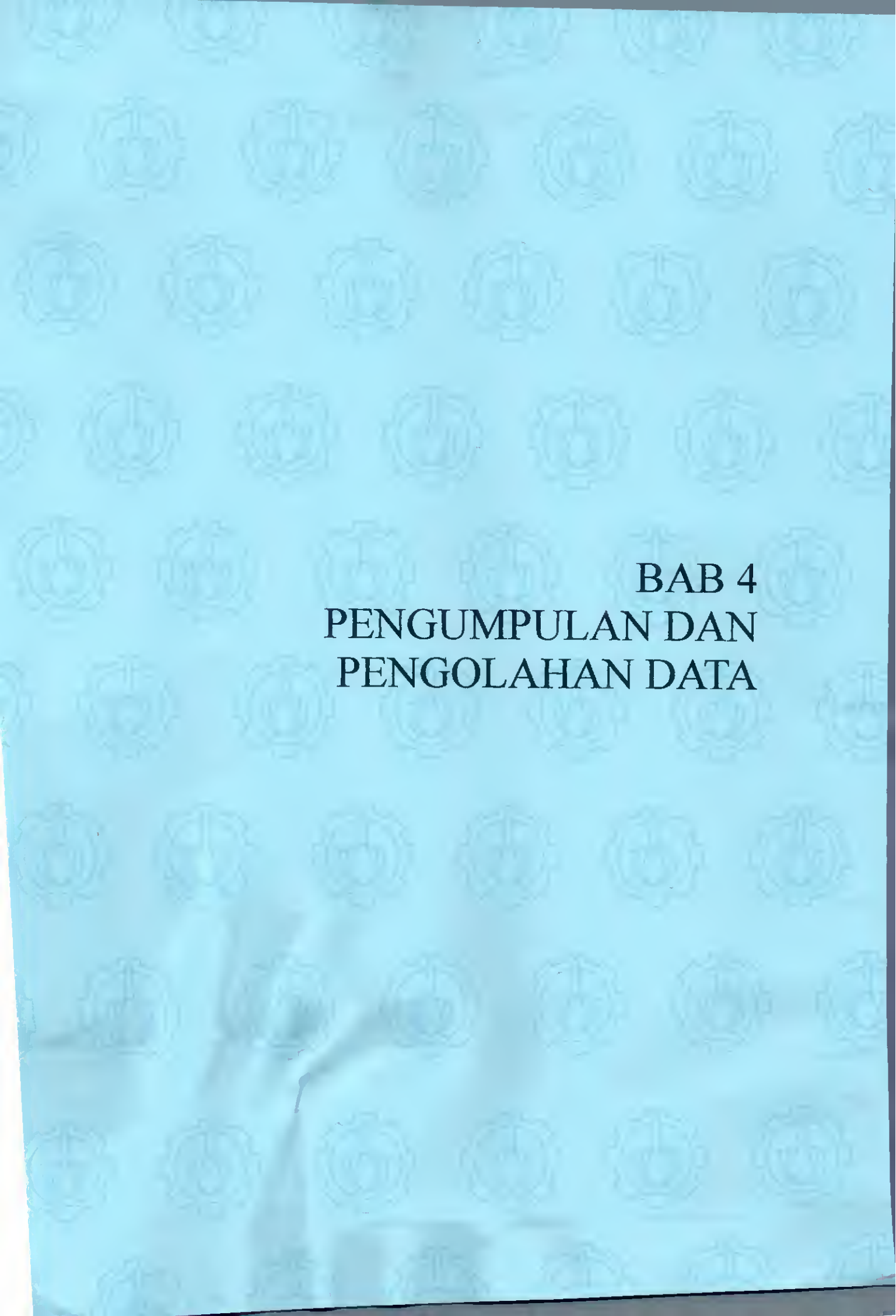
serta menganalisa risiko dan memilih alternatif rekomendasi solusi mitigasi risiko.

#### **3.4. Kesimpulan & Saran**

Pada tahap ini diperoleh kesimpulan dari penelitian ini yang akan menjawab tujuan penelitian dan juga dapat diajukan beberapa saran dan rekomendasi oleh peneliti kepada perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 3.1. Alur Penelitian



**BAB 4**  
**PENGUMPULAN DAN**  
**PENGOLAHAN DATA**

## BAB 4

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Deskripsi Proyek

Proyek yang digunakan dalam bahan penelitian ini adalah pembangunan pipa transmisi gas 18" dari *inlet* Semare ke *tap in* Rembang Km 19 pipa ruas Porong-Grati yang merupakan salah satu dari beberapa proyek strategis PT Pertamina Gas. Proyek yang dikerjakan oleh kontraktor PT Pertamina Drilling Contruction (PDC) ini bernilai investasi Rp.34 Milyar dan direncanakan selesai pada akhir tahun 2017. Pipa transmisi gas sepanjang 8 km ini direncanakan akan mengalirkan gas  $\pm$  100 MMSCFD dari lapangan BD di *offshore* Madura yang dioperasikan oleh Husky CNOOC Madura Ltd. (HCML) menuju pipa *open access* ruas Porong-Grati yang merupakan pengembangan dari pipa open access *East Java Gas Pipeline (EJGP) System* menuju *delivery point* masing-masing konsumen.

Proyek EPC (*Engineering, Procurement, Construction*) pembangunan pipa gas merupakan proyek yang kompleks karena melibatkan banyak *stakeholders* dengan lingkup pekerjaan *pipeline, mechanical, electrical, piping, instrument, civil, dan SCADA*.

#### 4.2. Big Picture Mapping

##### 1. Proses Inti

Untuk dapat mengetahui *whole stream* dalam proyek maka dibuatlah *Big Picture Mapping* yang dapat menggambarkan secara garis besar keseluruhan proses-proses inti dari hulu sampai ke hilir yang dapat dilihat pada lampiran 2. Proyek pipa gas ini memiliki tiga bagian pekerjaan besar, yaitu aktivitas *engineering, procurement, dan construction*.

##### a. Engineering

Bagian gugus tugas *engineering* melakukan *review* atau verifikasi terhadap kuantitas dan spesifikasi yang diajukan oleh

*engineering* kontraktor. Hasilnya digunakan sebagai input melaksanakan pekerjaan detail desain dan pembuatan gambar kerja sebagai dasar pemesanan material, pengeluaran kebutuhan material dan pembuatan prosedur pabrikasi. Bersamaan dengan itu *engineering* juga membuat rencana jadwal penyelesaian pekerjaan konstruksi berdasarkan *master schedule* yang diterbitkan oleh bagian konstruksi mengacu pada informasi di dalam SPK internal. Perencanaan jadwal penyelesaian pekerjaan konstruksi menjadi rumit bila kebutuhan waktu dan sumberdaya yang tersedia tidak dapat memenuhi *master schedule* yang terlalu pendek. Keterlambatan penyelesaian pembuatan gambar kerja mengakibatkan proses berikutnya seperti pengeluaran kebutuhan material menjadi terlambat dan mengharuskan pihak *procurement* melakukan usaha ekstra mendatangkan material tepat waktu sesuai dengan yang dibutuhkan oleh bagian konstruksi untuk menyelesaikan pekerjaannya.

b. *Procurement*

Dilakukan seluruhnya oleh kontraktor. Merupakan bagian yang paling besar menggunakan biaya order, sekitar 70 % - 80 % dari total biaya order. Karena memang dalam proyek ini hampir seluruhnya merupakan material khusus yang mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda dan tidak sepenuhnya dapat diperoleh dari stok pasar. Berdasarkan kebutuhan material yang dibuat oleh *engineering*, bagian *procurement* meminta penawaran kepada supplier atas material yang dibutuhkan dan melakukan negosiasi terhadap harga dan jadwal pengiriman sebelum melakukan pembelian dan menerbitkan *Purchase Order (PO)* kepada *supplier*. Jadwal kedatangan material ditetapkan berdasarkan atas kebutuhan pekerjaan proyek di lapangan yang dituangkan dalam *Purchase Requisition (PR)* yang diterbitkan oleh bagian konstruksi. Sedangkan sebagai referensi keputusan harga mengacu kepada dokumen penawaran yang sudah ditransfer sebagai dokumen kalkulasi awal. Penyimpangan terhadap jadwal kedatangan material yang diminta

dan *budget* biaya yang ditetapkan dalam kalkulasi awal sangat memberi pengaruh kepada biaya pelaksanaan order dan *benefit* perusahaan.

### c. Konstruksi

Dilakukan seluruhnya oleh kontraktor merupakan aliran terakhir aktivitas, bagian konstruksi yang melakukan eksekusi pekerjaan. Bersama dengan jajaran fungsi-fungsi didalamnya, bagian konstruksi menggunakan semua *input* dari *engineering* berupa gambar kerja dan prosedur konstruksi, serta material dari *procurement* untuk melakukan proses pabrikasi sampai menjadi produk yang siap diserahkan setelah diinspeksi oleh bagian *quality control*.

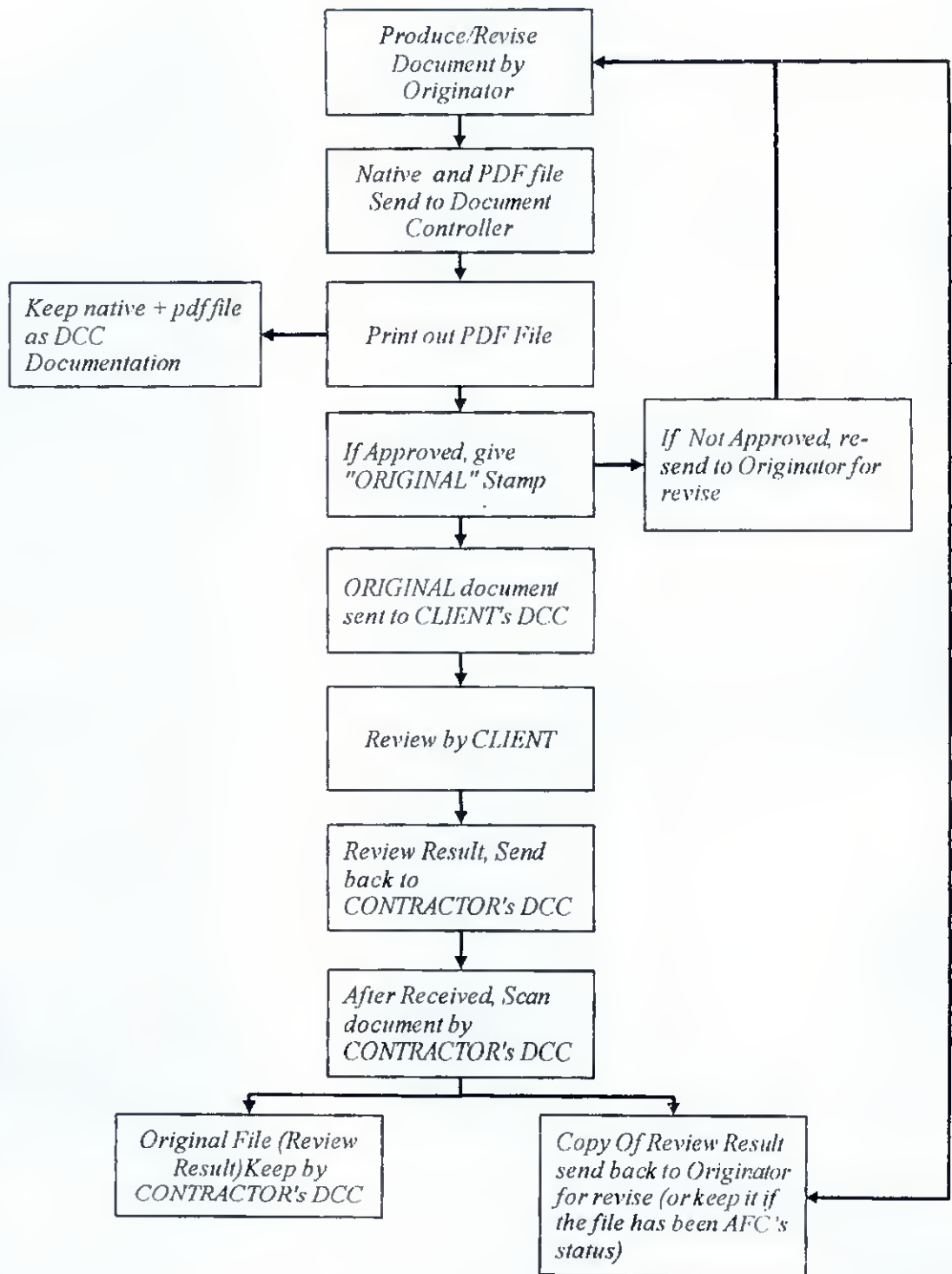
## 2. Aliran Informasi

Kontraktor memperoleh *job* proyek konstruksi melalui suatu proses tender yang didahului oleh proses penawaran. Informasi tentang gambaran proyek didapat dari surat permintaan penawaran dari *owner* dilengkapi dengan spesifikasi teknis, komersial, dan *basic data/drawing*. Fungsi *engineering* kontraktor yang bertanggungjawab atas pembuatan detail desain, gambar kerja, kebutuhan material, dan prosedur-prosedur konstruksi untuk selanjutnya menjadi referensi bagian lain untuk memulai aktivitasnya, seperti bagian *procurement* atas dasar dokumen *engineering* tersebut mulai melakukan permintaan penawaran kepada *supplier* material dan *vendor*, bagian *construction* untuk melakukan proses pengerjaan konstruksi di lapangan.

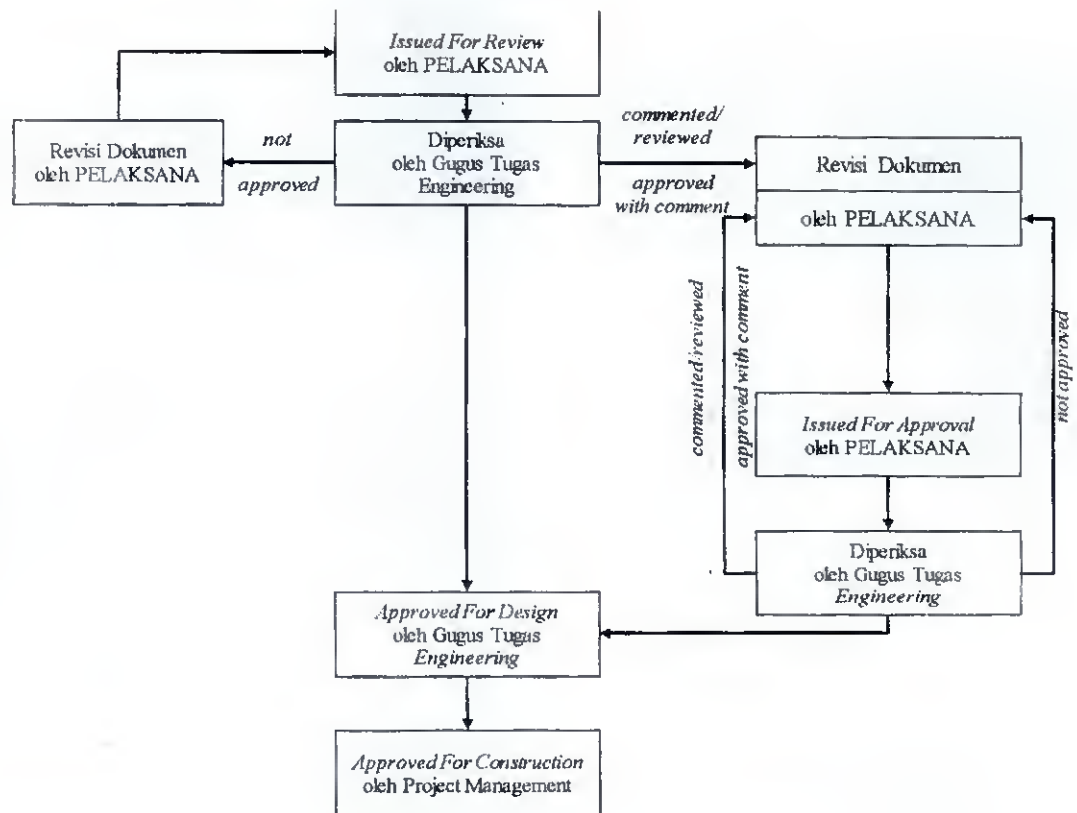
## 3. Aliran Material

*Deliverable engineering* yang menyangkut disiplin *process mechanical, pipeline, electrical & instrument*, dan *civil* dengan skema distribusi *issue* dokumen sbb:

- a. *Document issue for review (IFR)*
- b. *Document issue for approval (IFA)*
- c. *Document approve for design (AFD)*
- d. *Document approve for construction (AFC)*



Gambar 4.1. Aliran Informasi dan Material Dokumen *Engineering*



Gambar 4.2. *Flowchart Persetujuan Document Engineering*

### 4.3. Identifikasi Waste

Setelah kita mengetahui aliran informasi dan material maka yang dilakukan selanjutnya adalah pencarian informasi-informasi yang berkaitan dengan pemborosan yang terjadi selama berlangsungnya proyek ini. Aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam pemborosan ini akan digolongkan kedalam tujuh tipe pemborosan atau yang sering disebut dengan *seven waste*. Langkah awal dalam pendefinisian ini adalah dengan menyebarkan kuisisioner yang diisi oleh pekerja yang terlibat langsung dalam proyek pekerjaan konstruksi pembangunan pipa gas. Pada kuisisioner ini diberikan pengertian *waste* secara umum dan pengisian kuisisioner ini didampingi oleh peneliti, supaya pekerja proyek yang akan mengisi mengerti apa yang dimaksud dalam kuisisioner tersebut. Cara pengisian dalam kuisisioner ini adalah dengan memberikan nilai/skor pembobotan terhadap masing-masing *waste* (pemborosan) dan juga menjelaskan *waste* sesuai dengan kondisi yang ada di proyek. Hasil



pembobotan kemudian dijumlahkan kemudian diranking untuk memperoleh nilai *waste* yang terbesar. Dari hasil tersebut akan digunakan untuk menentukan *Value Stream Mapping Tool* yang tepat. Dengan metode *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)*, akan dipilih tiga tool dengan nilai terbesar yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste*. Data didapatkan dari pengisian kuisisioner para pihak di dalam perusahaan yang terlibat secara langsung dalam proyek dengan metode populasi dengan pertimbangan sebagai pihak yang paling mengetahui kegiatan, progress, dan kendala di proyek yang sedang berjalan seperti terlihat dalam table 4.1. berikut:

Tabel 4.1. Daftar Nara Sumber

| No | Nama               | Peran Dalam Project  |
|----|--------------------|--|
| 1  | Arie Arfianto      | <i>Deputy Project Manager</i>                              |
| 2  | Martha Fiski       | <i>Project Document Control</i>                            |
| 3  | Kitok Kridharto    | <i>Contractor Project Manager</i>                          |
| 4  | Kunaifi Prastowo   | Gugus Tugas <i>Engineering Static &amp; Pipeline</i>       |
| 5  | Jhonata            | Gugus Tugas <i>Engineering Coordinator</i>                 |
| 6  | Andrey Puruhita    | Gugus Tugas <i>Engineering Mechanical &amp; Piping</i>     |
| 7  | Yosep              | Gugus Tugas <i>Engineering Civil</i>                       |
| 8  | Nurdiansyah Irfan  | Gugus Tugas <i>Engineering Electrical &amp; Instrument</i> |
| 9  | Raditya Primayudha | Gugus Tugas <i>Engineering Expert, Project Manager</i>     |

Data aktual hasil pengisian kuisisioner pemborosan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 3, dan hasil rekapan dari kuisisioner tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2. Skor Waste

| No | Waste          | Skor  |
|----|----------------|-------|
| 1  | <i>Defect</i>  | 2.500 |
| 2  | <i>Waiting</i> | 3.203 |

|   |                                 |       |
|---|---------------------------------|-------|
| 3 | <i>Over Production</i>          | 2.875 |
| 4 | <i>Inappropriate Processing</i> | 3.094 |
| 5 | <i>Excessive Transportation</i> | 2.844 |
| 6 | <i>Unnecessary Inventory</i>    | 2.047 |
| 7 | <i>Unnecessary Motion</i>       | 3.750 |

#### 4.4. Pemilihan Value Stream Analysis Tool (VALSAT)

Langkah selanjutnya adalah menentukan value stream mapping tool dengan menggunakan bantuan *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)*. Dalam *VALSAT* ini terdapat tujuh *tool* yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa pemborosan-pemborosan tersebut. Penentuan kesesuaian dilakukan dengan mengalikan skor rata-rata tiap pemborosan (*waste*) dengan matriks kesesuaian *Value Stream Mapping* pada tabel 4.1. *Value Stream Mapping* dengan total skor terbesar menurut hasil *VALSAT* akan dijadikan *mapping* terpilih untuk dapat mengidentifikasi *waste* secara detail. Pemilihan ini didasarkan bahwa *Value Stream Mapping* dengan nilai terbesar tersebut paling sesuai untuk mengidentifikasi *waste* pada *value stream*. Hasil perhitungan *VALSAT* secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 3 dan rekap data hasil dari *VALSAT* dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3. Skor *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)*

| No | <i>Value Stream Mapping Tools</i>   | Total Skor |
|----|-------------------------------------|------------|
| 1  | <i>Process Activity Mapping</i>     | 127.53     |
| 2  | <i>Supply Chain Response Matrix</i> | 59.63      |
| 3  | <i>Production Variety Funnel</i>    | 18.63      |
| 4  | <i>Quality Filter Mapping</i>       | 5.97       |
| 5  | <i>Demand Amplication Mapping</i>   | 36.66      |

|   |                                   |       |
|---|-----------------------------------|-------|
| 6 | <i>Decision Point Analysis</i>    | 27.47 |
| 7 | <i>Physical Structure Mapping</i> | 6.59  |

Dari tabel diatas tiga *tool* yang terpilih dengan urutan skor terbesar adalah sebagai berikut:

1. *Process Activity Mapping*
2. *Supply Chain Response Matrix*
3. *Demand Amplification Mapping*
- 4.4.1. *Process Activity Mapping*

Pada pembuatan *PAM* hanya dilakukan pada aktivitas yang berkaitan dengan kegiatan *engineering work*. *PAM* memetakan proses secara detail langkah demi langkah. Proses ini menggunakan simbol-simbol yang berbeda dalam mempresentasikan aktivitas operasi (*operation*) dengan simbol O, transportasi (*transportation*) dengan simbol T, inspeksi (*inspection*) dengan simbol I, keterlambatan (*delay*) dengan simbol D, dan penyimpanan (*storage*) dengan simbol S. Kegunaan *mapping* ini adalah untuk mengetahui berapa persen kegiatan yang dilakukan merupakan kegiatan dengan nilai tambah (*value added activity*), dan berapa

persen yang bukan kegiatan dengan nilai tambah (*non-value added activity*). Pengerjaan *mapping* ini selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4. Langkah demi langkah dalam pembuatan *PAM* ini adalah sebagai berikut:

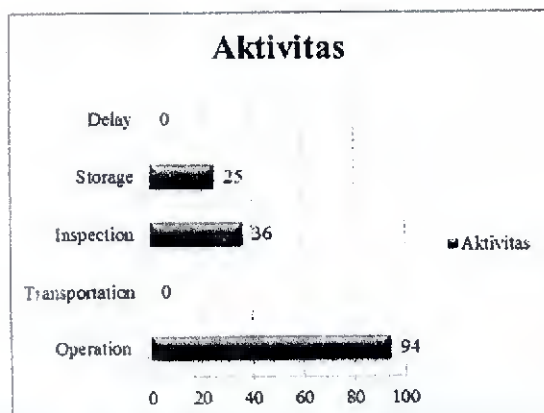
- a. Melakukan pengamatan secara langsung terhadap aktivitas-aktivitas yang berkaitan dengan berlangsungnya penyusunan dokumen engineering mulai dari awal sampai akhir pengerjaan.
- b. Selama mengamati dilakukan pencatatan terhadap jenis atau nama aktivitas secara berurutan, waktu pelaksanaan tiap-tiap aktivitas, jarak perpindahan ditempuh dalam beraktivitas, dan jumlah operator atau tenaga kerja yang mengerjakan aktivitas.
- c. Menggolongkan aktivitas tersebut kedalam lima jenis aktivitas yaitu *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *delay* (D), dan *storage*(S).

- d. Mencatat hal penting pada setiap kondisi yang sekiranya dapat menjadi catatan penting dalam evaluasi lebih lanjut, dimana aktivitas ini adituliskan dalam kolom keterangan.
- e. Menghitung proporsi aktivitas yang bersifat *value added activity* yaitu operasi, dan *non value added activity* yaitu transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*.

Dari hasil pemetaan *PAM* dapat diketahui jumlah aktivitas secara keseluruhan dan prosentase tiap aktivitas, sehingga nantinya dapat mengidentifikasi aktivitas mana yang termasuk dalam *value added activity* dan *non-value added activity*.

Tabel 4.4. Hasil Pemetaan *PAM*

| No | Jenis Aktivitas           | Jumlah     | Prosentase  |
|----|---------------------------|------------|-------------|
| 1  | <i>Operation (O)</i>      | 94         | 60.65%      |
| 2  | <i>Transportation (T)</i> | 0          | 0.00%       |
| 3  | <i>Inspection (I)</i>     | 36         | 23.23%      |
| 4  | <i>Storage (S)</i>        | 25         | 16.13%      |
| 5  | <i>Delay (D)</i>          | 0          | 0.00%       |
|    | <b>Total</b>              | <b>155</b> | <b>100%</b> |



Gambar 4.3. Jumlah Aktivitas Dalam *PAM*

#### 4.4.2. *Supply Chain Response Matrix*

*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 waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*. Tujuan dari pemetaan dengan menggunakan *tool* ini adalah untuk memperbaiki tingkat persediaan dan meminimasi waktu sehingga tingkat pelayanan pada tiap jalur distribusi dilakukan dengan biaya yang lebih rendah.

Pendekatan *mapping* ini digambarkan pada diagram yang sederhana terdiri dari *cumulative lead time* pada distribusi perusahaan dan *supplier*. Sumbu *horizontal* menunjukkan *lead time* dari material baik eksternal maupun internal. Sumbu *vertical* menunjukkan jumlah rata-rata persediaan (dalam hari) pada titik tertentu dalam *supply chain* sehingga tiap-tiap *lead time* individu dan jumlah persediaan dapat ditargetkan untuk dilakukan perbaikan. Untuk membuat *SCRM* ini terlebih dahulu dibutuhkan data-data sebagai berikut:

- a. Pada tahap pertama disepakati jumlah *deliverables engineering document* adalah 181 dokumen. Apabila *lead time engineering* selama 28 hari (dihitung dari mulai penyerahan lahan ROW dari Pertagas ke kontraktor) dan dalam 1 hari rata-rata dapat di-*submit* 7(tujuh) dokumen dari tim *engineering* kontraktor, tim gugus tugas *engineering* memiliki rata-rata *output* sebesar 4 (empat) dokumen serta dalam 1(satu) periode proyek terdapat hari efektif untuk *engineering works* selama 41(empat puluh satu) hari, maka proses *engineering* diperlukan selama 45.25 (empat puluh dua koma dua puluh lima) hari.
- b. Pada tahap kedua pada bagian *engineering*, dimana tim gugus tugas *engineering* memiliki rata-rata *output* sebesar 4 (empat) dokumen *engineering* maka lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan *deliverables engineering* sebesar 71.75 (tujuh puluh satu koma tujuh puluh lima) hari.

#### 4.4.3. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

*Demand Amplification Mapping* merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk memetakan pola permintaan di tiap titik pada *supply chain*. Ini merupakan


grafik dari jumlah permintaan dengan waktu, yang menunjukkan *batch sizes* produk pada daerah yang bervariasi dari proses produksi. Hal ini dapat diplotkan mulai dari perusahaan dan juga sepanjang jaringan distribusi. *Map* ini juga dapat digunakan untuk mengetahui jumlah *holding inventory* pada daerah yang bervariasi sepanjang *supply chain*. Hasil penting dari grafik ini adalah kita dapat mengetahui letak terjadinya *bullwhip effect*, dimana terjadi kenaikan permintaan pada jaringan berikutnya yang berarti tidak sesuai dengan permintaan dari sumber asal. *Map* ini juga dapat digunakan untuk memeriksa penjadwalan dan aturan *batch size*.

Gugus tugas engineering melakukan *review* terhadap *engineering document* yang disubmit oleh kontraktor berdasarkan list dokumen yang ada dalam kontrak. Adapun daftar *deliverables engineering document* sudah ditentukan oleh project management sebagai perwakilan Pertamina.

Gugus tugas engineering melakukan *review* terhadap *DED* yang pada penggunaannya dokumen tersebut tidak semuanya mendapatkan status *AFC* yang dapat dikatakan sebagai *inventory*. Dokumen yang tidak mendapatkan status *AFC* tersebut masih dapat dipakai, namun kemungkinannya kecil sekali, dikarenakan tiap kontrak pekerjaan biasanya memiliki jenis dan spesifikasi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan .

Dalam hal ini dapat dilihat bahwa *inventory* yang dimiliki gugus tugas engineering kenaikan permintaan (*amplification demand*) pada tiap-tiap titik *supply chain*, yang biasanya hal ini terjadi pada perusahaan yang memproduksi *consumer goods*, namun dapat dikatakan merupakan tipe perusahaan *engineering to order (ETO)*, sehingga tidak memungkinkan terjadi *bullwhip effect* dalam jaringan distribusinya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



**BAB 5**  
**ANALISA DAN**  
**USULAN PERBAIKAN**



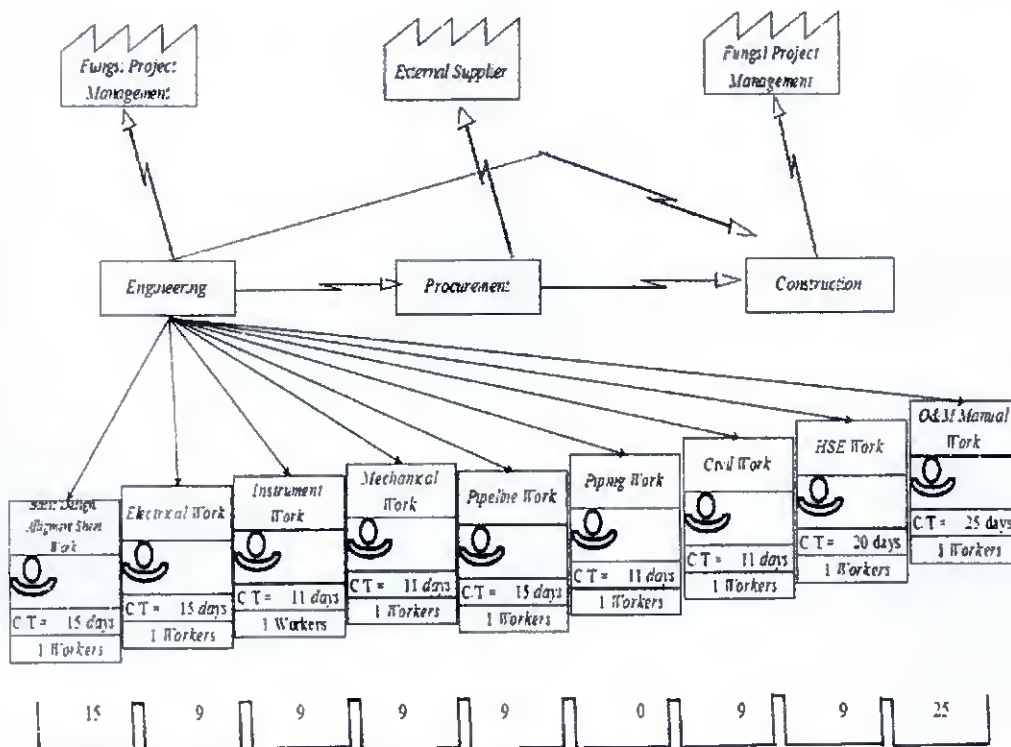
## BAB 5

### ANALISA DAN USULAN PERBAIKAN

Pada bab ini akan dilakukan analisa dari data-data yang telah terkumpul dan sudah dilakukan pengolahan data pada bab sebelumnya. Tiga *tool* yang dipilih dalam *value stream mapping* adalah *process stream mapping*, *supply chain response matrix*, dan *demand amplification mapping*, yang akan dilakukan evaluasi serta rekomendasi perbaikan berdasarkan *root cause* pada tiap pemborosan yang terjadi.

#### 5.1. Analisa Pemborosan Pada *Whole Stream* Proyek Konstruksi

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



Gambar 5.1. *Big Picture Mapping*

Pada *BPM* dapat diketahui bahwa aktivitas *engineering* saja yang termasuk dalam *value added* memiliki total waktu selama 94 (sembilan puluh empat) hari, yang didapatkan dari penjumlahan waktu operasi dari kegiatan *engineering*. Sedangkan dari proyek diketahui bahwa waktu total konstruksi dari awal perencanaan sampai dengan eksekusi yaitu selama 94 (sembilan puluh empat) hari. Hal tersebut dapat dikatakan tidak dialokasikan waktu sebagai pelaksanaan kegiatan lain yang termasuk dalam *non-value added activity* kegiatan *engineering* sehingga jadwal sangat ketat dan harus dilakukan secara paralel-simultan. Kegiatan-kegiatan inilah yang sangat berpotensi untuk menyebabkan keterlambatan dalam pengerjaan proyek ini. Pada rencana jadwal pengerjaan proyek ditetapkan bahwa proyek tersebut akan selesai pada bulan 3 Desember 2017, namun pada kenyataannya jadwal proyek tersebut mundur dan direncanakan kembali akan selesai pada bulan 30 Maret 2018. Untuk mengantisipasi hal tersebut dalam pengerjaan proyek selanjutnya dapat dilakukan dengan cara mengkaji kebutuhan *man power engineer* dengan waktu ideal yang diperlukan untuk menyelesaikan *deliverables* yang ada, dan pembuatan SOP beserta tata waktu yang jelas tentang penyusunan, review dokumen *engineering* beserta kualifikasi-spesifikasi *engineer* yang dibutuhkan.

#### 5.1.1. Analisa Tujuh Pemborosan

Setelah menggambarkan *whole stream* perusahaan, langkah selanjutnya adalah membuat kuisisioner yang bertujuan untuk mengetahui tujuh pemborosan yang terjadi di proyek. Kuisisioner tersebut dibagikan kepada pekerja-pekerja yang terlibat langsung dalam pengerjaan proyek. Setelah dilakukan pengolahan data terhadap kuisisioner tersebut dapat diketahui bahwa tingkat pemborosan tertinggi yang terjadi dalam proyek adalah sebagai berikut:

##### 1. *Waiting*

Jenis pemborosan *waiting* ini termasuk dalam kategori pemborosan yang sering terjadi di proyek. Pemborosan *waiting* ini

dapat terjadi pada mesin, manusia, maupun informasi. Pemborosan *waiting* dalam proyek ini terjadi dalam ini terjadi pada proses menunggu kedatangan material-material dari *supplier* yang dibutuhkan untuk pekerjaan konstruksi, seperti pipa, valve, fitting, launcher, receiver, pompa, dll. Material-material yang dipesan dari *supplier* tersebut seringkali datang terlambat ke lokasi proyek. Yang paling sering terjadi adalah untuk pemesanan material impor dimana salah satu alasan keterlambatan adalah tertahannya barang di pelabuhan sehingga material terlambat datang ke lokasi proyek.

Pemborosan *waiting* lain yang terjadi dalam proyek ini yaitu mengganggu instruksi pekerjaan *pipeline* (layout, dokumen AFC, dll), Pemborosan *waiting* lainnya yaitu menunggu proses pekerjaan sebelumnya, seperti *alignment sheet* menunggu kejelasan lahan ROW yang akan dipakai. Pemborosan *waiting* juga sering terjadi karena lamanya waktu menunggu alat/*tools* kerja, menunggu *setup* alat kerja, menunggu datangnya tenaga kerja banyak ditemukan yang melakukan kegiatan seperti merokok, istirahat terlalu lama, atau mengobrol cukup lama dengan karyawan lainnya.

## 2. *Unnecessary Inventory*

Jenis pemborosan ini berupa tingkat persediaan yang berlebih dan adanya kesalahan pemesanan material sehingga menyebabkan material tersebut tidak terpakai. Pemborosan yang sering terjadi yaitu adanya persediaan *material civil* yang berlebih, seperti semen, pasir, tanah urug, besi beton, dan beton *precast*. Kelebihan persediaan material ini akan menyebabkan material tersebut tidak terpakai dan akan berdampak pada pemborosan biaya proyek. Pemborosan ini terjadi karena sering terjadinya perubahan desain dan volume pekerjaan di lapangan yang menyebabkan pemanfaatan material yang sudah ada menjadi tidak optimal. Sebagai contoh yaitu terjadinya perubahan desain dan volume. Perubahan tersebut menyebabkan pemanfaatan material semen, pasir, dan besi beton menjadi tidak optimal karena dimensi berubah.

Jenis pemborosan ini juga terjadi karena adanya kesalahan pemesanan material dimana spesifikasi tidak sesuai dengan kebutuhan proyek. Kesalahan pemesanan material yang terjadi yaitu pada material instrumentasi. Dampak yang terjadi akibat permasalahan ini adalah material menjadi tidak terpakai dan harus kembali menunggu datangnya pesanan material dari *supplier* sehingga menyebabkan pemborosan pada waktu dan biaya proyek.

### 3. *Defect*

Jenis pemborosan ini dapat berupa adanya cacat pada material yang dipesan dari *supplier* dan juga cacat pada proses pekerjaan konstruksi di lapangan. Pemborosan yang terjadi adalah adanya cacat pada material pipa. Cacat yang ditemukan yaitu adanya sobekan *coating* pada beberapa pipa yang datang. Cacat pada *coating* pipa ini dapat disebabkan karena proses *handling* pipa dari *supplier* yang tidak sesuai prosedur sehingga menyebabkan *coating* pipa terkena alat berat dan menjadi sobek. Material pipa yang cacat ini harus segera dikembalikan dan diperbaiki oleh *supplier* karena jika dibiarkan maka akan menyebabkan pipa menjadi mudah terkorosi. Proses pengembalian material *reject* ini tentu saja akan mengganggu siklus pengerjaan proyek karena adanya *lead time* pengiriman material kembali dari *supplier*. Jenis pemborosan *defect* ini juga terjadi pada proses pekerjaan konstruksi (ie. cacat las).

### 4. *Inappropriate Processing*

Pemborosan jenis ini dapat berupa proses kerja yang menggunakan alat atau mesin kerja yang tidak sesuai baik kapasitas maupun kemampuannya, ketidaksesuaian antara prosedur kerja standar dengan aplikasi di lapangan, dan perbedaan metode kerja yang signifikan antar operator di area konstruksi. Sebagai contoh dalam melakukan *handling* pipa, kontraktor sudah memperhitungkan kapasitas *crane* dan *truck trailer* untuk pengangkutan pipa, namun dalam proses pengerjaannya operator tidak dibekali dengan standar operasional prosedur yang baku sehingga dalam prakteknya proses

*handling* pipa sering terjadi kesalahan yang menyebabkan material pipa jatuh dan menjadi cacat.

Selain itu juga sering ditemukan adanya ketidaksesuaian prosedur dalam melakukan pekerjaan *welding* pipa yang menyebabkan hasil *welding* pipa tidak sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Kesalahan prosedur yang dilakukan dalam proses *welding* disini adalah penggunaan jenis elektroda E6010+++ yang tidak sesuai dengan *Welding Procedure Specification (WPS)*, karena seharusnya dalam proses *welding* menggunakan jenis elektroda E7010+++. Dampak yang ditimbulkan karena kesalahan prosedur ini adalah pekerja menganggur, menunggu jenis elektroda yang sesuai bahkan sampai dengan sambungan pipa harus dipotong kembali dan dilakukan pekerjaan *welding* ulang dengan menggunakan elektroda yang sesuai dengan standar *WPS*.

Jenis pemborosan ini juga terjadi pada pekerjaan konstruksi *crossing pipeline*, dimana ditemukan ketidaksesuaian pekerjaan di lapangan dengan prosedur *crossing*. Ketidaksesuaian yang terjadi yaitu adanya perbedaan elevasi tanah antara *tie joint* dengan *road crossing* pipa sehingga kedalaman pipa di *river crossing* hanya 1 meter. Ketidaksesuaian pekerjaan ini menyebabkan pipa harus dilakukan *lowering* ulang dan dipasang sesuai dengan detail *drawing*.

##### 5. *Unnecessary Motion*

Pemborosan ini berhubungan dengan kondisi fisik lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi performa pekerja di lapangan. Kondisi ini biasanya dikaitkan dengan aspek ergonomis, tata letak komponen atau mesin terhadap material, ketidakjelasan instruksi dan gambar kerja sehingga pekerja harus memastikan ulang sehingga terjadi gerakan yang berlebih pada pekerja dalam melakukan aktivitasnya. Jenis pemborosan lain yang terjadi yaitu pada proses pekerjaan konstruksi, dimana alat-alat yang digunakan tidak berada pada tempatnya sehingga pekerja harus mengambil alat-alat tersebut terlebih dahulu. Sebagai contoh dalam pekerjaan pengurangan tanah galian pipa, alat *vibrator*

yang dibutuhkan untuk proses pemadatan tanah tidak berada di lokasi proyek.

#### 6. *Excessive Transportation*

Jenis pemborosan ini terjadi akibat proses perpindahan baik manusia atau material yang menyebabkan pemborosan waktu, tenaga, dan biaya. Mengingat sebagian besar material pada proyek ini memiliki berat dan ukuran yang besar dan tidak mungkin jika perpindahan material dilakukan secara manual, maka perpindahan material proyek ini dilakukan dengan bantuan *mobile crane* dan *truck trailer*. *Mobile crane* dan *truck trailer* yang digunakan sudah memiliki kapasitas dan kemampuan angkut yang sesuai.

#### 7. *Overproduction*

Pemborosan *overproduction* dalam proyek ini yaitu berupa penumpukan alat dan material di lokasi proyek. Di lokasi proyek sering ditemukan adanya material pipa yang menumpuk karena belum digunakan untuk proses konstruksi.

Jenis pemborosan ini juga terjadi karena adanya pekerjaan yang dilakukan melebihi instruksi yang diberikan. Sebagai contoh dalam melakukan galian tanah, pekerja seringkali menggali tanah melebihi instruksi yang diberikan. Instruksi yang diberikan biasanya sudah berdasarkan spesifikasi dan *detail drawing* yang ada.

Pemborosan lain yang terjadi yaitu adanya pengamburan *raw material*. Dalam proses konstruksi di proyek ini, sering ditemukan pemborosan pada pemanfaatan semen dan pasir dalam pembuatan beton untuk proteksi pipa, pondasi *pile launcher*, dan struktur bangunan.

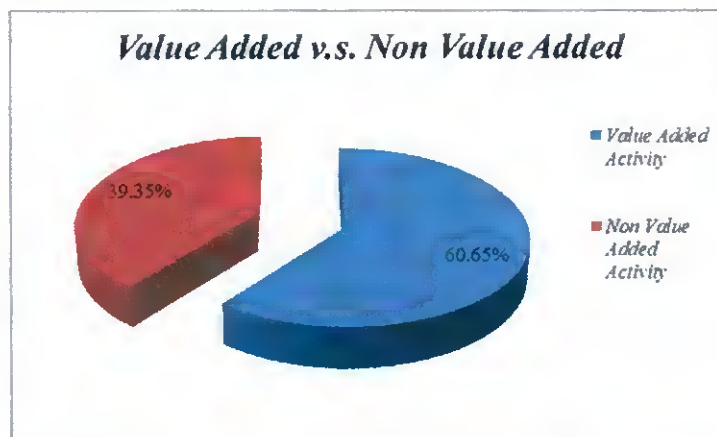
#### 5.1.2. Analisa Pemborosan Berdasarkan *VALSAT*

Analisa berdasarkan *VALSAT* hanya dilakukan pada bagian yang dilakukan sendiri oleh perusahaan yaitu bagian *Engineering*. Dari hasil pengolahan pada tabel kesesuaian matriks terpilih tiga *tools* dengan nilai tertinggi yang digunakan untuk menganalisa pemborosan dalam *value stream*. Ketiga *tools* tersebut antara lain :

1. *Process Activity Mapping (PAM)*
2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*
3. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

#### 5.1.2.1. Analisa Pemborosan Berdasarkan *Process Activity Mapping (PAM)*

Dalam pembuatan *PAM* aktivitas-aktivitas yang diamati terbagi dalam lima kategori yaitu *operation*, *transportation*, *inspection*, *storage*, dan *delay*. Sesuai dengan hasil pengolahan yang telah dilakukan pada BAB 4 didapatkan persentase dari masing-masing aktivitas tersebut yaitu untuk *operation* sebesar 60.65 persen, *transportation* sebesar 0.00 persen, *inspection* sebesar 23.23 persen, *storage* sebesar 16.13 persen, dan *delay* sebesar 0.00 persen. Perbandingan antara aktivitas *Value Added (VA)* dengan Aktivitas *Non Value Added (NVA)* ditunjukkan dalam gambar 5.2. dibawah.



Gambar 5.2. Perbandingan *Value Added* dan *Non Value Added Activity*

Dari gambar 5.2. diatas menunjukkan bahwa aktivitas yang *non-value added (NVA)* memiliki persentase yang cukup besar sehingga harus dapat dikurangi untuk dapat memperpendek waktu siklusnya sehingga juga dapat mengurangi keterlambatan pengerjaan.

#### 5.1.2.2. Analisa *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

Dari hasil pengolahan *supply chain response matrix* nantinya akan dilakukan evaluasi kenaikan atau penurunan tingkat persediaan dan panjang *lead time* disetiap area *supply chain*. Sesuai dengan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya maka didapatkan informasi sebagai berikut:

- a. Pada tahap pertama disepakati jumlah *deliverables engineering document* adalah 181 dokumen. Apabila *lead time engineering* selama 28 (dua puluh delapan) hari (dihitung dari mulai penyerahan lahan ROW dari Pertagas ke kontraktor) dan dalam 1 (satu) hari rata-rata dapat disubmit 7 (tujuh) dokumen dari tim *engineering* kontraktor, tim gugus tugas *engineering* memiliki rata-rata *output* per hari sebesar 4 (empat) dokumen *engineering* serta dalam 1(satu) periode proyek terdapat hari efektif untuk *engineering works* selama 41(empat puluh satu) hari, maka proses *engineering* diperlukan selama 45.25 (empat puluh lima koma dua puluh lima) hari.
- b. Pada tahap kedua pada bagian *engineering*, dimana tim gugus tugas *engineering* memiliki rata-rata *output* per hari sebesar 4 (empat) dokumen *engineering* maka lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan *deliverables engineering* sebesar 71.75 (tujuh puluh satu koma tujuh puluh lima) hari.

Dari kedua hal diatas dapat disimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan dokumen *engineering* melebihi waktu yang tersedia sehingga diperlukan evaluasi terhadap kebutuhan *man power, load*, serta *skill* yang dibutuhkan agar proyek dapat tepat waktu.

#### 5.1.2.3. Analisa Demand Amplication Mapping (DAM)

Gugus tugas *engineering* melakukan *review* terhadap *engineering document* yang disubmit oleh kontraktor berdasarkan *list deliverables* dokumen yang ada dalam kontrak. Adapun *list deliverables engineering document* sudah ditentukan oleh *project management* sebagai perwakilan Pertagas.

Gugus tugas *engineering* melakukan *review* terhadap *DED* yang pada penggunaannya dokumen tersebut tidak semuanya mendapatkan status *AFC* yang dapat dikatakan sebagai *inventory*. Dokumen yang tidak mendapatkan status *AFC* tersebut masih dapat dipakai, namun kemungkinannya kecil sekali, dikarenakan tiap kontrak pekerjaan biasanya memiliki jenis dan spesifikasi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan.

## 5.2. Root Cause Penyebab Pemborosan dan Usulan Perbaikan



Analisa pemborosan dan usulan perbaikan dilakukan hanya pada *waste* yang berkaitan dengan *engineering works*, karena hanya bidang tersebut yang dilakukan sendiri oleh perusahaan. *Waste* bila terjadi dalam bidang *engineering works*, maka sangat berpotensi besar mengakibatkan terjadinya *waste* di bidang lainnya yang pelaksanaannya berdasarkan *output* dari *engineering* yaitu *procurement* dan proses konstruksi. Suatu dokumen *engineering* proyek disebut baik atau kurang baik dapat didekati berdasarkan nilai amandemen pekerjaannya, secara *rule of thumb expert judgement* sesuai tabel 5.1. dibawah

Tabel 5.1. Kualitas Dokumen Engineering Proyek Berdasarkan Nilai Amandemen

| Kategori      | Simbol | Bobot | Nilai Amandemen       | Dampak                           |
|---------------|--------|-------|-----------------------|----------------------------------|
| Sangat Baik   | SB     | 5     | $(0% < a \leq 2.5\%)$ | Waktu & Biaya Insignificant      |
| Baik          | B      | 4     | $(2.5% < a \leq 5\%)$ | Waktu Insignificant, Biaya Minor |
| Cukup         | C      | 3     | $(5% < a \leq 10\%)$  | Waktu & Biaya Minor              |
| Kurang        | K      | 2     | $(10% < p \leq 20\%)$ | Waktu Minor-Major & Biaya Major  |
| Sangat Kurang | SK     | 1     | $(a > 20\%)$          | Waktu & Biaya Major              |

Berdasarkan analisa dari tujuh tipe pemborosan, maka dengan menggunakan diagram pareto yang terdapat dalam lampiran 6 dapat diurutkan bahwa penyebab dari pemborosan yang paling utama yaitu *Unnecessary Motion* (pekerja banyak membuang waktu, pekerja lambat / tidak efektif, tata letak proyek kurang baik) dan dengan diagram tulang ikan (diagram ishikawa) untuk analisa lebih lanjut untuk root cause penyebab waste dari aspek BOCAL (Bahan, Orang, Cara, Alat, dan Lingkungan) didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.2. Aspek Waste, Permasalahan dan Akar Permasalahan

| No | Aspek Waste                       | Permasalahan   | Root Cause   |
|----|-----------------------------------|--|--|
| 1  | Bahan ( <i>Material</i> )         | Detail dokumen engineering tidak sesuai dengan kondisi di lapangan | Kontrak Engineering Lumpsum                            |
| 2  | Orang ( <i>Man</i> )              | Kompetensi pembuat Dokumen Engineering tidak bagus                 | Kontrak Engineering Lumpsum                            |
| 3  | Cara ( <i>Method</i> )            | Pengerjaan dokumen engineering tidak bagus                         | Kontrak Engineering Lumpsum                            |
| 4  | Alat ( <i>Machine</i> )           | Prosedur pembuatan dokumen engineering tidak baku                  | Kontrak Engineering Lumpsum                            |
| 5  | Lingkungan ( <i>Environment</i> ) | Dokumen Engineering tidak bagus                                    | Kebijakan Perusahaan terkait preferensi bentuk kontrak |

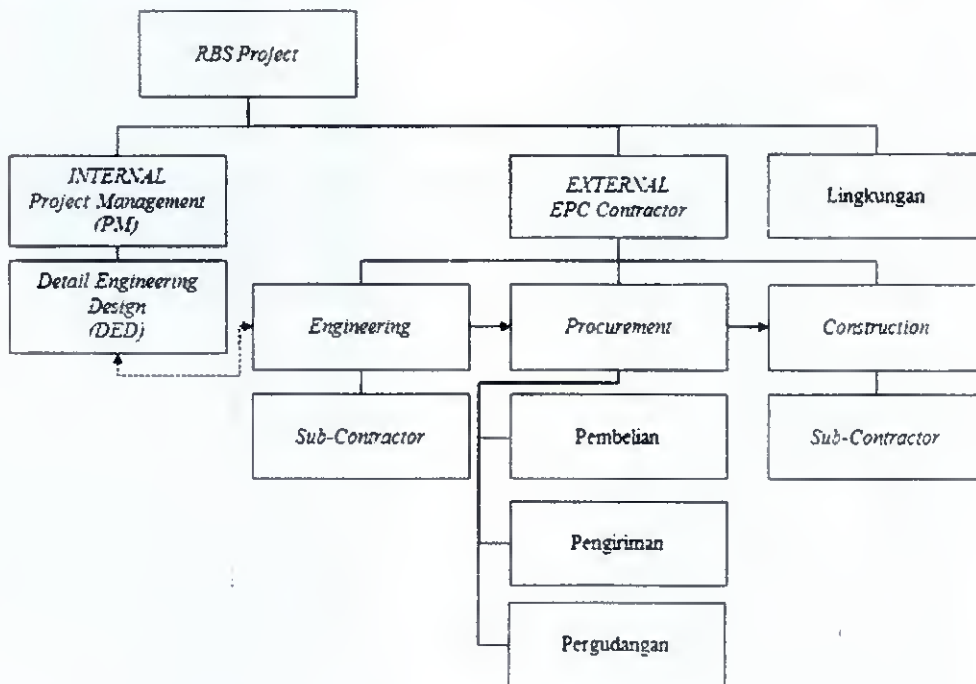
Dari table 5.2. diatas dapat disimpulkan bahwa akar masalah yang dominan adalah bentuk kontrak *engineering* lumpsum dan kebijakan perusahaan terkait preferensi bentuk kontrak, untuk memaksimalkan dampak perbaikan maka dilakukan dengan membuat perbandingan pro-kon terhadap usulan perbaikan sesuai dengan table 5.3. dibawah:

Tabel 5.3. Analisa Pro-Kon Terhadap Usulan Perbaikan

| No | Alternatif Solusi  | Control  |          | Dampak      |                | Decision |
|----|--|----------|----------|-------------|----------------|----------|
|    |  | Internal | External | Significant | In-significant |          |
| 1  | Perubahan model kontrak dari lumpsum menjadi kontrak volume untuk kontrak berjalan |          | √        | √           |                | No       |
| 2  | Preferensi Kontrak Perusahaan menjadi kontrak volume <i>engineering</i>            | √        |          | √           |                | Yes      |

### 5.3. Project Risk Management

*Project Risk Management* merupakan salah satu *tool* yang digunakan dalam menentukan risiko terjadinya *waste*. Hal pertama yang dilakukan adalah identifikasi risiko dengan bantuan pengkategorisasian risiko atau *Risk Breakdown Structure (RBS)*



Gambar 5.3. *Risk Breakdown Structure (RBS) Proyek*

Selanjutnya dibuat daftar semua risiko yang mungkin dapat mempengaruhi pengerjaan proyek berdasarkan pengkategorian proyek dan berhubungan dengan *waste* kritis. Tabel berikut ini merupakan daftar risiko yang diidentifikasi berdasarkan tabel RCA *waste* kritis.

Tabel 5.4. Daftar Resiko

| No | Kategori            | Sub Kategori          | Resiko  |
|----|---------------------|-----------------------|---|
| 1  | <i>PM</i>           | <i>DED</i>            | Perubahan filosofi desain operasi                                 |
| 2  | <i>PM</i>           | <i>DED</i>            | Kesalahan filosofi desain operasi                                 |
| 3  | <i>PM</i>           | <i>DED</i>            | Kesalahan perhitungan desain                                      |
| 4  | <i>PM</i>           | <i>DED</i>            | Desain tidak <i>applicable</i> di lapangan                        |
| 5  | <i>Engineering</i>  | <i>Sub-Contractor</i> | <i>Sub-Contractor</i> yang dipilih kurang kompeten                |
| 6  | <i>Procurement</i>  | Pembelian             | Material/peralatan sulit didapatkan sesuai tenggat waktu          |
| 7  | <i>Procurement</i>  | Pengiriman            | Kerusakan / kehilangan material / peralatan                       |
| 8  | <i>Procurement</i>  | Pengiriman            | Keterlambatan material / peralatan <i>onsite</i>                  |
| 9  | <i>Procurement</i>  | Penyimpanan           | Kerusakan / kehilangan material / peralatan                       |
| 10 | <i>Procurement</i>  | Penyimpanan           | Lokasi penyimpanan material/peralatan kurang bagus menambah waktu |
| 11 | <i>Construction</i> | <i>Sub-Contractor</i> | <i>Sub-Contractor</i> yang dipilih kurang kompeten                |
| 12 | <i>Construction</i> | <i>Sub-Contractor</i> | Kecelakaan kerja  |
| 13 | <i>Construction</i> | <i>Sub-Contractor</i> | Kurang tersedianya sumber daya                                    |
| 14 | <i>Construction</i> | <i>Sub-Contractor</i> | Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi                   |
| 15 | Lingkungan          |                       | Cuaca yang tidak mendukung  |
| 16 | Lingkungan          |                       | Gangguan kamtibmas  |
| 17 | Lingkungan          |                       | Perubahan aturan / arahan pemerintah                              |

Setelah dilakukan identifikasi risiko dan membuat daftar risiko, maka selanjutnya dilakukan penilaian risiko berdasarkan *brainstorming* dengan *expert* terkait diperusahaan.

Tabel 5.5. Penilaian Resiko

| Probabilitas (p)  | Bobot | Deskripsi        | Dampak        | Bobot | Deskripsi  |
|-------------------|-------|------------------|---------------|-------|--|
| Rare   Chart Area |       | (0% < p ≤ 10%)   | Insignificant | 1     | Tidak ada dampak, kerugian keuangan tidak berarti                          |
| Unlikely          | 2     | (10% < p ≤ 30%)  | Minor         | 2     | Perlu penanganan, langsung di tempat, kerugian menjadi overhead            |
| Moderate          | 3     | (30% < p ≤ 50%)  | Moderate      | 3     | Perlu ditangani oleh manajer perencanaan, kerugian cukup berarti           |
| Likely            | 4     | (50% < p ≤ 80%)  | Major         | 4     | Adanya kegagalan, produktivitas menurun, kerugian keuangan                 |
| Almost Certain    | 5     | (80% < p ≤ 100%) | Catastrophic  | 5     | Kesalahan berdampak pada lainnya, perlu penanganan oleh pemimpin, kerugian |

Tabel 5.6. Rekap Penilaian Resiko

| No | Resiko   | Probabilitas | Dampak | Nilai Resiko |
|----|--|--------------|--------|--------------|
| 1  | Perubahan filosofi desain operasi  | 3            | 4      | 12           |
| 2  | Kesalahan filosofi desain operasi  | 2            | 5      | 10           |
| 3  | Kesalahan perhitungan desain   | 3            | 4      | 12           |
| 4  | Desain tidak <i>applicable</i> di lapangan   | 3            | 4      | 12           |
| 5  | <i>Sub-Contractor</i> yang dipilih kurang kompeten ( <i>engineering</i> )              | 4            | 4      | 16           |
| 6  | Material / peralatan sulit didapatkan sesuai tenggat waktu                             | 3            | 3      | 9            |
| 7  | Kerusakan / kehilangan material / peralatan (pengiriman)                               | 3            | 4      | 12           |
| 8  | Keterlambatan material / peralatan <i>onsite</i>                                       | 4            | 3      | 12           |
| 9  | Kerusakan / kehilangan material / peralatan (penyimpanan)                              | 3            | 4      | 12           |
| 10 | Lokasi penyimpanan material / peralatan kurang bagus menambah waktu <i>mob / demob</i> | 3            | 2      | 6            |
| 11 | <i>Sub-Contractor</i> yang dipilih kurang kompeten (kontruksi)                         | 4            | 4      | 16           |
| 12 | Kecelakaan kerja   | 2            | 4      | 8            |
| 13 | Kurang tersedianya sumber daya   | 4            | 4      | 16           |
| 14 | Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi  | 4            | 4      | 16           |
| 15 | Cuaca yang tidak mendukung   | 4            | 3      | 12           |
| 16 | Gangguan kamtibmas   | 4            | 3      | 12           |
| 17 | Perubahan aturan / arahan pemerintah   | 1            | 4      | 4            |

Selanjutnya adalah tiap-tiap peristiwa risiko diplotkan ke dalam matriks risiko yang sesuai dengan nilai probabilitas kejadian (*likelihood*) dan dampaknya (*impact*) terhadap pengerjaan proyek. Matriks risiko (*risk severity matrix*) dari *risk event* yang telah teridentifikasi dapat dilihat pada gambar 5.4. berikut ini.

|              |           |   |               |       |          |            |              |
|--------------|-----------|---|---------------|-------|----------|------------|--------------|
| Probabilitas | Very High | 5 |               |       |          |            |              |
|              | Hgh       | 4 |               |       | 8,15,16  | 5,11,13,14 |              |
|              | Mode rate | 3 |               |       | 6        | 1,3,4,7,9  |              |
|              | Low       | 2 |               | 10    |          | 12         |              |
|              | Very Low  | 1 |               |       |          | 17         |              |
|              |           |   | Insignificant | Minor | Moderate | Major      | Catastrophic |
|              |           |   | 1             | 2     | 3        | 4          | 5            |
|              |           |   | Dampak        |       |          |            |              |

Gambar 5.4. *Risk Severity Matrix*

Mengurangi risiko dapat dibagi menjadi menghindari (*avoid*) risiko, menerima (*accept/retaining*) risiko, mentransfer (*transfer*) risiko, mengurangi (*mitigate*) peluang dan dampak yang terjadi. Tabel 5.6. adalah analisa mitigasi risiko yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk menyikapi risiko yang dimiliki.

Tabel 5.7. Analisa Mitigasi Pengembangan Respon Resiko


| No | Resiko   | Respon                   | Rencana Kontingensi   |
|----|--|--------------------------|---|
| 1  | Perubahan filosofi desain operasi  | Control                  | <i>Brainstorming</i> dengan fungsi Business Development dan Operasi |
| 2  | Kesalahan filosofi desain operasi  | Control                  | Koordinasi dengan fungsi operasi, pelaksana yang kompeten           |
| 3  | Kesalahan perhitungan desain   | Control                  | <i>Recheck</i> bertingkat, pelaksana yang kompeten                  |
| 4  | Desain tidak <i>applicable</i> di lapangan   | Control                  | <i>Recheck</i> dengan hasil survey lapangan                         |
| 5  | <i>Sub-Contractor</i> yang dipilih kurang kompeten ( <i>engineering</i> )              | Avoid, Control           | Lelang undangan, kontrak <i>volume engineering</i>                  |
| 6  | Material / peralatan sulit didapatkan sesuai tenggat waktu                             | Control, transfer        | Kerjasama dengan <i>sole agent &amp; stockies</i> , asuransi        |
| 7  | Kerusakan / kehilangan material / peralatan (pengiriman)                               | Control, transfer        | <i>Standard Operation Procedure</i> , asuransi                      |
| 8  | Keterlambatan material / peralatan <i>onsite</i>                                       | Control, transfer        | <i>Forwarder</i> terpercaya, asuransi                               |
| 9  | Kerusakan / kehilangan material / peralatan (penyimpanan)                              | Avoid, Control, transfer | Penjagaan, catatan transfer material gudang, asuransi               |
| 10 | Lokasi penyimpanan material / peralatan kurang bagus menambah waktu <i>mob / demob</i> | Accept                   | none  |

Tabel 5.7. Analisa Mitigasi Pengembangan Respon Resiko (lanjutan)

| No | Resiko   | Respon                   | Rencana Kontingensi   |
|----|--|--------------------------|---|
| 11 | <i>Sub-Contractor</i> yang dipilih kurang kompeten (kontruksi) | Control                  | Lelang undangan, kontrak <i>volume</i> kontruksi                              |
| 12 | Kecelakaan kerja   | Avoid, control, transfer | <i>Behaviour based safety</i> , SIK A (Surat Ijin Kerja Aman), asuransi       |
| 13 | Kurang tersedianya sumber daya                                 | Control                  | Pelaksana perusahaan <i>EPC</i> bereputasi<br>Pengembangan relasi sumber daya |
| 14 | Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi                | Control                  | Refer ke <i>AFC Engineering drawing</i>                                       |
| 15 | Cuaca yang tidak mendukung                                     | Control, transfer        | Penerapan metode baru   |
| 16 | Gangguan kamtibmas   | Transfer                 | Asuransi  |
| 17 | Perubahan aturan / arahan pemerintah                           | Transfer                 | Asuransi  |

(halaman ini sengaja dikosongkan)





**BAB 6**  
**KESIMPULAN**  
**DAN SARAN**

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

Tahap ini adalah tahap akhir dari seluruh rangkaian penelitian ini yaitu dengan menarik kesimpulan atas hasil yang didapatkan dari bab sebelumnya. Kesimpulan yang dibuat diharapkan dapat menjawab dari tujuan diadakannya penelitian ini, dan pemberian saran ditujukan kepada pihak perusahaan dan untuk penelitian selanjutnya.

#### 6.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Aplikasi pendekatan *lean construction* cocok diterapkan pada proyek konstruksi pemasangan pipa gas di perusahaan namun dengan beberapa catatan karena:
  1. Pendekatan *lean construction* hanya dapat dilaksanakan pada sebagian aktivitas yaitu *engineering work* yang dilaksanakan sendiri / melibatkan perusahaan
  2. Tipikal proyek pemasangan pipa gas di perusahaan dilaksanakan oleh pihak lain dengan skema kontrak *EPC* sehingga pelaksana pekerjaan berganti-ganti sesuai dengan pemenang lelang *EPC*
  3. Detail aktivitas kegiatan antar satu proyek dengan proyek lainnya bersifat khusus hanya terjadi pada proyek tersebut
  4. Kesulitan yang dihadapi tergantung pada lokasi dimana kegiatan pemasangan pipa sehingga secara spesifik tidak dapat diulang didaerah lain, karena perbedaan
- b. Pendekatan aplikasi *lean construction* tetap dipandang perlu dilaksanakan pada proyek konstruksi pemasangan pipa gas di Perusahaan walaupun hanya pada bagian *engineering work* dengan pertimbangan:

1. Kualitas *engineering work* yang dihasilkan tergolong kurang baik karena nilai amandemen proyek diatas 10% (12.81%)
  2. *Engineering work* adalah tahapan yang walaupun bernilai kecil dalam kontrak *EPC* namun menjadi tahapan kunci yang membantu mengurangi *waste* pada tahapan proyek selanjutnya yaitu *procurement* dan *construction*.
  3. Porsi keterlibatan perusahaan dalam pelaksanaan pekerjaan sangat besar, dimana perusahaan yang menentukan suatu desain dapat ditingkatkan ke tahapan konstruksi atau tidak
  4. Adanya fungsi *engineering* di perusahaan yang secara aktif terus terlibat di setiap kegiatan *project* yang sedang dilaksanakan oleh perusahaan, sehingga dapat dibuat suatu *pattern* berdasarkan perbaikan yang telah dilakukan sebelumnya dalam bentuk *standard Operating Procedure (SOP)*, *TKO/TKI (Tata Kelola Organisasi/Tata Kelola Individu)*.
- c. Mengacu pada hasil pengolahan dan analisa *Supply Chain Respinse Matrix (SCRM)* maka didapatkan hal sebagai berikut:
1. Jumlah *deliverables engineering document* adalah 181 dokumen
  2. Apabila *lead time engineering* selama 28 hari (dihitung dari mulai penyerahan lahan ROW dari Perusahaan ke kontraktor) dan dalam 1 hari rata-rata dapat di-submit 7 dokumen dari tim *engineering* kontraktor
  3. Jika dalam 1(satu) periode proyek terdapat hari efektif untuk *engineering works* selama 41 hari, maka proses *engineering* diperlukan selama 45.25 hari
  4. Jika tim gugus tugas *engineering* memiliki rata-rata *output* per hari sebesar 4 dokumen *engineering* maka lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan *deliverables engineering* sebesar 71.75 hari

## 6.2. Saran dan Rekomendasi

Bagi Perusahaan dan kepentingan penelitian selanjutnya diberikan saran dan rekomendasi sebagai berikut:

- a. Pendekatan *lean construction* dapat diterapkan dalam proyek konstruksi pembangunan pipa gas di Perusahaan di bagian *engineering work*
- b. Diperlukan suatu evaluasi terhadap *man power, load, skill* yang dibutuhkan serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan dokumen *engineering* dikarenakan dari hasil evaluasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan *deliverables* dokumen *engineering* melebihi waktu tersedia
- c. Perusahaan perlu mengkaji kebutuhan *man power engineer* dengan waktu ideal yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap *deliverables* yang ada
- d. Perusahaan perlu membuat *SOP* dan tata waktu yang jelas tentang penyusunan, *review* dokumen *engineering* beserta kualifikasi-spesifikasi *engineer* yang dibutuhkan
- e. Agar dapat dibuatkan suatu *SOP / standar acuan* dari perusahaan terkait dengan metode, spesifikasi, alur kerja pembuatan dokumen *engineering* antar disiplin ilmu (*mechanical, piping, civil, instrument, electrical*)
- f. Agar perusahaan dapat mengubah preferensi pemilihan kontrak *engineering* dari kontrak lumpsum menjadi kontrak volume *engineering* dengan pertimbangan jika terjadi *waste* dalam bidang *engineering works* maka sangat berpotensi besar mengakibatkan terjadinya *waste* di bidang lainnya yang pelaksanaannya berdasarkan *output* dari *engineering* yaitu *procurement* dan proses *construction*.
- g. Agar perusahaan melakukan *review* terhadap dokumen *engineering* yang pernah dihasilkan untuk melihat kemungkinan dapat dipakai dalam proyek lainnya
- h. Untuk penelitian selanjutnya penerapan *lean construction* lebih cocok dalam bidang *manufacture* ataupun di perusahaan yang *core* bisnisnya adalah melakukan proyek konstruksi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR  
PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., dan Roza, H.A. (2006). Indonesian Contractors Readiness Towards Lean Construction, *Proceedings of the 14th Annual Conference of International Group for Lean Construction*, Santiago, Chile.
- Abduh, Muhamad. (2005). Makalah Konstruksi Ramping : Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Alarcon, L.F. (1995). Training field personnel to identify waste and improvement opportunities in construction. In: L.F. Alarcon, ed. *Lean Construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 391-401.
- Alwi, S., Hampson, K., Mohamed, S. (2002). Non Value-Added Activities: A Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects, *Proceedings of the 10th annual conference of the IGLC*, Gramado, Brazil.
- Azwar, Saifuddin. (2006). *Reliabilitas dan Validitas*, Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta, hal.4, 5.
- Ballard, G. (1999) Improving work flow reliability, *Proc., IGLC-7, 7th Conf. Int. Group for Lean Construction*, Univ. California, Berkeley, CA., 275-286.
- Ballard, G. H. (2000). *The Last Planner System of Production Control*, Ph.D. Thesis. Faculty of Engineering. School of Civil Engineering, The University of Birmingham.
- Ballard, G., and Howell, G. (2003) An update on Last Planner, *Proc., IGLC-11, 11th Conf. of Int. Group for Lean Construction*, Blacksburg, VA 98
- Barrie, D.S., Paulson, B.C., 1995, "Manajemen Konstruksi Profesional", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Besterfield, Dale H. 1998. *Quality Control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Bungin, Burhan. (2008). *Metodologi Penelitian Kuantitatif : Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu-ilmu Sosial Lainnya*, Penerbit Kencana, Jakarta, hal.36, 168.

- Budi, W.I. (2010). Identifikasi Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan Waktu Konstruksi yang Dianalisa Dengan Konsep Lean Construction. Universitas Indonesia.
- Cooke, B., Williams, P., 2004. Construction planning, programming & control. UK: Blackwell.
- Dos Santos, A., Powell, J., Sharp, J., Formoso, C. (1998). Principle of transparency applied in construction, Proc. Of the Annual Conf. (IGLC-6) by C. Formoso (ed). 6th Conf. of Int. Group for Lean Construction. Guarujá, Brazil, 16-23.
- Doggett, A Mark. 2005. Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection, The Quality Management Journal, Vol. 15
- Gasperz, Vincent. 2007. The Excecutive Guide to Implementing Lean Six Sigma. Jakarta: pp. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, Vincent dan Avanti Fontana., 2011. Lean Six sigma for Manufacturing and Service Industries. Bogor: Vinchristo Publication
- Gray, C.F. & Larson, E.W. 2006. Project Management: The Managerial Process (3rd ed.) Boston, Mass.: Irwin/McGraw-Hill.
- Hines, P. and N. Rich., 1997. The Seven Value Stream Mapping Tools. Lean EnterpriseResearch Centre, Cardiff Business School, Cardiff, UK. International Journal of Operation & Production Management, Vol. 17, No.1, pp.46-04.
- Hines, P. & D. Taylor, 2000. "Going Lean". Lean Enterprise Research Center Cardiff Bussines School, USA.
- Hines, P., 2002. Value Stream Mapping: Theory and Case. Cardiff University.
- Howell, GA and Koskela, LJ 2000, *Reforming project management: the role of lean construction* , in: 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 17th - 19th July 2000, Brighton, UK
- Koskela, L. 1992. Application Of The New Production Philosophy To Contruction. CIFE Technical Report#72. Standford University.
- Ohno, T., 1995. Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production. Terjemahan: Dr Edi Nugroho, Pustaka Binaan Pressindo.
- Pinch, L., 2005. Construction Executive, ed.34.



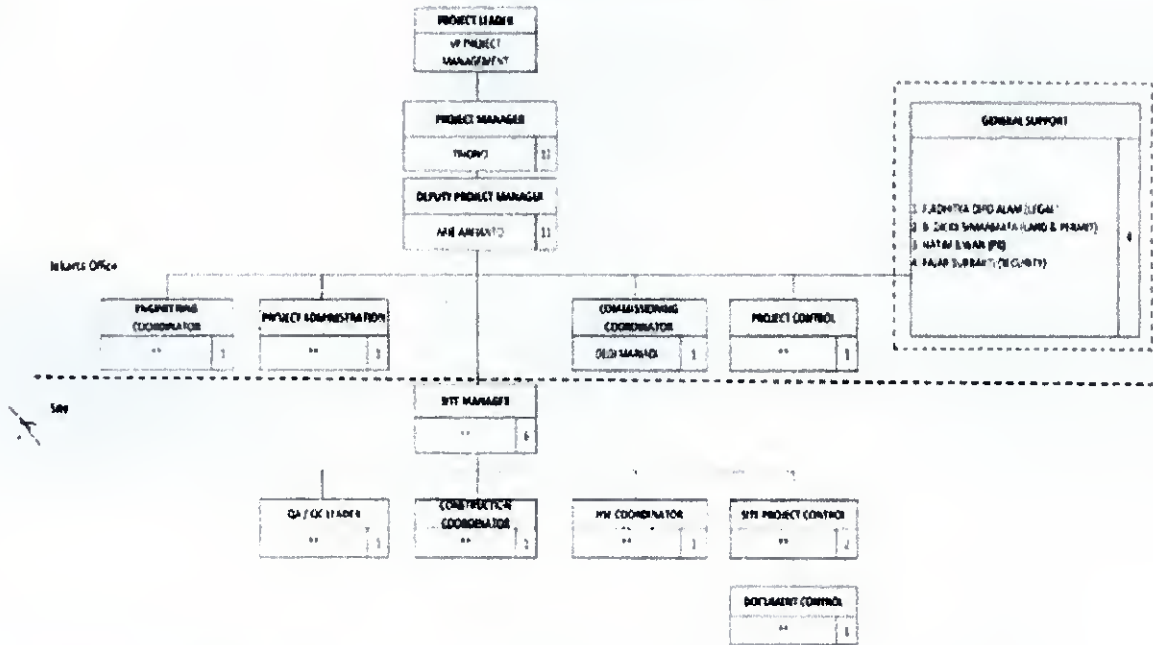
- Serpell, A., Crovetto, J. & Seymor, D. 1995. A Current Vision Of Construction Management Practice in Chile. Unpublished paper submitted to the CIB Working Commission 65 Organization & Mangement of Construction Symposium to held in Glasgow, Scotland, 1996.
- Shingo, Shigeo. 1990. A Study of the Toyota Production System. USA : Andrew P. Dillon Productivity Press.
- Yaman, M.P.(2012). Penggunaan Value Stram Analysis Tools Untuk Mengidentifikasi Waste Beserta Dengan Usulan Perbaikan Dengan Menggunakan Fishbone Diagram Pada Produksi Atap Gelombang Fiberglass.



LAMPIRAN

# Lampiran 1

## Struktur Organisasi *Project Management* Berdasarkan SK Tim Gugus Tugas Proyek Semare-Porong Grati

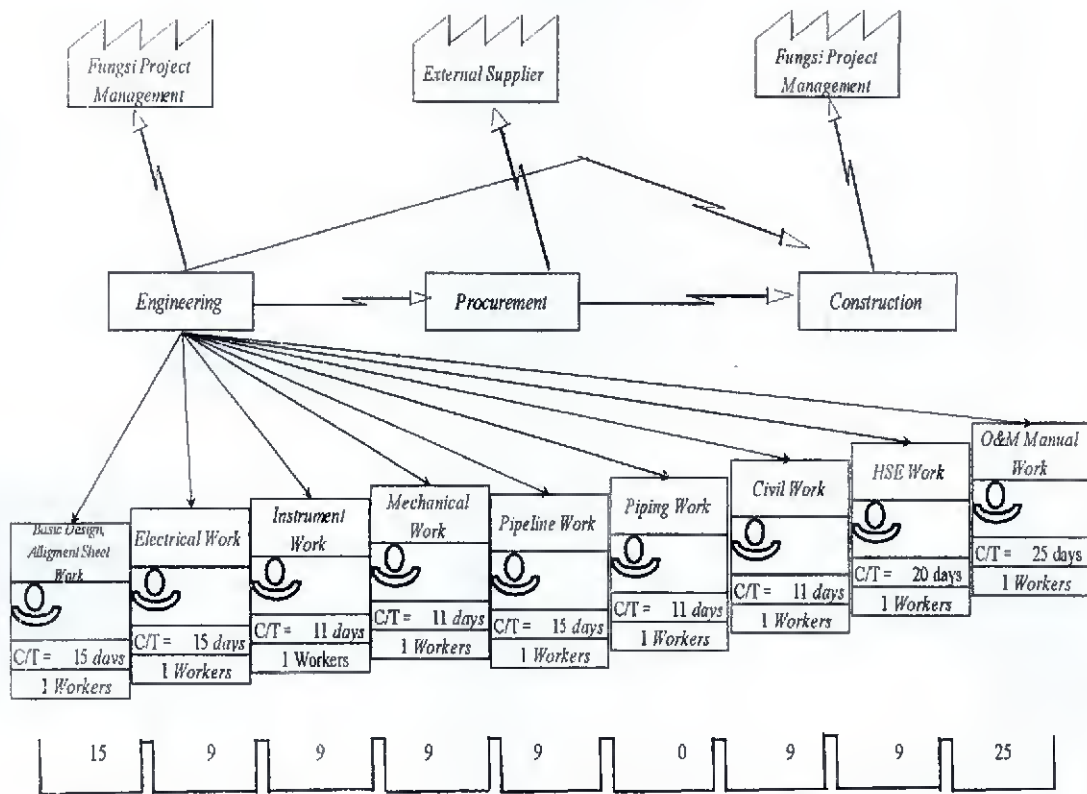


Keterangan  
 \* Dibuat personal PT Pertamina Gas  
 \*\* Dibuat personal sumber tenaga ahli

Lampiran 2

Big Picture Mapping

| No | AKTIVITAS   | Waktu (days) | O  | T | I  | S  | D | Kategori |
|----|---|--------------|----|---|----|----|---|----------|
| 1  | <i>Project Pipeline</i>                             |              |    |   |    |    |   |          |
| 2  | <i>Engineering Work</i>                             |              |    |   |    |    |   |          |
| 3  | <i>Detail Engineering Design</i>                    |              |    |   |    |    |   |          |
| 4  | <i>Basic &amp; Detailed Design, Alligment Sheet</i> | 15           | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 5  | <i>Pipeline IFA</i>                                 | 9            | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 6  | <i>Pipeline AFC</i>                                 | 6            | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
| 7  | <i>Civil IFA</i>                                    | 9            | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 8  | <i>Civil AFC</i>                                    | 6            | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
| 9  | <i>Mechanical IFA</i>                               | 9            | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 10 | <i>Mechanical AFC</i>                               | 6            | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
| 11 | <i>Instrument IFA</i>                               | 9            | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 12 | <i>Instrument AFC</i>                               | 6            | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
| 13 | <i>Electrical IFA</i>                               | 9            | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 14 | <i>Electrical AFC</i>                               | 6            | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
| 15 | <i>HSE IFA</i>                                      | 9            | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 16 | <i>HSE AFC</i>                                      | 6            | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
| 17 | <i>Operating &amp; Maintenance Manuals</i>          | 25           | O  | T | I  | S  | D | VA       |
| 18 | <i>Hand Over Document</i>                           | 25           | O  | T | I  | S  | D | NVA      |
|    | <b>Total Waktu (days)</b>                           | 155          | 94 | 0 | 36 | 25 | 0 |          |



Lampiran 3

Rekap Kuisisioner Skala Likert 1-5 Frekuensi vs Dampak

| No        | Kategori Waste   | RESPONDEN |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Mean | RESPONDEN |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Mean |
|-----------|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------|
|           |  | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |      | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |      |
| <b>A</b>  | <b>DEFECT</b>  |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2.50 |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 3.41 |
| <b>A1</b> | <b>Cacat pada material</b>   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2.50 |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 3.41 |
| 1         | Cacat pada material pipa   | 3         | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 |   |    | 2.50 | 5         | 4 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 |   |    | 4.13 |
| 2         | Cacat pada material valve fitting  | 4         | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 |   |    | 2.75 | 5         | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 |   |    | 3.88 |
| 3         | Cacat pada material mechanical (launcher, receiver, pompa, tangki, compressor) | 3         | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |   |    | 2.38 | 3         | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 |   |    | 3.25 |
| 4         | Cacat pada material electrical (MCC, switchgear, cable, lighting system)       | 1         | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |   |    | 2.13 | 4         | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 |   |    | 3.25 |
| 5         | Cacat pada material instrument (metering system, field instrument)             | 4         | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |   |    | 2.38 | 5         | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 |   |    | 3.50 |
| 6         | Cacat pada material telekomunikasi (SCADA system, hardware, software)          | 5         | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 |   |    | 2.88 | 3         | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 |   |    | 3.25 |
| 7         | Cacat pada material civil (fabrication)  | 5         | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 |   |    | 3.00 | 2         | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 |   |    | 3.00 |
| 8         | Cacat pada material HSE (fabrication)  | 2         | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |   |    | 2.00 | 4         | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 5 | 3 |   |    | 3.00 |

|    |  |   |   |   |   |   |   |   |      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| B  | WAITING  |   |   |   |   |   |   |   | 3.20 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.81 |
| B1 | <i>Menunggu datangnya material</i>   |   |   |   |   |   |   |   | 7.95 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.72 |
| 1  | Menunggu datangnya material pipa   | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3    | 3.38 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 1 | 5 | 4 | 3.88 |
| 2  | Menunggu datangnya material valve/fitting  | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3    | 4.13 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4.25 |
| 3  | Menunggu datangnya material mechanical (launcher, receiver, pomps, tangki, compressor)                                 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2    | 3.25 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4.00 |
| 4  | Menunggu datangnya material electrical (MCC, switchgear, cable, lighting system)                                       | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2    | 2.75 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3.88 |
| 5  | Menunggu datangnya material instrument (metering system, field instrument)   | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2    | 3.25 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3.88 |
| 6  | Menunggu datangnya material telekomunikasi (SCADA system, hardware, software)  | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2    | 2.63 | 2 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3.38 |
| 7  | Menunggu datangnya material civil (fabrication)  | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2    | 2.25 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3.13 |
| 8  | Menunggu datangnya material HSE (fabrication)  | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2    | 2.00 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3.38 |
| B2 | <i>Menunggu instruksi pekerjaan</i>  |   |   |   |   |   |   |   | 2.75 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.38 |
| 9  | Menunggu instruksi pekerjaan konstruksi pipeline (bending, lineup, welding, examination, coating, trenching, lowering) | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3    | 3.13 | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3.88 |
| 10 | Menunggu instruksi pekerjaan instalasi piping  | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3    | 3.00 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3.38 |
| 11 | Menunggu instruksi pekerjaan civil (land preparation, backfilling, compacted, foundation)                              | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3    | 2.63 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3.13 |
| 12 | Menunggu instruksi pekerjaan mechanical (install launcher, receiver)   | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3    | 2.75 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3.25 |
| 13 | Menunggu instruksi pekerjaan electrical (install power cable, grounding system, lighting system)                       | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3    | 2.63 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3.25 |
| 14 | Menunggu instruksi pekerjaan instrument (pig signal, MOV, field instrument, safety & control system, panel & detector) | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3    | 3.13 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3.75 |
| 15 | Menunggu instruksi pekerjaan telekomunikasi (SCADA system, Gas Management System, Pipeline Management System)          | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3    | 2.63 | 2 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3.38 |
| 16 | Menunggu instruksi pekerjaan HSE (Fire Extinguisher)   | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3    | 2.13 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3.00 |
| B3 | <i>Menunggu proses pekerjaan sebelumnya</i>  |   |   |   |   |   |   |   | 4.13 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 4.38 |
| 17 | Menunggu proses pekerjaan sebelumnya yang critical   | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4    | 4.13 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4.38 |
| B4 | <i>Menunggu datangnya alat-alat ke lokasi proyek</i>   |   |   |   |   |   |   |   | 3.41 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.84 |
| 18 | Menunggu datangnya excavator   | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4    | 3.50 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3.88 |
| 19 | Menunggu datangnya mobile crane  | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4    | 3.25 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3.75 |
| 20 | Menunggu datangnya mesin las   | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4    | 3.13 | 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3.63 |
| 21 | Menunggu datangnya mesin bor   | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4    | 3.75 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.13 |
| B5 | <i>Menunggu setup/perbaikan alat-alat</i>  |   |   |   |   |   |   |   | 2.78 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.72 |
| 22 | Menunggu setup/perbaikan excavator   | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3    | 2.88 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3.75 |
| 23 | Menunggu setup/perbaikan mobile crane  | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3    | 2.63 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3.50 |
| 24 | Menunggu setup/perbaikan mesin las   | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4    | 2.38 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 | 3.50 |
| 25 | Menunggu setup/perbaikan mesin bor   | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3    | 3.25 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.13 |
| B6 | <i>Menunggu datangnya tenaga kerja ke lokasi proyek</i>  |   |   |   |   |   |   |   | 3.38 |      |   |   |   |   |   |   |   |   | 3.75 |
| 26 | Menunggu datangnya tenaga kerja  | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4    | 3.38 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3.75 |

Lampiran 3 (lanjutan)

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  |      |  |  |      |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|------|--|--|------|
| <b>C. OVERPRODUCTION</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2.88 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 3.63 |  |  |      |
| 1  | Melakukan pekerjaan diluar instruksi (melebihi permintaan)                              | 2 | 5 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 |  |  |      | 2.88 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| 2  | Penghamburan material/ bahan mentah (pipa, kabel, semen, tanah, dll)                    | 3 | 4 | 1 | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 |  |  |      | 2.88 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| 3  | Terjadi penumpukan alat dan material di lokasi proyek                                   | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2 |  |  |      | 2.88 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| <b>D. INAPPROPRIATE PROCESSING</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 3.09 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 3.88 |  |  |      |
| 1  | Proses kerja menggunakan alat/tools yang tidak sesuai kapasitas                         | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 |  |  |      | 3.13 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |  |      |  |  | 4.13 |
| 2  | Ketidaksesuaian antara prosedur kerja dan aplikasi di lapangan                          | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 |  |  |      | 3.38 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 |  |      |  |  | 4.38 |
| 3  | Proses kerja terlalu banyak menggunakan resources / tidak efisien                       | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 |  |  |      | 2.88 | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.38 |
| 4  | Inspeksi tidak berjalan optimal (HSEQ inspection, general inspection)                   | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 |  |  |      | 3.00 | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| <b>E. EXCESSIVE TRANSPORTATION</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2.84 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 3.50 |  |  |      |
| 1  | Lokasi storage pipa dengan proyek jauh  | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 |  |  |      | 2.38 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| 2  | Lokasi storage lebih dari satu tempat   | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 |  |  |      | 3.25 | 4 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |  |      |  |  | 3.38 |
| 3  | Lokasi proyek berpindah-pindah  | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 | 1 | 4 |  |  |      | 3.00 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| 4  | Handling pipa/material sangat complex   | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 |  |  |      | 2.75 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.38 |
| 5  | Kehilangan material di lokasi proyek  | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 |  |  |      | 3.25 | 4 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 |  |      |  |  | 4.00 |
| <b>F. UNNECESSARY INVENTORY</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2.05 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 3.34 |  |  |      |
| <i>Stock material berlebihan (overstock)</i>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 2.23 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 3.25 |  |  |      |
| 1  | Stock material pipa berlebih  | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 |  |  |      | 3.63 | 4 | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 4.00 |
| 2  | Stock material valve/fitting berlebih   | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 |  |  |      | 2.88 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| 3  | Stock material mechanical berlebih (launcher, receiver, pompa, tangki, compressor)      | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |  |  |      | 1.38 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.25 |
| 4  | Stock material electrical berlebih (MCC, switchgear, cable, lighting system)            | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 |  |  |      | 2.00 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.13 |
| 5  | Stock material instrument berlebih (metering system, field instrument)                  | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |  |  |      | 1.88 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.00 |
| 6  | Stock material telekomunikasi berlebih (SCADA system, hardware, software)               | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |  |  |      | 1.75 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.00 |
| 7  | Stock material civil berlebih (fabrication)   | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |  |  |      | 2.63 | 3 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.13 |
| 8  | Stock material HSE berlebih (fabrication)   | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |  |  |      | 1.75 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 |  |      |  |  | 2.88 |
| <i>Kesalahan pemesanan material (spesifikasi tidak sesuai dengan kebutuhan proyek)</i> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 1.86 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 3.44 |  |  |      |
| 1  | Kesalahan pemesanan material pipa   | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 |  |  |      | 1.75 | 5 | 2 | 5 | 1 | 3 | 5 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.63 |
| 2  | Kesalahan pemesanan material valve/fitting  | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |  |  |      | 2.13 | 5 | 4 | 4 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.88 |
| 3  | Kesalahan pemesanan material mechanical (launcher, receiver, pompa, tangki, compressor) | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |  |  |      | 2.13 | 5 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.88 |
| 4  | Kesalahan pemesanan material electrical (MCC, switchgear, cable, lighting system)       | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |  |  |      | 1.63 | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.50 |
| 5  | Kesalahan pemesanan material instrument (metering system, field instrument)             | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |  |  |      | 1.63 | 5 | 2 | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.50 |
| 6  | Kesalahan pemesanan material telekomunikasi (SCADA system, hardware, software)          | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |  |  |      | 1.88 | 3 | 2 | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.25 |
| 7  | Kesalahan pemesanan material civil (fabrication)  | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |  |  |      | 2.00 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 |  |      |  |  | 3.00 |
| 8  | Kesalahan pemesanan HSE (fabrication)   | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |  |  |      | 1.75 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 |  |      |  |  | 2.88 |
| <b>G. UNNECESSARY MOTION</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | 3.75 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |  | 4.08 |  |  |      |
| 1  | Tenaga kerja banyak membuang2 waktu (me rokok, bersantai-santai, dll)                   | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 |  |  |      | 3.88 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 |  |      |  |  | 4.25 |
| 2  | Tenaga kerja lambat/tidak efektif   | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 |  |  |      | 3.63 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 |  |      |  |  | 4.00 |
| 3  | Tata letak/layout proyek tidak baik   | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |  |  |      | 3.75 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |  |      |  |  | 4.00 |

Lampiran 4

Perhitungan VALSAT

| No           | Waste                            | Mean | PAM           | SCRM         | PVF          | QFM         | DAM          | DPA          | PSM         |
|--------------|----------------------------------|------|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 1            | <i>Overproduction</i>            | 2.88 | 2.88          | 8.63         | -            | 2.88        | 8.63         | 8.63         | -           |
| 2            | <i>Waiting</i>                   | 3.20 | 28.83         | 28.83        | 3.20         | -           | 9.61         | 9.61         | -           |
| 3            | <i>Excessive Transportation</i>  | 2.84 | 25.59         | -            | -            | -           | -            | -            | 2.84        |
| 4            | <i>In-appropriate Processing</i> | 3.09 | 27.84         | -            | 9.28         | 3.09        | -            | 3.09         | -           |
| 5            | <i>Unnecessary Inventory</i>     | 2.05 | 6.14          | 18.42        | 6.14         | -           | 18.42        | 6.14         | -           |
| 6            | <i>Unnecessary Motion</i>        | 3.75 | 33.75         | 3.75         | -            | -           | -            | -            | 3.75        |
| 7            | <i>Defect</i>                    | 2.50 | 2.50          | -            | -            | -           | -            | -            | -           |
| <b>Score</b> |                                  |      | <b>127.53</b> | <b>59.63</b> | <b>18.63</b> | <b>5.97</b> | <b>36.66</b> | <b>27.47</b> | <b>6.59</b> |



Lampiran 5

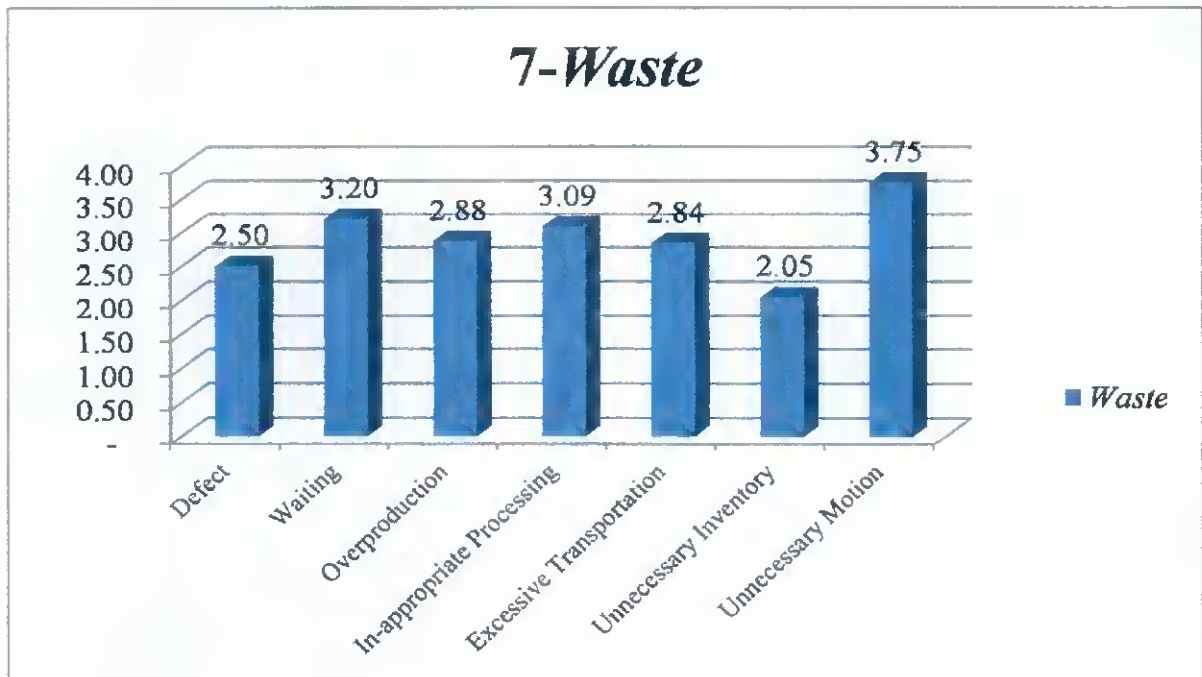
*Process Activity Mapping (berdasarkan PMS Project)*

| No | AKTIVITAS  | Waktu (days) | O | T | I | S | D | Kategori |
|----|--|--------------|---|---|---|---|---|----------|
| 1  | <i>Project Pipeline</i>                              |              |   |   |   |   |   |          |
| 2  | <i>Engineering Work</i>                              |              |   |   |   |   |   |          |
| 3  | <i>Detail Engineering Design</i>                     |              |   |   |   |   |   |          |
| 4  | <i>Basic &amp; Detailed Design, Allignment Sheet</i> | 15           | O | T | I | S | D | VA       |
| 5  | <i>Pipeline IFA</i>                                  | 9            | O | T | I | S | D | VA       |
| 6  | <i>Pipeline AFC</i>                                  | 6            | O | T | I | S | D | NVA      |
| 7  | <i>Civil IFA</i>                                     | 9            | O | T | I | S | D | VA       |
| 8  | <i>Civil AFC</i>                                     | 6            | O | T | I | S | D | NVA      |
| 9  | <i>Mechanical IFA</i>                                | 9            | O | T | I | S | D | VA       |
| 10 | <i>Mechanical AFC</i>                                | 6            | O | T | I | S | D | NVA      |
| 11 | <i>Instrument IFA</i>                                | 9            | O | T | I | S | D | VA       |
| 12 | <i>Instrument AFC</i>                                | 6            | O | T | I | S | D | NVA      |
| 13 | <i>Electrical IFA</i>                                | 9            | O | T | I | S | D | VA       |
| 14 | <i>Electrical AFC</i>                                | 6            | O | T | I | S | D | NVA      |
| 15 | <i>HSE IFA</i>                                       | 9            | O | T | I | S | D | VA       |
| 16 | <i>HSE AFC</i>                                       | 6            | O | T | I | S | D | NVA      |
| 17 | <i>Operating &amp; Maintenance Manuals</i>           | 25           | O | T | I | S | D | VA       |
| 18 | <i>Hand Over Document</i>                            | 25           | O | T | I | S | D | NVA      |
|    | Total Waktu (days)                                   | 155          |   |   |   |   |   |          |

| O      |     | T     |     | I      |     | S      |     | D     |     |
|--------|-----|-------|-----|--------|-----|--------|-----|-------|-----|
| VA     | NVA | VA    | NVA | VA     | NVA | VA     | NVA | VA    | NVA |
| 15     |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
| 9      |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
|        |     |       |     |        | 6   |        |     |       |     |
| 9      |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
|        |     |       |     |        | 6   |        |     |       |     |
| 9      |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
|        |     |       |     |        | 6   |        |     |       |     |
| 9      |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
|        |     |       |     |        | 6   |        |     |       |     |
| 9      |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
|        |     |       |     |        | 6   |        |     |       |     |
| 25     |     |       |     |        |     |        |     |       |     |
|        |     |       |     |        |     |        | 25  |       |     |
| 94     |     | 0     |     | 36     |     | 25     |     | 0     |     |
| 60.65% |     | 0.00% |     | 23.23% |     | 16.13% |     | 0.00% |     |

### Lampiran 6

Penentuan *Dominant Waste* Dengan Diagram Pareto



| No | Waste                            | Freq. Mean | Efek Mean | Freq x Efek  | %              | Rangking Pareto |
|----|----------------------------------|------------|-----------|--------------|----------------|-----------------|
|    |                                  | a          | b         | c = axb      | d = c/Σc       |                 |
| 1  | <i>Defect</i>                    | 2.50       | 3.41      | 8.52         | 11.32%         | 6               |
| 2  | <i>Waiting</i>                   | 3.20       | 3.81      | 12.19        | 16.21%         | 2               |
| 3  | <i>Overproduction</i>            | 2.88       | 3.63      | 10.42        | 13.85%         | 4               |
| 4  | <i>In-appropriate Processing</i> | 3.09       | 3.88      | 11.99        | 15.94%         | 3               |
| 5  | <i>Excessive Transportation</i>  | 2.84       | 3.50      | 9.95         | 13.23%         | 5               |
| 6  | <i>Unnecessary Inventory</i>     | 2.05       | 3.34      | 6.84         | 9.10%          | 7               |
| 7  | <i>Unnecessary Motion</i>        | 3.75       | 4.08      | 15.31        | 20.35%         | 1               |
|    | <b>Total</b>                     |            |           | <b>75.23</b> | <b>100.00%</b> |                 |

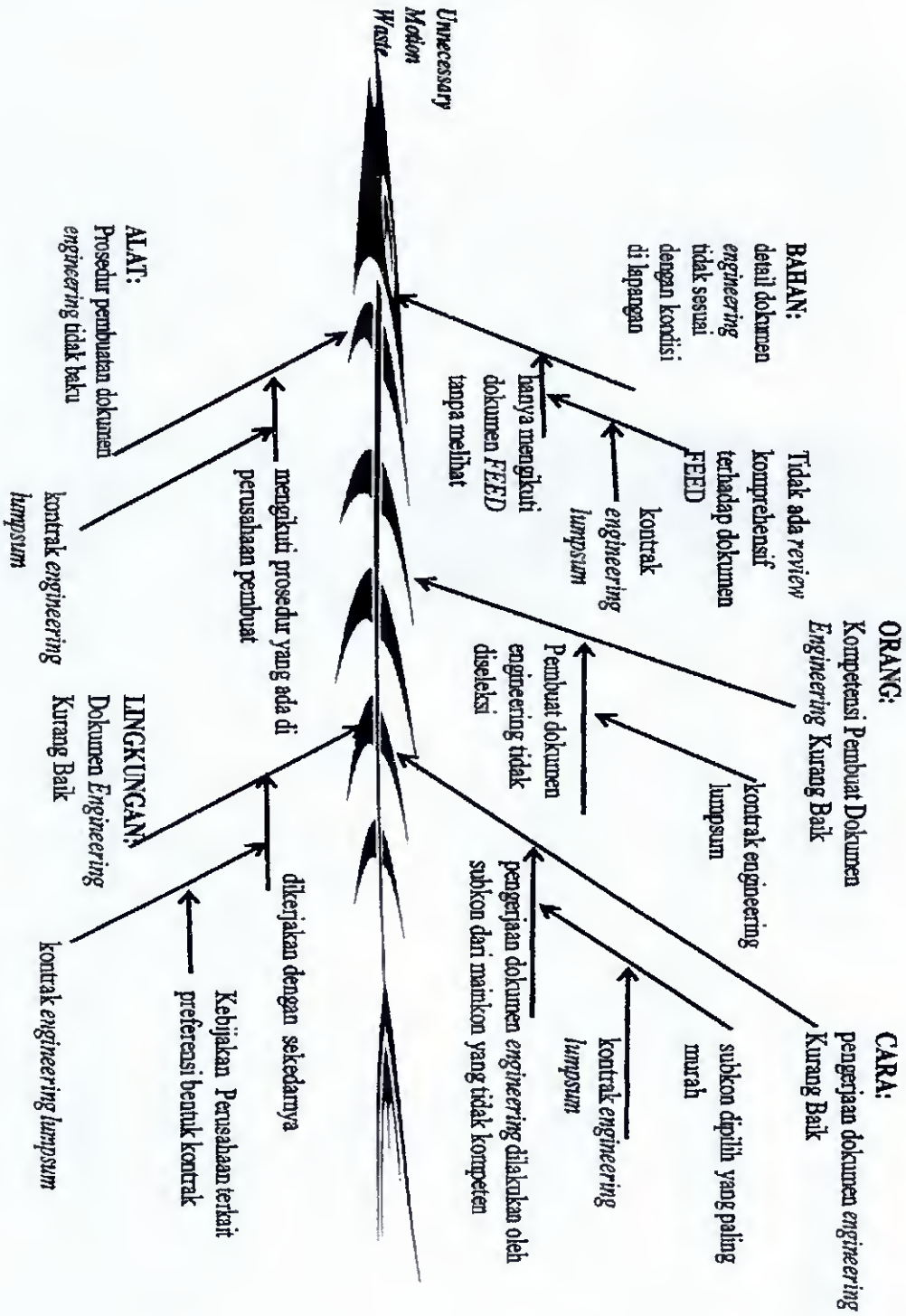
#### Lampiran 7

#### *Rule Of Thumb* Penilaian Kualitas Dokumen *Engineering* Berdasarkan Brainstorming

| Kategori      | Simbol | Bobot | Nilai Amandemen | Dampak                           |
|---------------|--------|-------|-----------------|----------------------------------|
| Sangat Baik   | SB     | 5     | (0% < a ≤ 2.5%) | Waktu & Biaya Insignificant      |
| Baik          | B      | 4     | (2.5% < a ≤ 5%) | Waktu Insignificant, Biaya Minor |
| Cukup         | C      | 3     | (5% < a ≤ 10%)  | Waktu & Biaya Minor              |
| Kurang        | K      | 2     | (10% < p ≤ 20%) | Waktu Minor-Major & Biaya Major  |
| Sangat Kurang | SK     | 1     | (a > 20%)       | Waktu & Biaya Major              |

Lampiran 8

Analisa Diagram Tulang Ikan



## Lampiran 9

### Kriteria Penilaian Resiko Proyek

| Probabilitas (p) | Bobot | Deskripsi              | Dampak        | Bobot | Deskripsi  |
|------------------|-------|------------------------|---------------|-------|--|
| Rare             | 1     | $(0% < p \leq 10\%)$   | Insignificant | 1     | Tidak ada dampak, kerugian keuangan tidak berarti                          |
| Unlikely         | 2     | $(10% < p \leq 30\%)$  | Minor         | 2     | Perlu penanganan, langsung di tempat, kerugian menjadi overhead            |
| Moderate         | 3     | $(30% < p \leq 50\%)$  | Moderate      | 3     | Perlu ditangani oleh manajer perencanaan, kerugian cukup berarti           |
| Likely           | 4     | $(50% < p \leq 80\%)$  | Major         | 4     | Adanya kegagalan, produktivitas menurun, kerugian keuangan                 |
| Almost Certain   | 5     | $(80% < p \leq 100\%)$ | Catastrophic  | 5     | Kesalahan berdampak pada lainnya, perlu penanganan oleh pemimpin, kerugian |

## Lampiran 10

Penilaian Resiko *Expert* No.1

| No | Resiko  | Probabilitas | Dampak | Nilai Resiko |
|----|---|--------------|--------|--------------|
| 1  | Perubahan filosofi desain operasi   | 2            | 4      | 8            |
| 2  | Kesalahan filosofi desain operasi   | 2            | 4      | 8            |
| 3  | Kesalahan perhitungan desain  | 3            | 3      | 9            |
| 4  | Desain tidak <i>applicable</i> di lapangan                                  | 3            | 3      | 9            |
| 5  | Sub-Contractor yang dipilih kurang kompeten (engineering)                   | 4            | 4      | 16           |
| 6  | Material peralatan sulit didapatkan sesuai tenggat waktu                    | 3            | 3      | 9            |
| 7  | Kerusakan kehilangan material peralatan (pengiriman)                        | 3            | 3      | 9            |
| 8  | Keterlambatan material peralatan onsite                                     | 4            | 3      | 12           |
| 9  | Kerusakan kehilangan material peralatan (penyimpanan)                       | 3            | 3      | 9            |
| 10 | Lokasi penyimpanan material peralatan kurang bagus menambah waktu mob demob | 3            | 2      | 6            |
| 11 | Sub – Contractor yang dipilih kurang kompeten (kontruksi)                   | 4            | 4      | 16           |
| 12 | Kecelakaan kerja  | 2            | 4      | 8            |
| 13 | Kurang tersedianya sumber daya  | 4            | 3      | 12           |
| 14 | Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi                             | 4            | 3      | 12           |
| 15 | Cuaca yang tidak mendukung  | 3            | 3      | 9            |
| 16 | Gangguan kamtibmas  | 3            | 4      | 12           |
| 17 | Perubahan aturan arahan pemerintah  | 2            | 4      | 8            |

Lampiran 11

Penilaian Resiko *Expert* No. 2

| No | Resiko  | Probabilitas | Dampak | Nilai Resiko |
|----|---|--------------|--------|--------------|
| 1  | Perubahan filosofi desain operasi   | 3            | 4      | 12           |
| 2  | Kesalahan filosofi desain operasi   | 2            | 5      | 10           |
| 3  | Kesalahan perhitungan desain  | 3            | 4      | 12           |
| 4  | Desain tidak <i>applicable</i> di lapangan                                  | 2            | 4      | 8            |
| 5  | Sub-Contractor yang dipilih kurang kompeten (engineering)                   | 4            | 4      | 16           |
| 6  | Material peralatan sulit didapatkan sesuai tenggat waktu                    | 2            | 3      | 6            |
| 7  | Kerusakan kehilangan material peralatan (pengiriman)                        | 3            | 4      | 12           |
| 8  | Keterlambatan material peralatan onsite                                     | 4            | 4      | 16           |
| 9  | Kerusakan kehilangan material peralatan (penyimpanan)                       | 2            | 4      | 8            |
| 10 | Lokasi penyimpanan material peralatan kurang bagus menambah waktu mob'demob | 2            | 3      | 6            |
| 11 | Sub - Contractor yang dipilih kurang kompeten (kontruksi)                   | 4            | 4      | 16           |
| 12 | Kecelakaan kerja  | 2            | 4      | 8            |
| 13 | Kurang tersedianya sumber daya  | 3            | 4      | 12           |
| 14 | Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi                             | 2            | 4      | 8            |
| 15 | Cuaca yang tidak mendukung  | 4            | 2      | 8            |
| 16 | Gangguan kamubmas   | 4            | 3      | 12           |
| 17 | Perubahan aturan arahan pemerintah  | 1            | 4      | 4            |

## Lampiran 12

Penilaian Resiko Berdasarkan *Brainstorming*

| No | Resiko  | Brainstorming |   |      |
|----|---|---------------|---|------|
|    |   | P             | C | Risk |
| 1  | Perubahan filosofi desain operasi   | 3             | 4 | 12   |
| 2  | Kesalahan filosofi desain operasi   | 2             | 5 | 10   |
| 3  | Kesalahan perhitungan desain  | 3             | 4 | 12   |
| 4  | Desain tidak applicable di lapangan   | 3             | 4 | 12   |
| 5  | Sub-Contractor yang dipilih kurang kompeten (engineering)                   | 4             | 4 | 16   |
| 6  | Material/peralatan sulit didapatkan sesuai tenggat waktu                    | 3             | 3 | 9    |
| 7  | Kerusakan/kehilangan material/peralatan (pengiriman)                        | 3             | 4 | 12   |
| 8  | Keterlambatan material/peralatan onsite                                     | 4             | 3 | 12   |
| 9  | Kerusakan/kehilangan material/peralatan (penyimpanan)                       | 3             | 4 | 12   |
| 10 | Lokasi penyimpanan material/peralatan kurang bagus menambah waktu mob/demob | 3             | 2 | 6    |
| 11 | Sub – Contractor yang dipilih kurang kompeten (kontruksi)                   | 4             | 4 | 16   |
| 12 | Kecelakaan kerja  | 2             | 4 | 8    |
| 13 | Kurang tersedianya sumber daya  | 4             | 4 | 16   |
| 14 | Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi                             | 4             | 4 | 16   |
| 15 | Cuaca yang tidak mendukung  | 4             | 3 | 12   |
| 16 | Gangguan kamtibmas  | 4             | 3 | 12   |
| 17 | Perubahan aturan/arahan pemerintah  | 1             | 4 | 4    |




Lampiran 13

*Risk Severity Matrix*

|                     |                  |   |                      |              |                 |              |                     |
|---------------------|------------------|---|----------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------|
| <b>Probabilitas</b> | <b>Very High</b> | 5 |                      |              |                 |              |                     |
|                     | <b>Hgh</b>       | 4 |                      |              | 8,15,16         | 5,11,13,14   |                     |
|                     | <b>Mode rate</b> | 3 |                      |              | 6               | 1,3,4,7,9    |                     |
|                     | <b>Low</b>       | 2 |                      | 10           |                 | 12           |                     |
|                     | <b>Very Low</b>  | 1 |                      |              |                 | 17           |                     |
|                     |                  |   | <i>Insignificant</i> | <i>Minor</i> | <i>Moderate</i> | <i>Major</i> | <i>Catastrophic</i> |
|                     |                  |   | 1                    | 2            | 3               | 4            | 5                   |
| <b>Dampak</b>       |                  |   |                      |              |                 |              |                     |

(halaman ini sengaja dikosongkan)



**BIODATA  
PENULIS**

## **Biodata Penulis**

Penulis bernama Taufik Widayat, lahir di Yogyakarta, 29 Januari 1981. Merupakan bungsu dari lima bersaudara anak pasangan Bapak Rismiyanto dan (Almh) Ibu Tukilah. Penulis merupakan suami dari Indah Ciptasari, saat ini dikarunia dua orang anak, Air Nugroho Atha Widayat (5) dan Annisa Mentari Salsabiila Widayat (0). Penulis menghabiskan seluruh masa pendidikan formal di Yogyakarta mulai dari jenjang taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yaitu TK Kutilang Sayidan, SD BOPKRI Bintaran (1988-1994), SMP Negeri 1 Yogyakarta (1994-1997), SMA Negeri 1 Yogyakarta (1997-2000), dan Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada (2000-2006). Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan S2 di Departemen Manajemen Teknologi, Bidang Keahlian Manajemen Industri, Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya dan meraih gelar Magister Manajemen Teknologi (M.MT) pada tahun 2019. Dari tahun 2008 sampai dengan saat ini penulis telah bekerja di salah satu anak perusahaan BUMN. Penulis bisa dihubungi melalui email: [widayat.taufik@yahoo.com](mailto:widayat.taufik@yahoo.com).

(halaman ini sengaja dikosongkan)