

**TESIS - BM185407** 

# ANALISI FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN STORAGE TANK MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS

ABDURROHMAN 09211450023018

Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Bambang Syairudin, MT

Departemen Manajemen Teknologi Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh Nopember 2020

#### LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Nama: Abdurrohman

NRP: 09211450023018

Tanggal Ujian: 9 Juli 2020

Periode Wisuda: Oktober 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing: DR. Ir. Bambang Syairudin, MT

 DR. Ir. Bambang Syairudin, MT NIP: NIP:196310081990021001

Penguji:

1. Prof.(Riset) Dr.Ir.Buana Ma'ruf, MSc,MM,MRINA NIP: 196110151987031003

2. Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Phd NIP:196902241995122001

Kepala Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

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

NIP: 196912311994121076

# ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN STORAGE TANK MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS

NamaMahasiswa : Abdurrohman

NRP : 09211450023018

Pembimbing : DR. Ir. Bambang Syairudin, MT.

#### **ABSTRAK**

Proyek Pembangunan *Storage Tank* Perusahaan Oil dan Gas Milik Negara di area Jawa Timur merupakan proyek vital yang mendukung program kehandalan operasional distribusi BBM. Namun terdapat keterlambatan dalam terhadap proress rencana sebesar 31,35%. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian penyebab keterlambatan tersebut.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi Faktor dan indikator penyebab keterlambatan proyek . Metode penelitian ini menggunakan *Fault Tree Analysis*. Fakor dan indikator merupakan input Event FTA yang kemudian diterjemahkan kedalam diagram FTA. Formulasi FTA menggunakan Boolean Aljabar dengan hasil berupa nilai probabilitas pada masing-masing Event.

Objek penelitian adalah proyek pembangunan tanki di surabaya. Item pekerjaan yang diteliti adalah pekerjaan Pondasi dengan bobot 26,50% dan Pekerjaan Konstruksi dengan bobot 36,94%.

Dari hasil penelitian ini terdapat dua indikator dengan nilai probabilitas terbesar. Pertama, Laporan Data Tanah yang tidak sesuai pada pekerjaan pondasi dengan nilai 0,968 pada wilayah *owner*. Oleh karena itu, *owner* harus lebih teliti dalam menghasilkan dokumen desain. Kedua, Kurangnya Tenaga Kerja dengan nilai Probabilitas 0,912 pada pekerjaan konstruksi diwilayah Kontraktor. pada kasus ini kontraktor harus memastikan tenaga kerjanya sesuai dengan kualifikasi yang disyaratkan. Khususnya pada sertifikasi *Welder*.

Kata kunci: Storage tank, faktor keterlambatan, Fault Tree Analysis

" Halaman ini sengaja dikosongkan"

# ANALYSIS OF FACTORS CAUSING THE DELAY OF THE STORAGE TANK PROJECT USING FAULT TREE ANALYSIS

Name of Student : Abdurrohman

Student of Badge : 09211450023018

Supervisor : DR. Ir. Bambang Syairudin, MT.

#### **ABSTRACT**

The State-owned Oil and Gas Storage Tank Storage Project in the East Java area is a vital project that supports the operational reliability of the BBM distribution program. However, there was a delay in the processing plan of 31.35%. Therefore, research is needed to cause the delay.

This study aims to identify the factors and indicators causing project delays. This research method uses Fault Tree Analysis. Factors and indicators are input for FTA events which are then translated into FTA diagrams. The FTA formulation uses Boolean Algebra with the results in the form of probability values at each Event..

The object of research is the tank construction project in Surabaya. The work items studied are Foundation work with a weight of 26.50% and Construction Work with a weight of 36.94%.

From the results of this study there are two indicators with the largest probability values. First, the Land Data Report is not suitable for foundation work with a value of 0.968 in the owner's area. Therefore, the owner must be more careful in producing design documents. Second, the lack of labor with a probability value of 0.912 in construction work in the Contractor's area. in this case the contractor must ensure that the workforce meets the required qualifications. Especially in Welder certification.

Keywords: Storage tank, Delay factors, Fault Tree Analysis

" Halaman ini sengaja dikosongkan"

#### KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala atas segala kasih saying dan pertolongan-Nya, sehingga dapat diselesaikannya tesis yang berjudul "Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Storage Tank Menggunakan Fault Tree Analysis". Tesis ini sebagai Bentuk bagian dari tugas akhir dalam menyelesaikan program Magister Manajemen Teknologi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada bidang keahlian Manajemen Proyek

Dalam penyelesaian tugas tesis ini, Banyak pihak yang memberikan kontribusi kepada penulis berupa waktu serta bimbingan. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

- 1. Dr. Ir Bambang Syairudin, MT selaku dosen pembimbing. Beliau selalu menyempatkan waktu dan pikiran demi keberhasilan penelitian ini. Nasehat, arahan, saran serta kritik beliau sangat bermanfaat agar penelitian ini terarah dengan baik.
- 2. Bapak Teguh Setiawan, ST selaku penanggung Jawab Proyek pembangunan tanki. Terimakasih telah bersedia membagi data dan waktu Interview untuk penyelesaian Tesis ini. Sehingga Tesis ini dapat di verifikasi dengan baik
- 3. Moh. Muchlis, Amd selaku Supervisor Pelaksana Pekerjaan Pembangunan Tanki. Terimakasih atas bantuannya dalam memperoleh data serta Diskusi untuk penyelsaian tesis ini.
- 4. Prof.(Riset) Dr.Ir.Buana Ma'ruf, MSc,MM,MRINA dan Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Phd sebagai Dosen Penguji. Terimakasih atas arahan serta nasehat agar tesis ini bisa lebih menarik untuk dibaca.
- 5. Pihak Perusahan *Owner* maupun Kontraktor yang telah bersedia mengisi kuisioner dengan sangat baik dan terkonfirmasi.
- 6. Kelurga penulis yang selalu memberi dukungan dan doa pada setiap proses pembuatan tesis ini.
- 7. Para Staff MMT-ITS yang selalu sabar dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian.
- 8. Teman teman penulis yang selalu memberi nasihat serta menghibur penulis jika menemui kesulitan dalam penelitian ini.

Penuliis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penelitian ini. Untuk kritik dan saran akan sangat membantu agar tesis ini menjadi lebih baik.

Surabaya, 28 Juli 2020

**Penulis** 

Abdurrohman

" Halaman ini sengaja dikosongkan"

## **DAFTAR ISI**

| ABSTRAK               |                                     | i   |
|-----------------------|-------------------------------------|-----|
| ABSTRACT              |                                     | iii |
| KATA PENGANTAR        |                                     | v   |
| DAFTAR ISI            |                                     | vi  |
| DAFTAR TABEL          |                                     | Xi  |
| DAFTAR GAMBAR         |                                     | xii |
| BAB 1 PENDAHULUA      | N                                   | 1   |
| 1.1. Latar belakang.  |                                     | 1   |
| 1.2. Rumusan Masal    | ah                                  | 3   |
| 1.3. Tujuan Penelitia | ın                                  | 3   |
| 1.4. Manfaat Penelit  | ian                                 | 3   |
| 1.5. Ruang Lingkup    | Penelitian                          | 4   |
| 1.5.1. Batasan        |                                     | 4   |
| BAB II TINJAUAN PU    | STAKA                               | 5   |
| 2.1. Tinjauan Praktis | S                                   | 5   |
| 2.2. Pengertian proye | ek                                  | 11  |
| 2.3. Manajemen wak    | ctu                                 | 11  |
| 2.4. Keterlambatan p  | oroyek                              | 12  |
| 2.5. Risiko           |                                     | 13  |
| 2.5.1. Tahapan Man    | ajemen Resiko                       | 13  |
| 2.6. Fault Tree Anal  | ysis (FTA)                          | 15  |
| 2.6.1. Simbol – Sim   | bol dalam FTA (Fault Tree Analysis) | 16  |
| 2.7. Penelitian Terda | hulu Menggunakan Metode FTA         | 19  |
| 2.8. Proyek Konstrul  | ksi Fasilitas Minyak dan Gas        | 20  |
| 2.9. Penyebab keterl  | ambatan pada proyek                 | 20  |

| 2.9     | .1.  | Personal/Tenaga Kerja                  | 21 |
|---------|------|--|----|
| 2.9     | .2.  | Material                               | 21 |
| 2.9     | .3.  | Peralatan Kerja                        | 22 |
| 2.9     | .4.  | Eksternal                              | 22 |
| 2.9     | .5.  | Project Related                        | 23 |
| 2.9     | .6.  | Kontrak                                | 23 |
| 2.9     | .7.  | Site Related                           | 24 |
| 2.9     | .8.  | Komunikasi                             | 24 |
| 2.9     | .9.  | Keuangan                               | 25 |
| 2.9     | .10. | Desain                                 | 25 |
| 2.9     | .11. | Unsur Management                       | 33 |
| 2.10.   | P    | engaruh keterlambatan pada proyek      | 34 |
| 2.11.   | P    | osisi penelitian                       | 35 |
| BAB III | ME'  | TODOLOGI PENELITIAN                    | 37 |
| 3.1.    | Tah  | ap Pendahuluan                         | 37 |
| 3.2.    | Tah  | ap Identifikasi Faktor Keterlambatan   | 38 |
| 3.3.    | Fak  | tor dan Indikator yang akan di usulkan | 40 |
| 3.4.    | Jeni | is Penelitian                          | 45 |
| 3.5.    | Pop  | pulasi & Sample                        | 45 |
| BAB IV  | DIA  | AGRAM FAULT TREE ANALISYS              | 47 |
| 4.1.    | Um   | um                                     | 47 |
| 4.2.    | Pek  | erjaan Pondasi                         | 47 |
| 4.3.    | Pek  | erjaan Konstruksi                      | 53 |
| 4.4.    | For  | mula Fault tree Analysis               | 59 |
| 4.5.    | Kue  | esioner                                | 60 |
| BAR V   | FAI  | ILT TREE ANALYSIS                      | 63 |

|    | 5.1.  | Nilai Probabilitas        | 63 |
|----|-------|---------------------------|----|
|    | 5.2.  | Hasil Fault Tree Analysis | 68 |
|    | 5.3.  | Pembahasan dan Diskusi    | 73 |
| BA | AB VI | KESIMPULAN DAN SARAN      | 75 |
|    | 6.1.  | Kesimpulan                | 75 |
|    | 6.3.  | Saran                     | 76 |
| D۵ | AFTAI | R PUSTAKA                 | 77 |
| LA | AMPIR | RAN                       | 81 |

" Halaman ini sengaja dikosongkan"

## DAFTAR TABEL

| Tabel 2- 1. Milestone dan deskripsi pekerjaan                                      |
|--|
| Tabel 2- 2. Simbol Event Fault Tree Analysis                                       |
| Tabel 2- 3. Simbol Gate Fault Tree Analysis  |
| Tabel 2- 4. Penelitian Terdahulu menggunakan Metode Fault Tree Analysis 19         |
| Tabel 2- 5. Hasil studi literatur pada penelitian terdahulu berupa faktor - faktor |
| penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi                                      |
| Tabel 2- 6. Faktor dan indikator keterlambatan proyek hasil studi literatur        |
| terdahulu  |
| Tabel 2-7. Teknik penelitian terdahulu dalam mengidentifikasi faktor               |
| keterlambatan proyek   |
| Tabel 3- 1. Faktor dan indicator yang diusulkan pada Pekerjaan Pondasi             |
| Tabel 3- 2. Faktor dan indicator yang diusulkan pada Pekerjaan Konstruksi 43       |
| Tabel 4- 1. Penjelasan code dan event pada diagram FTA pekerjaan Pondasi 48        |
| Tabel 4- 2. Penjelasan code dan event pada diagram FTA pekerjaan konstruksi. 54    |
| Tabel 4- 3. Format Kuisioner Pembangunan Tanki Timbun Pekerjaan Pondasi dan        |
| Pekerjaan Konstruksi   |
| Tabel 5- 1. Tabel Nilai Probabilitas Basic Event Pekerjaan Pondasi                 |
| Tabel 5- 2. Nilai Probabilitas Basic Event Pekerjaan Konstruksi                    |
| Tabel 5- 3. Nilai Probabilitas Intermediate Event (Indikator) Pekerjaan Pondasi 65 |
| Tabel 5- 4. Nilai Probabilitas Intermediate Event (indicator) Pekerjaan Konstruksi |
|  |
| Tabel 5- 5. Nilai Probabilitas Intermediate Event (Faktor) Pekerjaan Konstruksi 67 |
| Tabel 5- 6. Nilai Probabilitas Intermediate Event (Faktor) Pekerjaan Pondasi 67    |
| Tabel 5-7. Hasil Verifikasi Hasil terhadap kejadian di proyek Storage Tank 68      |
| Tabel 5- 8. Tabel upaya mitigasi resiko keterlambatan 72.                          |

" Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar 1-1. Grafik Performance Reability & Construction PT. Pertamin  | a MOR |
|---|-------|
| V   | 2     |
| Gambar 2- 1. Alur Distribusi Bahan Bakar                              | 5     |
| Gambar 2- 2. Business Process Pembangunan Tangki Timbun               | 7     |
| Gambar 2- 3. Kurva S progress pekerjaan                               | 8     |
| Gambar 2- 4. Risk Management Process Overview I (A Risk Practitioners | Guide |
|   | 14    |
| Gambar 2- 5. Kesesuian Unsur Manajemen Terhadap Faktor Penyebab       |       |
| Keterlambatan.  | 34    |
| Gambar 3- 1. Flow Chart tahap pendahuluan                             | 38    |
| Gambar 3- 2. Flowchart tahap identifikasi faktor keterlambatan        | 39    |
| Gambar 4- 2. Diagram Fault Tree Analisys Untuk pekerjaan Pondasi      | 48    |
| Gambar 4- 3. Diagram Fault Tree Analisys Untuk pekerjaan Pondasi      | 54    |

" Halaman ini Sengaja Dikosongkan "

#### BAB 1

#### **PENDAHULUAN**

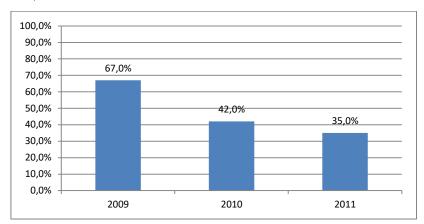
#### 1.1. Latar belakang

Pembangunan Tanki Timbun merupakan salah satu proyek yang memiliki tingkat kesulitan yang sangat kompleks. Disamping itu, penyelesaian dalam pengerjaan proyek tersebut selalu dipantau. Keterlambatan dalam penyelesaian akan sangat berdampak dalam alur distribusi Bahan Bakar Minyak di perusahan tersebut. Oleh karena itu, dalam proyek pembangunan tanki timbun ini memerlukan ketepatan waktu dalam penyelesaiaanya. Tetapi pada faktanya, espektasi ketepatan waktu ini sangat tidak sesuai. Hal ini dapat mempengaruhi fasilitas lain yang sudah direncakan akan terintegrasi dengan tanki tersebut dan akan berdampak kerugian yang sangat besar.

Diberbagai Negara, keterlambatan waktu adalah suatu masalah yang sering kali dialami dalam melaksanakan proyek. Di India ditemukan rata-rata melebihi 55% dari waktu penyelesaian pelaksanaan proyek (Doloi et al, 2012), sedangkan di Libya diperlukan waktu tambahan untuk penyelesaian proyek selam 40 - 46 hari, dan di Inggris tambahan waktu mencapai 34 – 38 hari (Shebob et al, 2012). di Saudi Arabia keterlambatan proyek rata – rata mencapai 10% - 30% dari waktu pelaksanaan (Assaf dan Al Heiji, 2006). Sedangkan konstruksi pada bidang minyak dan gas keterlambatan pelaksanaan dapat mencapai 5% - 20% dari durasi pekerjaan (Salama et al, 2008). Ruqaishi dan Bashir (2013) menyatakan bahwa keterlambatan waktu penyelesaian proyek merupakan permasalahan yang umum yang terjadi di dunia konstruksi secara global.

Keterlambatan waktu penyelesaian proyek merupakan suatu indikator ketidakberhasilan dari proyek yang langsung memiliki dampak negatif kepada proyek tersebut, keterlambatan dari suatu proyek berdampak dari penambahan durasi pekerjaan dan memungkinkan adanya penambahan terhadap sejumlah biaya (Hamzah et al, 2011). Menyelesaikan proyek secara tepat waktu merupakan suatu keefisienan dari pengelolaan proyek, namun dalam sebuah proses konstruksi hal tersebut dipengaruhi oleh banyak variable dan faktor yang tidak dapat diperkirakan (Assaf dan Al Heiji, 2006). Pemahaman yang dilakukan secara

komprehensif dengan mengukur faktor dari penyebab keterlambatan sebuah proyek dapat menghindari timbulnya permasalahan pada proyek (Toor dan Ogunlana, 2008).



Gambar 1- 1. Grafik *Performance Reability & Construction* PT. Pertamina MOR V (Sumber : Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIX Halaman B-2-1)

Menurut Ardiansyah (2014), faktor dominan keterlambatan proyek diakibatkan kurangnya tenaga kerja di daerah bali dan nusa tenggara dengan probabilitas 91,58%.

Disamping itu, faktor Desain juga menjadi salah satu faktor dominan dengan probabilitas 87,80%. untuk mengatasi hal tersebut, perusahaan menetapkan desain acuan untuk proyek pembangunan tanki timbun. Desain tersebut mencakup beberapa variable tanki yaitu tanki dengan kapasitas 500 kl sampai dengan tanki kapasitas 20.000 kl. Pembuatan desain ini bertujuan untuk menghindari keterlambatan waktu akibat desain walaupun desain pondasi masih menimbulkan beberapa perubahan sampai hasil test tanah terbaru dikeluarkan. Sedangkan kurangnya tenaga kerja dapat disuplai melalui tenaga kerja di jawa timur dengan menambah harga pada saat mobilisasi pekerja.

Meninjau dari keterlambatan proyek yang telah terjadi serta yang diprediksi akan mengalami keterlambatan tersebut, maka dilakukan pengambilan contoh proyek yang sedang berjalan untuk ditinjau dari segi risiko dan ketepatan waktu proyek tersebut. Dalam penilitian ini akan meninjau proyek "Pembangunan Tanki Bahan Bakar Minyak di surabaya" sebagai objek penelitian. Proyek ini dibangun untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan stok Bahan Bakar Minyak.

Berdasarkan buku "A Guide to the Project Management Body of Knowledge 4th edition (2008)", maka dalam penelitian ini akan dilakukan identifikasi risiko, analisis risiko, dan rencana upaya mitigasi risiko agar dapat mengurangi probabilitas terjadinya hal-hal yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek. Hal ini dilakukan agar pihak perusahaan dapat mengetahui seberapa besar resiko yang ditimbulkan serta solusi yang dapat dilakukan.

Peusahaan minyak milik negara memiliki tugas untuk memenuhi kebutuhan energi nasional hingga ke masing – masing lokasi di wilayah Indonesia. Hal tersebut membuat perusahan yang bergerak dibidang pendistribusian BBM mengalami ketidak berhasilan dalam hal pembangunan sarana dan fasilitasnya.

#### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, adapun permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut :

- 1. Apa saja Faktor penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan tanki timbun di Surabaya ?
- 2. Apa upaya pencegahan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya Resiko keterlambatan pada proyek pembangunan tangki timbun di Surabaya?

#### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- 1. Menganalisa faktor penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan tanki timbun di Surabaya dengan Fault Tree Analisis
- 2. Melakukan upaya pencegahan resiko keterlambatan penyelesaian proyek pembangunan timbun di Surabaya

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

 Bagi bidang akademik dapat digunakan sebagai referensi untuk identifikasi resiko yang berkaitan dengan keterlambatan pembangunan fasilitas oil dan gas  Bagi pihak Owner dan kontraktor dapat digunakan sebagai referensi untuk melakukan mitigasi resiko yang tepat dan cepat. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mengurangi resiko keterlambatan dari proses pembangunan proyek yang berkaitan dengan pembangunan tanki.

#### 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

#### **1.5.1.** Batasan

Batasan yang diberikan pada penelitian ini adalah :

- Penelitian ini akan dilakukan pada lingkungan wilayah kerja
   Perusahaan Oil dan Gas Milik Negara
- 2. Penelitian ini tidak meninjau perhitungan serta analisa teknis konstruksi tanki
- 3. Proses manajemen risiko yang dilakukan pada penelitian ini merupakan manajemen risiko pada level proyek.
- 4. Tidak meninjau metode percepatan yang dilakukan setelah munculnya surat peringatan oleh owner.
- 5. Jenis pekerjaan yang diteliti adalah pekerjaan dengan bobot pekerjaan yang besar secara anggaran biaya. Yaitu pekerjaan pondasi dan pekerjaan konstruksi baja.

#### 1.5.2. Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tidak terjadi perubahan struktur organisasi, visi dan misi (khususnya departemen terkait) dan kebijakan selama penelitian berlangsung

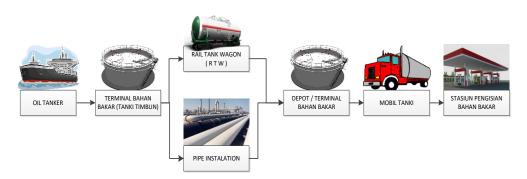
#### **BAB II**

#### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Praktis

Untuk memenuhi penelitian ini maka diperlukan Kajian Praktis mengenai informasi proyek yang akan diteliti. Berikut adalah Kajian Praktir yang telah dikumpulkan berdasarkan data dan informasi dilapangan proyek.

#### - Alur Distribusi Bahan Bakar



Gambar 2- 1. Alur Distribusi Bahan Bakar

Dari gambar diatas, Objek yang akan diteliti terletak pada Alur kedua dari keseluruhan alur distribusi. Tanki timbun ini berfungsi untuk menerima / menampung isi dari *oil tanker*. Setelah diterima di tanki timbun lalu kemudian di distribusikan melalui instalasi pipa maupun *Rail Train Wagoon* (RTW). Oleh karena itu, pekerjaan pembangunan tanki tersebut sangat diharapkan ketepatan waktunya.

#### ✓ Alur 1 Oil Tanker

Oil Tanker adalah penerimaan pernama dari sebuah bahan bakar. Oil tanker sendiri terdiri dari berbakai kapasitas. Oil tanker ini akan loading pada setiap Terminal Bahan Bakar Primer melalui dermaga yang telah terinstal sarana dan prasarananya.

#### ✓ Alur 2 Termina Bahan Bakar Primer

Terminal Bahan Bakar Primer adalah Suatu kawasan yang didalamnya terdapat objek fital nasional. Terminal bahan bakar primer ini mempunyai sarana dan fasilitas dengan kapasitas yang sangat besar. Hal ini bertujuan untuk menimbun bahan bakar sehingga dapat meningkatkan ketahanan bahan bakar dan

mendistribusikan ke terminal bahan bakar sekunder melalui Rail Tank Wagon Maupun Jalur pipa yang telah terinstal.

#### ✓ Alur 3a Rail Tank Wagon

Rail Tank Wagon merupakan salah satu saran yang digunakan untuk mendistribusikan Bahan Bakar dari Terminal Bahan Bakar Primer menuju ke Terminal Bahan Bakar Sekunder.

#### ✓ Alur 3b Jalur Pipa

Selain RTW, ada juga sarana distribusi lain yaitu dengan menggunakan jalur pipa yang telah terinstal.

#### ✓ Alur 4 Terminal Bahan Bakar Sekunder

Terminal Bahan Bakar Sekunder adalah Suatu kawasan yang didalamnya terdapat objek fital nasional. Terminal bahan bakar Sekunder ini mempunyai sarana dan fasilitas dengan kapasitas yang lebih kecil daripada Terminal Bahan Bakar Primer. Hal ini bertujuan untuk memastikan stok bahan bakar cukup untuk didistribusikan.

#### ✓ Alur 5 Mobil Tanki

Mobil tanki adalah sarana distribusi terakhir dari sarana distribusi yang ada. Mobil tanki memasok bahan bakar dari terminal bahan bakar sekunder melalui Filling Sheed. Yang selanjutnya didistribusikan menuju Stasiun Bahan Bakar.

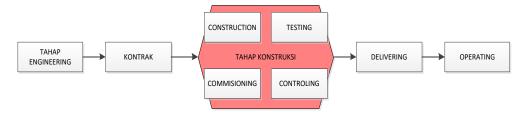
#### ✓ Alur 6 Stasiun Pengisian Bahan Bakar

Stasiun Bahan Bakar adalah tempat penyimpanan terakhir yang selajutnya didistribusikan terhadap konsumen. Didalam Stasiun ini terdapat bermacam – macam produk yang akan di jual.

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan betapa pentingnya ketepatan waktu dalam pengerjaa proyek pembangunan tanki ini. Ketika ada kendala dalam penyelesaian ini, maka akan berdampak pada ketahanan stok yang telah direncanakan. Oleh karena itu, kontraktor bertanggung jawab penuh dalam mensukseskan pembangunan tanki timbun ini.

Adapun dalam penilitian ini adalah ketidak tepatan waktu dalam penyelesaian proyek pembangunan tanki timbun tersebut. Oleh karena itu perlu dianalisa penyebab kerterlambatan dalam proyek tersebut.

#### - Business Process Pekerjaan Pembangunan Tangki Timbun



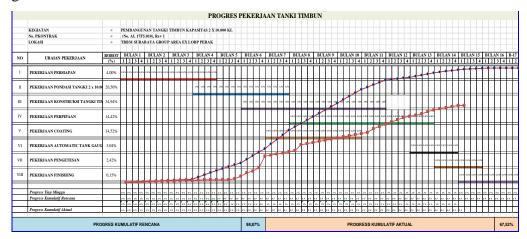
Gambar 2- 2. Business Process Pembangunan Tangki Timbun

Dalam pembangunan tanki timbun ini memiliki beberapa tahap dalam penyelesaiannya. Yaitu:

- ✓ <u>Tahap Engineering</u> merupakan tahap pembuatan *Fisibility Study* dan dokumen *Owner Estimate*
- ✓ <u>Tahap Kontrak</u> adalah sebuah persetujuan tertulis dan belandaskan hokum. Didalam kontak ini semua diatur tentang syarat syarat dan pasal pasal yang berlaku pada saat pengerjaan proyek.
- ✓ <u>Tahap konstruksi</u> adalah tahap realisasi dari tahap engineering dan datahap kontrak. Dalah tahap ini terdapat beberapa proses yang harus diperhatikan. Proses konstruksi, *Testing, Commisioning* dan *controlling*. Proses tersebut menjadi syarat untuk *Delivery* terhadap owner.
- ✓ <u>Tahap Delivery</u> adalah tahap akhir setelah tahap konstruksi dimana hasil konstruksi tersebut di terima oleh owner dan siap untuk di operasikan. Dalam tahap tahap ini terdapat jangka waktu pemeliharaan. Hal ini untuk mengantisipasi jika terjadi kerusakan fisik maupun proses. Hal apapun yang disebabkan tahap konstruksi setelah delivery pada masa pemeliharaan adalah tanggung jawab kontraktor.
- ✓ <u>Tahap Operating</u> adalah tahap dimana owner telah melakukan serah terima terhadap kontraktor. Dan hasil tersebut dapat dioperasikan sesuai fungsi yang diinginkan oleh owner

#### - Progres Pembangunan

Progres pembangunan adalah sebuah laporan prosentase dari hasil pekerjaan dilapangan. Hasil rekapiyulasi tersebut dituangkan melalui grafik dengan informasi prosentase yang telah dicapai. Dengan data tersebut. Pengawas pekerjaan dapat memonitor seberapa besar prestasi kerja dilapangan. Grafik tersebut berisikan informasi prosentase rencana dan actual yang terjadi. Berikut ditampilkan grafik melalui gambar 3.



Gambar 2-3. Kurva S progress pekerjaan

(Sumber: Data internal Kontraktor pembangunan tanki timbun)

Grafik diatas biasa disebut sebagai S-Curve. Kurva S sering di gunakan oleh kontraktor untuk mengetahui penjadwalan sebuah proyek. Bagi pengawas, Kurva ini dipakai untuk mengkoreksi perkerjaan yang tidak sesuai dengan rencana yang telah dijadwalkan.

Nilai kemajuan progress aktual sesuai dengan nilai pada surat peringatan ke satu yang diberikan owner terhadap kontraktor akibat keterlambatan yang terjadi. Surat tersebut diberikan dengan harapan adanya upaya percepatan pada proyek tersebut. Kontraktor harus merubah metode karena metode pekerjaannya dinilai sangat kurang efektif dilapangan hingga menyebabkan keterlambatan dengan devisiasi yang besar.

- Milestone Pekerjaan pembangunan Tanki Timbun

Tabel 2- 1. Milestone dan deskripsi pekerjaan

| No. | ITEM PEKERJAAN       | DESKRIPSI   |  |  |
|-----|----------------------|---|--|--|
| 1.  | Pekerjaan Persiapan  | Pekerjaan persiapan terdiri dari pelengkapan  |  |  |
|     |                      | Adimistrasi dokumen, pelengkapan  |  |  |
|     |                      | Dokumen teknis, Mobilisasi Tenaga kerja   |  |  |
|     |                      | (Serifikat – sertifikat, APD sesusai ketentuan  |  |  |
|     |                      | HSE), Pembuatan Direksi Keet, dan WPQT (  |  |  |
|     |                      | Welder Performance & Quality Test ).  |  |  |
|     |                      | Semua dokumen tersebut dapat diselesaikan   |  |  |
|     |                      | sebelum pekerjaan yang terkait dilakukan.   |  |  |
| 2.  | Pekerjaan Sipil dan  | Pekerjaan Sipil meliputi pekerjaan yang   |  |  |
|     | Pondasi Tanki        | bersangkutan dengan sarana dalam  |  |  |
|     | Timbun               | mendukung fasilitas yang akan dibangun.   |  |  |
|     |                      | Pekerjaan tersebut meliput pembangunan  |  |  |
|     |                      | bundwall yang berfungsi untuk menghalau   |  |  |
|     |                      | minyak keluar area jika terjadi tumpahan,   |  |  |
|     |                      | Pembangunan Oil Cathcer yang berfungsi  |  |  |
|     |                      | untuk menampung rembesan minyak dari  |  |  |
|     |                      | Area tangki, Pembangunan Jalan akses serta  |  |  |
|     |                      | Pipe Support.   |  |  |
|     |                      | Sedangkan Pekerjaan Pondasi Tanki Timbun  |  |  |
|     |                      | adalah bangunan bawah dari tangki timbun  |  |  |
|     |                      | itu sendiri. Pekerjaan ini memerlukan   |  |  |
|     |                      | pengawasan yang sangat ketat. Karena  |  |  |
|     |                      | dalam pekerjaannya terdapat resiko yang   |  |  |
|     |                      | sangat tinggi. Resiko terhadap kualitas   |  |  |
|     |                      | pekerjaan maupun resiko terhadap waktu  |  |  |
|     |                      | pekerjaan.  |  |  |
| 3.  | Pekerjaan Konstruksi | Perkerjaan konstruksi adalah pekerjaan Steel  |  |  |
|     | Tanki 2 x 10000 KL   | Construction yang merupakan bangunan atas   |  |  |
|     |                      | tanki timbun. Pekerjaan tersebut meliputi   |  |  |
|     |                      | pekerjaan Bottom Plate, Shell Plate, Roof   |  |  |
|     |                      | Struktur & Roof Plate. Pekerjaan tersebut   |  |  |
|     |                      | merupakan inti dari pekerjaan tanki timbun.   |  |  |
|     |                      | Pekerjaan ini juga membutuhkan ketilitian   |  |  |
|     |                      | dan berbagai test yang dilakukan. Pekerjaan   |  |  |
|     |                      | yang menimbulkan resiko paling tinggi ini   |  |  |
|     |                      | memiliki kompleksitas yang tinggi. Dalam  |  |  |
|     |                      | pelaksaannya tidak diberikan tolerasnsi   |  |  |
|     |                      | sedikitpun untuk dimensi serta kualitas   |  |  |
| 3.  | <b>J</b>             | Perkerjaan konstruksi adalah pekerjaan Steel Construction yang merupakan bangunan atas tanki timbun. Pekerjaan tersebut meliputi pekerjaan Bottom Plate, Shell Plate, Roof Struktur & Roof Plate. Pekerjaan tersebut merupakan inti dari pekerjaan tanki timbun. Pekerjaan ini juga membutuhkan ketilitian dan berbagai test yang dilakukan. Pekerjaan yang menimbulkan resiko paling tinggi ini memiliki kompleksitas yang tinggi. Dalam pelaksaannya tidak diberikan tolerasnsi |  |  |

|    |   | welding-nya.  |
|----|---|---|
| 4. | Pekerjaan Perpipaan                       | Pekerjaan pipa tersebut adalah pembuatan jalur <i>inlet</i> maupun <i>outlet</i> supaya kapasitas yang ada tertampung dapat terdistribusi dengan baik. Jalur tersebut terintegrasi terhadap jalur baru maupun terintegrasi terhadap jalur eksisting atau yang telah beroperasi sebelumnya. Panjangnya jalur tersebut serta penyesuaian terhadap geometri lahan mengakibatkan pekerjaan tersebut memerlukan penempatan jalur yang sangat matang. Pekerjan ini juga termasuk dengan beberapa aksesoris yang diperlukan. Hasil plot pemetaan jalur ini juga sering berubah seiring dengan berubahnya fungsi tanki itu sendiri. |
| 5. | Pekerjaan Coating                         | Pekerjaan coating adalah pekerjaaan proses lapisan <i>steel</i> . Pekerjaan ini meliputi <i>Coating</i> Konstruksi baja pada item pekerjaan nomor tiga dan pekerjaan pipa pada item pekerjaan nomor empat. <i>Coating</i> dalam prosesya memiliki beberapa tahap yaitu tahap persipan, cat dasar, dan lapisan luar. Tahap persiapan merupakan pekerjaan <i>sand blasting ekternal internal</i> . Cat dasar menggunakan lapisan cat <i>epoxy</i> dengan ketebalan yang telah disyaratkan. Dan lapisan luar adalah pengecatan dengan spesifikasi dan tipe cat dan warna yang telah ditentukan.                                |
| 6. | Pekerjaan Automatic<br>Tank Gauging (ATG) | Pekerjaan ini merupakan suatu alat kalibrasi dengan akurasi tinggi dan juga real time. Sehingga pekerja / petugas distribusi dapat memantau dengan akurat. <i>Automatic Tank Gauging</i> (ATG) adalah seperangkat alat elektronik yang menjadi salah satu solusi sistem pengukuran otomatis secara real time dengan sensor berakurasi tinggi. Selain itu,   |

|    |                      | ATG juga telah dilengkapi dengan Alert   |  |  |
|----|----------------------|--|--|--|
|    |                      | System yang divisualisasikan dalam       |  |  |
|    |                      | Monitoring Graphics                      |  |  |
| 7. | Pekerjaan Pengetesan | Ada beberapa pengetesan dalam            |  |  |
|    |                      | pembangunan tangki timbun. Yaitu sebagai |  |  |
|    |                      | berikut:                                 |  |  |
|    |                      | - Vacuum Test 100%                       |  |  |
|    |                      | - Penetran Test                          |  |  |
|    |                      | - Pneumatic Test                         |  |  |
|    |                      | - Radiography Test                       |  |  |
|    |                      | - Plumbness and Roundness Test           |  |  |
|    |                      | - Peaking Test and Banding Test          |  |  |
|    |                      | - Hydrostatic test                       |  |  |
|    |                      | - California Bearing Test                |  |  |
|    |                      | - PDA Test                               |  |  |
|    |                      | - Uji Tekan Beton                        |  |  |
|    |                      | - Thickness and Holiday Test             |  |  |

#### 2.2. Pengertian proyek

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesi/KBBI, pengertian proyek adalah rencana pekerjaan dengan sasaran khusus dan dengan saat penyelesaian yang tegas. Menurut PMI (2004), proyek diartikan sebagai suatu usaha yang bersifat sementara untuk menciptakan suatu produk maupun layanan yang bersifat unik. Proyek dinyatakan berakhir apabila tujuan dari proyek telah tercapai, selain itu proyek juga bersifat sementara/temporary, sehingga mempunyai kejelasan terhadap waktu pelaksanaannya, kapan harus dimulai serta kapan harus berakhir.

#### 2.3. Manajemen waktu

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesi/KBBI, pengertian waktu adalah lamanya (saat yang tertentu), sementara pengertian manajemen adalah penggunaan sumber daya secara efektif untuk mencapai sasaran. Sehingga dapat disimpulkan manajemen waktu merupakan penggunaan sumber daya secara efektif untuk mencapai sasaran dalam waktu tertentu.

Waktu adalah salah satu pertimbangan besar pada siklus hidup manajemen proyek, serta dapat dianggap sebagai salah satu parameter yang paling penting

dari keberhasilan proyek (Aziz, 2013). Pada sebuah pelaksanaan proyek dibutuhkan pengelolaan yang baik terhadap waktu pelaksanaan, PMI (2004) mendefinisikan manajemen waktu sebagai sebuah tahapan proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelaksanaan proyek secara tepat waktu. Tahapan terhadap proses tersebut berupa pendefinisian dari aktivitas, runutan aktivitas, perkiraan waktu terhadap aktivitas yang dilakukan, pengembangan penjadwalan serta pengkontrolan jadwal pelaksanaan.

#### 2.4. Keterlambatan proyek

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesi/KBBI, pengertian terlambat merupakan suatu aktivitas yang melewati dari waktu yang ditentukan. Terdapat berbagai definisi mengenai keterlambatan dari suatu proyek, menurut Trauner et al (2009) secara sederhana keterlambatan dapat diartikan sebagai waktu pelaksanaan dari proyek yang berjalan melebihi dari perencanaan. Apabila ditinjau dari pembagiannya, terdapat 3 pembagian terhadap jenis keterlambatan proyek (Hamzah et al, 2011) yaitu:

#### 1. Non-Excusable Delay

Non-excusable delay merupakan keterlambatan yang disebabkan oleh penyedia jasa.

#### 2. Excusable Delay.

Secara umum dibagi atas 2 sub-bagian kecil, pertama *excusable delay compensable* dimana didefinisikan sebagai keterlambatan yang disebabkan oleh pengguna jasa serta pihak – pihak pengguna jasa, kedua *excusable delay non-compensable* dimana didefinisikan sebagai keterlambatan yang disebabkan oleh pihak ketiga atau insiden yang terjadi diluar pengendalian dari kedua pihak.

#### 3. *Concurent Delay.*

*Concurent delay* didefinisikan sebagai keterlambatan proyek yang disebakan oleh beberapa rangkaian pekerjaan yang mengalami keterlambatan secara bersama – sama.

Pengelompokan tipe maupun bagian – bagian dari keterlambatan proyek beserta konsekuensi serta sejauh mana *compensability* serta *excusability* yang harus

ditanggung oleh pihak pengguna jasa maupun penyedia jasa sangat tergantung kepada kontrak pekerjaan (Trauner et al, 2009). Pada penelitian ini kategori keterlambatan yang diartikan adalah *Non-Excusable Delay*.

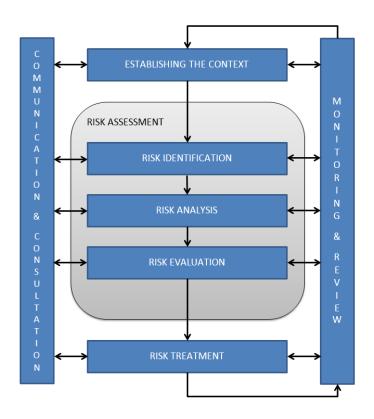
#### 2.5. Risiko

Risiko adalah probabilitas suatu kejadian yang mengakibatkan kerugian ketika kejadian tersebut terjadi selama periode tertentu (Browden et al., 2001). Risiko adalah momen atau kejadian yang apabila terjadi akan memberikan dampak pada salah satu tujuan proyek (Institute, 2000). Dalam suatu proyek, risiko adalah kesempatan terjadinya sesuatu yang berdampak pada tujuan, sehingga ada kemungkinan yang menyebabkan kerugian maupun keuntungan.

Risiko pada proyek adalah semua risiko yang mungkin berdampak pada biaya, waktu, dan kualitas dari proyek tersebut. Risiko memiliki 2 elemen, yaitu likelihood yang artinya probabilitas suatu kejadian dan consequence yang artinya dampak terjadinya kejadian tersebut (Cooper et al., 2005).

#### 2.5.1. Tahapan Manajemen Resiko

Manajemen Risiko adalah suatu proses untuk mengetahui, menganalisa serta mengendalikan risiko dalam setiap kegiatan aktivitas perusahaan yang ditujukan atau diaplikasikan untuk menuju efektivitas manajemen yang lebih tinggi dalam menangani kesempatan yang potensial dan kerugian yang timbul (A/NZS, 2004). Berikut adalah pemaparan proses manajemen risiko mulai dari tahap komunikasi awal sampai dengan tahap pengawasan:



Gambar 2- 4. Risk Management Process Overview I (A Risk Practitioners Guide to ISO 31000: 2018)

#### - Communicate and Consultation

Pada tahap komunikasi dan konsultasi ini dilakukan dengan pihak stakeholder internal dan eksternal sehingga dari proses manajemen risiko dapat memperhatikan proses secara menyeluruh.

#### - Establidhing The Context

Pada tahap ini dilakukan penetapan ruang lingkup organisasi, hubungan dengan lingkungan eksternal maupun internal, serta tujuan dan strategi organisasi tersebut. Secara umum penetapan ruang lingkup berisikan deskripsi dari perusahaan yang diamati, produk/jasa yang dihasilkan oleh perusahaan, faktor - faktor kritis yang mempengaruhi perusahaan, stakeholder terkait, dan juga criteria evaluasi risiko yang ada.

#### - Identify Risk

tahap ini dilakukan identifikasi risiko-risiko yang dihadapi dimana identifikasi tersebut dilakukan dengan membuat pertanyaan where, when, why, and how dari kejadian-kejadian yang dapat digunakan dalam tahap identifikasi ini Identifikasi dilakukan dengan metode seperti checklist, penilaian berdasarkan pengalaman, observasi, sertwa wawancara langsung dengan objek yang akan diidentifikasi. Risiko dapat diambil dari beberapa sumber, antara lain tingkah laku manusia, isu teknologi, bahaya kesehatan dan keamanan, legalisasi, kebijakan, peralatan dan perlengkapan, lingkungan, keuangan/pasar dan kejadian alam.

#### - Analyze The Risk

Pada tahapan ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu analisis risiko secara kuantitatif dan analisis risiko secara kualitatif. Analisis risiko secara kualitatif adalah proses penentuan prioritas untuk analisis atau tindakan respon dengan mengukur dan mengkombinasikan probabilitas terjadinya risiko serta dampak dari risiko tersebut (Institute, 2000). Analisis ini dinilai sebagai tahapan yang paling efektif dalam penghematan biaya dan waktu.

Prioritas risiko ini pada akhirnya dapat digunakan pula sebagai dasar dalam melakukan analisa risiko kuantitatif apabila diperlukan. Risiko dapat dianalisis menggunakan penaksiran terhadap peluang terjadinya konsekuensi jika terjadi. Ketika likelihood dan consequences telah ditetapkan, maka dilakukan evaluasi dan memprioritaskan risiko yang paling berpotensi untuk diatasi

#### 2.6. Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat top down, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar (root cause).

FTA merupakan teknik untuk mengindentifikasi kegagalan (failure) dari suatu sistem. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan "top

down approach" karena analisa ini berawal dari system level (top) dan meneruskannnya ke bawah (Priyanta,2000:112).

Fault Tree Analysis (FTA) adalah sebuah teknik untuk menghubungkan beberapa rangkaian kejadian yang menghasilkan sebuah kejadian lain.metode ini menggunakan pendekatan deduktif yang mencari penyebab dari sebuah kejadian. Metode ini dipakai untuk investigasi kecelakaan kerja itu sendiri.(katigaku.com) Fault Tree Analysis merupakan sebuah analytical tool yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari system. Teknik ini berguna mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam hsystem (Foster, 2004). FTA menggunakan 2 simbol utama yang disebut *events* dan *gates*. Ada tiga tipe event yaitu:

#### - Primary event

Primary event adalah sebuah tahap dalam proses penggunaan produk yag mungkin saat gagal. Sebagai contoh saat memasukkan kunci kedalam gembok, kunci tersebut mungkin gagaluntuk pas/sesuai dengan gembok. Primary event lebih lanjut dibagi menjadi tiga kategori yaitu:

- a. Basic event
- b. Undeveloped events
- c. External events

#### - Intermediate event

*Intermediate event* adalah hasil dari kombinasi kesalahan-kesalahan, beberapa diantaranya mungkin *primary event*. *Intermediate event* ini ditempatkan di tengah-tengah sebuah *fault tree*.

#### - Expanded Event

Expanded Event membutuhkan sebuah fault tree yang terpisah dikarenakan kompleksitasnya. Untuk fault tree yang baru ini, expanded event adalah undesired event dan diletakkan pada bagian atas fault tree.

#### 2.6.1. Simbol – Simbol dalam FTA (Fault Tree Analysis)

Fault Tree Analysis merupakan metoda yang efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. Fault Tree

Analysis mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana.

Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi. Konstruksi dari fault tree analysis meliputi gerbang logika yaitu gerbang *AND* dan gerbang *OR*. Setiap kegagalan yang terjadi dapat digambarkan ke dalam suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan mentransfer atau memindahkan komponen kegagalan ke dalam bentuk simbol (*Logic Transfer Components*) dan *Fault Tree Analysis*. Berikut adalah symbol – symbol yang digunakan serta penjelesannya:

Tabel 2- 2. Simbol Event Fault Tree Analysis

| Event Fault Tree Analysis |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|
| Primary Event Block       | Primary Event Block Classic FTA Symbol |  |  |
| Basic event               |  | Simbol ini digunakan untuk adalah kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya (batas Akhir Sebuah Kejadian) |  |
| Intermediate Event        |  | Peristiwa kesalahan yang<br>terjadi karena disebabkan<br>oleh satu atau lebih dari<br>satu penyebab                    |  |

Tabel 2- 3. Simbol Gate Fault Tree Analysis

| Fault Tree Gate Symbol |                    |  |  |  |
|------------------------|--------------------|--|--|--|
| Primary Event Block    | Classic FTA Symbol | Description  |  |  |
| AND                    | Output             | Digunakan untuk Menunjukkan kejadian Output muncul jika semua Input terjadi  |  |  |
| OR                     | Output             | Digunakan untuk menunjukkan peristiwa kesalahan yang terjadi karena disebabkan oleh satu atau lebih dari satu penyebab |  |  |

| Voting OR<br>(k-out-of-n) |  | Peristiwa eksternal yang<br>dapat diatur untuk terjadi<br>atau tidak terjadi |
|---------------------------|--|--|
|---------------------------|--|--|

#### 2.7. Penelitian Terdahulu Menggunakan Metode FTA

Penggunaan Fault Tree Analisys sering digunakan untuk mencari faktor penyebab keterlambatan dalam proyek. Faktor tersebut akan dijadikan dasar logical untuk mentukan atau membuat diagram FTA. Dalam diagram tersebut ada beberapa *event* seperti yang dijelaskan pada sub-BAB sebelumnya. Diagram tersebut dapat dikaji pada setiap *event* yang diteliti. Pada kebanyakan kasus terdahulu, peneliti lebih mengkhususkan pada *top event* dan *basic event*. Penelitian tersebut bertujuan untuk menetukan faktor terbesar yang dan *basic indicator* yang telah diteliti.

Berikut adalah beberapa penelitian tentang keterlambatan yang menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.

Tabel 2- 4. Penelitian Terdahulu menggunakan Metode Fault Tree Analysis

| No. | Judul   | Peneliti              | Deskripsi  | Hasil |
|-----|---|-----------------------|--|-------|
| 1.  | Analysis of Risk Management in Construction Sector Using Fault Tree Analysis and Failure Mode Effects Analysis            | Charan et al,<br>2019 | Mengidentifikasi<br>Faktor Resiko                    |       |
| 2.  | Fault Tree Analysis in Construction Industry for Risk Management  | Swarna et al,<br>2014 | Mengidentifikasi<br>resiko                           |       |
| 3.  | Analisa Penyebab<br>Keterlambatan Proyek<br>Pembangunan Sidoarjo<br>Town Square Menggunakan<br>Metode Fault Tree Analysis | Amalia et al,<br>2012 | Mengidentifikasi<br>Faktor Penyebab<br>Keterlambatan |       |

| (FTA) |  |  |
|-------|--|--|
|       |  |  |

Tabel diatas adalah beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan tentang keterlambatan proyek. Pada penelitian tersebut ada beberapa hal yang akan diteliti. Charan et al (2019) meneliti tentang faktor resiko yang akan terjadi. sedangkan yang lain mengindentifikasi resiko yang terjadi akibat keterlambatan, Swarna et al (2014). sedangkan Amalia et al (2012) adalah mengidentifikasi faktor penyebab serta probabilitas penyebab keterlambatan proyek.

#### 2.8. Proyek Konstruksi Fasilitas Minyak dan Gas

Proyek konstruksi pada bidang minyak dan gas secara umum bertujuan untuk menambah supply dan menggantikan fasilitas eksiting (Salama et al, 2008). Proyek konstruksi di Pertamina terdiri dari proyek konstruksi tanki timbun minyak maupun gas, proyek ini tipikal dengan proyek konstruksi pada umumnya, dengan urutan pekerjaan persiapan terhadap pondasi, pekerjaan tank errection, pengetesan, namun pekerjaan konstruksi ini lebih dominan kepada pekerjaan mekanikal. Pada pekerjaan konstruksi jalur perpipaan, sejumlah pekerjaan tipikal dengan pekerjaan konstruksi dimana urutannya berupa penggelaran jalur pipa, pengelasan joint, pengetesan, sejenis dengan pekerjaan tanki timbun, pekerjaan ini didominasi oleh pekerjaan mekanikal. Sedangkan pada pekerjaan konstruksi sistem *metering* & *custody* serta sistem perpompaan dominan kepada pekerjaan mekanikal serta equipment package. Berbeda hal dengan pekerjaan konstruksi dermaga, pada pekerjaan ini dominasi pekerjaan sipil dan mekanikal sebanding. Meninjau kepada karakteristik dari pekerjaan konstruksi pada fasilitas minyak dan gas tipikal dengan konstruksi umum, maka pada penelitian ini karekteristik tersebut dapat didekati dengan pendekatan yang sama dengan proyek konstruksi secara umum.

#### 2.9. Penyebab keterlambatan pada proyek

Keterlambatan pada suatu proyek merupakan hal yang hampir sering terjadi pada sebuah pelaksanaan proyek, penyebabnya dapat bersumber dari berbagai elemen pada proyek maupun elemen lain di luar proyek. Karakteristik dari masing – masing proyek akan menghasilkan faktor penyebab yang berbeda – beda. Melalui penelitian terdahulu pada proyek konstruksi yang mengalami keterlambatan ditemukan sejumlah faktor dominan, antara lain :

# 2.9.1. Personal/Tenaga Kerja

Personal atau tenaga kerja pada proyek adalah orang dalam bentuk individu maupun tim yang berpartisipasi aktif dalam aktivitas proyek. Jumlah maupun kompetensi tenaga kerja yang berpartisipasi dalam proyek pada suatu tahapan proyek akan sangat mempengaruhi ketepatan waktu penyelesaian proyek.

Penelitian yang dilakukan oleh Salama et al, 2008; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Kaming et al, 1997 terhadap faktor terlambatnya suatu proyek yang dikarenakan oleh faktor personal menemukan kesamaan faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi, yaitu kurangnya suplai, produktivitas, kompetensi, serta pengalaman dari tenaga kerja merupakan faktor dominan yang berkontribusi positif menyebabkan terlambatnya suatu proyek konstruksi.

#### 2.9.2. Material

Material pada proyek adalah bagian dari sumber daya yang bersifat fisik pada proyek, bentuknya berupa bahan - bahan yang digunakan untuk melakukan sejumlah aktivitas proyek. Pemenuhan kebutuhan terhadap material pada proyek konstruksi menjadi sangat utama dan penting dalam aktivitas proyek. Keterlambatan waktu proyek akibat proses penyediaan material menjadi hal yang sering ditemukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Ruqaishi dan Bashir (2013) dan Salama et al (2008) dengan area penelitian yang sama yaitu pada konstruksi fasilitas minyak dan gas menemukan adanya kesamaan faktor penyebab dominan penyelesaian proyek yaitu pada faktor yang bersumber dari material. Material yang digunakan pada suatu konstruksi fasilitas minyak dan gas umumnya memiliki proses *procurement* yang lama, yang umumnya mencapai 3 – 8 bulan untuk sebuah aktivitas pengadaan material hal ini dikarenakan sebahagian besar material yang digunakan merupakan material *import*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Salama, et al (2008) peringkat pertama faktor keterlambatan tersebut berasal

keterlambatan dalam pembelian material *long-lead*. Fallahnejad (2013) menemukan dominasi faktor material *import* pada proyek konstruksi di Mesir sebagai peringkat tertinggi menyebabkan keterlambatan. Selain itu kenaikan harga dari material berkontribusi negatif terhadap penyelesaian waktu pelaksanaan proyek secara tepat waktu (Frimpong et al, 2003; Kaming et al, 1997).

### 2.9.3. Peralatan Kerja

Peralatan kerja pada proyek adalah alat bantu yang dipergunakan untuk melakukan pekerjaan pada proyek dengan tujuan untuk mempermudah dan mempersingkat waktu pekerjaan. *Reliability* peralatan kerja yang digunakan pada suatu tahapan proyek akan sangat mempengaruhi ketepatan waktu penyelesaian proyek.

Penelitian yang dilakukan oleh Salama et al, 2008; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Kaming et al, 1997 terhadap faktor terlambatnya suatu proyek yang dikarenakan faktor peralatan kerja, menemukan kesamaan faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi, yaitu terlambatnya peralatan kerja tiba dilokasi, keterbatasan jumlah peralatan kerja, kondisi peralatan kerja yang rusak merupakan faktor dominan yang berkontribusi menyebabkan terlambatnya suatu proyek konstruksi.

## 2.9.4. Eksternal

Situasi eksternal pada proyek adalah keadaan dari lingkungan diluar lingkungan batas proyek yang mempengaruhi setiap tahapan dalam proyek.

Faktor eksternal memiliki kontribusi yang sama dalam penyelesaian suatu proyek, penelitian yang dilakukan Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Orangi et al, 2011 dan Kaming et al, 1997 menemukan kondisi cuaca berperan dalam ketepatan waktu penyelesaian proyek. Selain itu adanya perubahan peraturan oleh pemerintah yang berhubungan dengan proyek akan menyebabkan proyek terlambat (Sweis et al, 2008; Odeh dan Battaineh, 2002; Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Doloi et al, 2012). Persamaan hasil penelitian lainnya menemukan adanya permasalahan dengan penduduk sekitar merupakan bagian dari penyebab keterlambatan. Faktor keterlambatan yang ekstrim terhadap situasi pelaksanaan proyek yang ditemukan oleh Fallahnejad, 2013 yaitu adanya sejumlah pencurian di area proyek.

Permasalahan izin menyebabkan ketidaktepatan waktu pelaksaan proyek (Fallahnejad, 2013 dan Orangi et al, 2011).

# 2.9.5. Project Related

Project related adalah serangkaian aktivitas proyek yang berhubungan dengan langsung dengan sifat dan karakteristik dari proyek tersebut.

Faktor penyebab berupa keterlambatan yang berhubungan dengan *project related* berdasarkan kesamaan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ruqaishi dan Bashir, 2013; Orangi et al, 2011; Doloi et al, 2012; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh Battanieh, 2002; Kaming et al, 1997 menemukan hasil penelitian bahwa perencanaan yang kurang baik dan tidak efektif terhadap pelaksanaan proyek akan berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan proyek untuk dapat diselesaikan tepat waktu. Selain itu permasalahan dengan pihak sub-kontraktor memiliki kontribusi dominan terhadap keterlambatan (Ruqaishi dan Bashir, 2013; Orangi et al, 2011; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002 dan Toor dan Ogunlana, 2008). Kekurangan pengalaman penyedia jasa terhadap proyek yang dikerjakan memiliki kontribusi keterlambatan yang sama (Odeh dan Battaineh, 2002; Toor dan Ogunlana, 2008; Kaming et al, 1997; Sambasivan dan Soon, 2007; Alaghbari et al, 2007).

#### **2.9.6.** Kontrak

Kontrak pada proyek merupakan perjanjian yang berlandaskan hukum yang disepakati antara dua pihak yaitu penyedia jasa dan pengguna jasa yang menjelaskan hak dan kewajibannya pada setiap pelaksanaan proyek. Ketidaktepatan dalam mengimplementasikan hal – hal yang diatur pada kontrak dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek.

Penelitian yang dilakukan Assaf dan Al Heiji, 2006; Sambasivan dan Soon, 2007; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sweis et al 2008 dan Fallahnejad, 2013 menemukan perubahan – perubahan pada dokumen kontrak berupa volume pekerjaan dalam bentuk *change* dan *variation order* akan sangat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek. Selain itu faktor dominan lainnya berhubungan dengan kontrak yaitu kondisi kontrak yang tidak standar, faktor ini didukung oleh

hasil penelitian yang ditemukan oleh Doloi et al, 2012 bahwa adanya hubungan kontrak yang tidak standar dengan ketepatan waktu penyelesaian proyek.

## 2.9.7. Site Related

Site Related pada proyek adalah keadaan dan situasi dari lokasi dimana proyek akan dilaksanakan yang berhubungan dengan setiap tahapan proyek. Keadaan dari lapangan akan menentukan keberlangsungan proses eksekusi proyek serta banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.

Penelitian yang dilakukan oleh Sambasivan dan Soon, 2007; Ruqaishi dan Bashir, 2013; Orangi et al, 2011; Alaghbari et al, 2007; Le-Hoai et al, 2008 menemukan persamaan hasil penelitian terhadap faktor dominan yaitu buruknya pengelolaan lapangan serta supervisi lapangan mempunyai kontribusi besar bagi waktu pelaksanaan proyek, Ruqaishi dan Bashir, 2013 serta Le-Hoai et, 2008 memberikan faktor ini pada peringkat pertama penyebab keterlambatan.

#### 2.9.8. Komunikasi

Komunikasi pada proyek adalah suatu proses pertukaran informasi proyek antara para pihak dengan menggunakan suatu media tertentu, dimana dalam proses komunikasi pesan yang disampaikan harus dapat dengan jelas untuk dipahami oleh tim proyek. Proses komunikasi yang baik maupun buruk akan mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek.

Penelitian yang dilakukan Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Orangi et al, 2011; dan Doloi et al, 2012 menemukan buruknya komunikasi yang dilakukan oleh para pihak dalam suatu proyek akan mengakibatkan proyek tersebut terlambat. Mengkordinasikan seluruh elemen proyek melalui sebuah komunikasi akan sangat menentukan penyelesaian proyek, hal ini sesuai dengan penelitian Doloi et al, 2012 menemukan dua faktor dominan penyebab keterlambatan proyek berupa kurangnya komunikasi dan koordinasi yang buruk di lapangan. Penelitian yang dilakukan Ruqaishi dan Bashir, 2013 menemukan keunikan faktor keterlambatan pada konstruksi di bidang fasilitas minyak dan gas yang tidak ditemukan pada industri konstruksi umumnya yaitu hubungan berupa komunikasi yang buruk antara vendor dengan penyedia maupun pengguna jasa dalam tahap *engineering* dan *procurement*. Selain itu pengambilan

keputusan yang lama terhadap proyek oleh pihak di dalam proyek berperan negatif terhadap waktu pelaksanaan (Orangi et al, 2011; Odeh dan Battaineh, 2002; Alaghbari et al, 2007)

## 2.9.9. Keuangan

Keuangan pada proyek adalah kemampuan dari penyedia jasa untuk melakukan pembiayaan proyek selama fase konstruksi. Proses pengelolaan keuangan yang baik atau buruk akan mempengaruhi arah dari keberhasilan waktu pelaksanaan dari proyek.

Penelitian menyebutkan faktor penyebab dominan keterlambatan proyek bersumber dari permasalahan terkait *financial*, hasil identifikasi yang sama terhadap faktor dominan pada penelitian Sweis et al, 2008; Frimpong et al, 2003 dan Alaghbari et al, 2007 menemukan kesulitan penyedia jasa dalam masalah pembiayaan serta proses pembayaran dari pihak pengguna jasa berpengaruh terhadap waktu penyelesaian. Situasi arus kas yang tidak lancar dalam suatu proyek akan secara nyata mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek Fallahnejad, 2013.

## 2.9.10. Desain

Desain pada proyek adalah suatu formulasi terhadap ide dan tujuan yang dituangkan dalam bentuk konsep pekerjaan dan gambar kerja. Desain yang tidak sesuai dengan tujuan dari proyek akan mengalami sejumlah kesulitan pada fase konstruksi. Kesulitan ini akan secara langsung berdampak kepada proyek, terutama pada waktu penyelesaian proyek tersebut.

Penelitian yang dilakukan Orangi et al, 2011; Kaming et al, 1997; Toor dan Ogunlana, 2008 menemukan faktor dominan tersebut dikarenakan adanya perubahan desain, perubahan desain sangat sering terjadi pada suatu proyek unsurnya dapat berasal dari proses standarisasi desain yang kurang sehingga memungkinkan terjadinya penyesuaian berulang – ulang terhadap desain dengan kondisi di lapangan.

Berdasarkan hasil studi literatur terdahulu, pada penelitian ini ditemukan 10 faktor penyebab keterlambatan. Faktor tersebut memiliki persamaan yang

ditemukan juga pada sebagian penelitian sebagai faktor dominan penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi. Faktor — faktor hasil studi literatur terdahulu disajikan pada**Error! Reference source not found.**.

Tabel 2- 5. Hasil studi literatur pada penelitian terdahulu berupa faktor - faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi

| No | Rujukan Penelitian terdahulu  | Faktor<br>penyebab<br>keterlambatan |
|----|---|-------------------------------------|
| 1  | Salama et al, 2008; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Kaming et al, 1997   | Personal/Tenaga<br>Kerja            |
| 2  | Salama et al, 2008; Fallahnejad, 2013; Ruqaishi dan Bashir, 2013; Frimpong et al, 2003; Kaming et al, 1997  | Material                            |
| 3  | Salama et al, 2008; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Kaming et al, 1997   | Peralatan Kerja                     |
| 4  | Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002, Orangi et al, 2011 dan Kaming et al, 1997; Sweis et al, 2008; Fallahnejad, 2013; Doloi et al, 2012                                    | Eksternal                           |
| 5  | Ruqaishi dan Bashir, 2013; Orangi et al, 2011; Doloi et al, 2012; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Kaming et al, 1997; Toor dan Ogunlana, 2008; Alaghbari et al, 2007 | Project Related                     |
| 6  | Assaf dan Al Heiji 2006; Sambasivan dan Soon, 2008; Marzouk dan El Rasas, 2013; Doloi et al, 2012; Sweis et al 2008; Fallahnejad, 2013  | Kontrak                             |

| No | Rujukan Penelitian terdahulu   | Faktor<br>penyebab<br>keterlambatan |
|----|--|-------------------------------------|
| 7  | Sambasivan dan Soon, 2007; Ruqaishi dan<br>Bashir, 2013; Orangi et al, 2011; Alaghbari et al,<br>2007; Le-Hoai et al, 2008                       | Site Related                        |
| 8  | Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Orangi et al, 2011; dan Doloi et al, 2012; Odeh dan Battaineh, 2002; Alaghbari et al, 2007 | Komunikasi                          |
| 9  | Sweis et al, 2008; Frimpong et al, 2003;<br>Alaghbari et al, 2007; Fallahnejad, 2013   | Keuangan                            |
| 10 | Orangi et al, 2011; Kaming et al, 1997; Toor dan Ogunlana, 2008  | Desain                              |

Faktor – faktor penyebab keterlambatan pada **Error! Reference source not ound.**terjadi akibat adanya sejumlah aktifitas pada proyek yang menjadi indikator keterlambatan. Pada **Error! Reference source not found.** dari hasil penelitian terdahulu ditemukan sebanyak 67 indikator terjadinya keterlambatan pada proyek konstruksi yang dalam kasus ini akan dijadikan sebagai kejadian *(event)*.

Tabel 2- 6. Faktor dan indikator keterlambatan proyek hasil studi literatur terdahulu

|      |  | Sumber                                 |  |  |
|------|--|--|--|--|
| 1. K | 1. Keterlambatan yang diakibatkan oleh Personal/Tenaga Kerja |  |  |  |
|      |  | Sweis et al, 2008; Odeh dan Battaineh, |  |  |
| 1    | Kurangnya ketersediaan tenaga                                | 2002; Marzouk dan El Rasas, 2013;      |  |  |
|      | kerja  | Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan  |  |  |
|      |  | dan Soon, 2007; Frimpong et al 2003    |  |  |

|      |   | Sumber   |
|------|---|--|
| 2    | Produktivitas dari tenaga kerja<br>yang rendah                              | Odeh dan Battaineh, 2002; Marzouk<br>dan El Rasas, 2013; Ruqaishi dan<br>Bashir, 2013;Sambasivan dan Soon,<br>2007;Fallahnejad, 2013 |
| 3    | Tenaga kerja yang kurang<br>kualifikasi dipekerjakan pada<br>proyek         | Marzouk dan El Rasas, 2013;<br>Fallahnejad, 2013; Sweis et al, 2008;<br>Salama et al, 2008   |
| 4    | Kurangnya tenaga kerja yang<br>berpengalaman pada organisasi<br>kontraktor. | Sweis et al, 2008; Frimpong et al 2003   |
| 2. K | Keterlambatan yang diakibatkan oleh   | Material   |
| 1    | Kekurangan terhadap material  | Sweis et al, 2008; Odeh dan Battaineh, 2002; Sambasivan dan Soon 2007;   |
| 2    | Keterlambatan dalam delivery material                                       | Sweis et al, 2008; Marzouk dan El<br>Rasas, 2013; Ruqaishi dan Bashir,<br>2013; Salama et al, 2008                                   |
| 3    | Terdapatnya fluktuasi harga<br>material                                     | Sweis et al, 2008  |
| 4    | Adanya perubahan spesifikasi<br>material selama konstruksi                  | Sweis et al, 2008; Marzouk dan El<br>Rasas, 2013; Ruqaishi dan Bashir,<br>2013;  |
| 5    | Keterbatasan jumlah material di pasaran                                     | Marzouk dan El Rasas, 2013   |
| 6    | Rendahnya kualitas dari material  | Odeh dan Battaineh, 2002; Sambasivan dan Soon, 2007;   |
| 7    | Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material                          | Marzouk dan El Rasas, 2013   |
| 8    | Kekurangan air untuk pekerjaan hidrostatis                                  | Fallahnejad, 2013  |
| 9    | Kontraktor kurang mampu   | Fallahnejad, 2013; Frimpong et al 2003   |

|             |   | Sumber                                 |  |
|-------------|---|--|--|
|             | menyediakan material impor                                    |  |  |
| 10          | Keterlambatan memulai order                                   | Salama et al, 2008                     |  |
| 10          | material long-lead  | Salama et al, 2000                     |  |
| <b>3.</b> K | Keterlambatan yang diakibatkan oleh                           | Peralatan Kerja                        |  |
| 1           | Keterbatasan jumlah peralatan                                 | Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan  |  |
| 1           | kerja   | dan Soon, 2007; Kaming et al, 1997     |  |
|             | Kondisi peralatan kerja yang                                  | Sweis et al, 2008; Odeh dan Battaineh, |  |
| 2           | rusak   | 2002; Marzouk dan El Rasas, 2013;      |  |
|             | Tusak   | Sambasivan dan Soon, 2007;             |  |
| <b>4.</b> K | Keterlambatan yang diakibatkan oleh                           | Eksternal                              |  |
| 1           | Kesulitan perolehan izin kerja                                | Sweis et al, 2008                      |  |
| 1           | menyangkut pihak ketiga                                       | Swels et al, 2000                      |  |
|             | Perubahan peraturan pemerintah                                | Sweis et al, 2008; Odeh dan Battaineh, |  |
| 2           |   | 2002; Ruqaishi dan Bashir, 2013;       |  |
| 2           |   | Sambasivan dan Soon, 2007;Doloi et     |  |
|             |   | al, 2012; Ruqaishi dan Bashir, 2013;   |  |
|             | Kondisi cuaca yang tidak<br>mendukung                         | Odeh dan Battaineh, 2002; Ruqaishi     |  |
| 3           |   | dan Bashir, 2013; Sambasivan dan       |  |
|             |   | Soon , 2007; Kaming et al, 1997        |  |
|             | Dawn and ahan dan an manduduk                                 | Odeh dan Battaineh, 2002; Ruqaishi     |  |
| 4           | Permasalahan dengan penduduk                                  | dan Bashir, 2013; Sambasivan dan       |  |
|             | sekitar   | Soon ,2007;                            |  |
| _           | Efek sosial dan permasalahan                                  | Duzaishi dan Dashin 2012.              |  |
| 5           | budaya setempat   | Ruqaishi dan Bashir, 2013;             |  |
| _           | Terjadinya tindakan pencurian di                              | Fallsharind 2012                       |  |
| 6           | proyek  | Fallahnejad, 2013                      |  |
| 7           | Keterlambatan dalam inspeksi                                  | Assaf dan Al Haiii 2006                |  |
| /           | dan pengetesan oleh pihak ketiga                              | Assaf dan Al Heiji, 2006               |  |
| <b>5.</b> K | 5. Keterlambatan yang diakibatkan oleh <i>Project Related</i> |  |  |

|             |  | Sumber  |
|-------------|--|---|
| 1           | Pembatasan kerja di lapangan                                   | Marzouk dan El Rasas, 2013  |
| 2           | Utilitas seperti air, listrik yang<br>tidak tersedia di site   | Marzouk dan El Rasas, 2013  |
| 3           | Kecelakaan kerja selama<br>konstruksi                          | Marzouk dan El Rasas, 2013  |
| 4           | Permasalahan dengan<br>subkontraktor                           | Ruqaishi dan Bashir, 2013;  |
| 5           | Penambahan lingkup proyek                                      | Doloi et al, 2012   |
| 6           | Kesalahan dalam pendefinisian spesifikasi                      | Doloi et al, 2012   |
| 7           | Laporan data tanah yang salah                                  | Doloi et al, 2012   |
| 8           | Pemberiaan gambar kerja yang<br>tidak tepat waktu              | Doloi et al, 2012   |
| 9           | Adanya pekerjaan ulang karena<br>kesalahan eksekusi            | Doloi et al, 2012; Ruqaishi dan Bashir, 2013;   |
| 10          | Perencanaan proyek yang tidak<br>tepat                         | Kaming et al, 1997  |
| 11          | Terlambat pada persetujuan<br>gambar kerja dan contoh material | Marzouk dan El Rasas, 2013  |
| 12          | Pengalaman yang kurang<br>terhadap proyek oleh kontraktor.     | Marzouk dan El Rasas, 2013  |
| 13          | Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek                   | Fallahnejad, 2013   |
| 14          | Buruknya manajemen proyek oleh kontraktor.                     | Salama et al, 2008  |
| <b>6.</b> K | Leterlambatan yang diakibatkan oleh                            | Kontrak   |
| 1           | Change order dan variation Order                               | Odeh dan Battaineh, 2002; Sambasivan<br>dan Soon, 2007; Marzouk dan El<br>Rasas, 2013 |

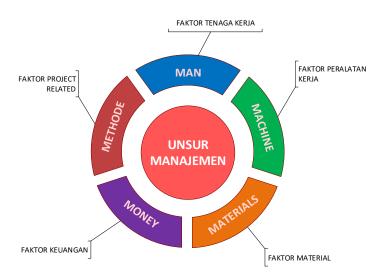
|  |  | Sumber  |  |
|--|--|---|--|
| 2                                      | Kesalahan dan perbedaan pada dokumen kontrak                                     | Odeh dan Battaineh, 2002; Ruqaishi<br>dan Bashir, 2013; Sambasivan dan<br>Soon, 2007; |  |
| 3                                      | Buruknya pendefinisian tahapan proses pembayaran.                                | Ruqaishi dan Bashir, 2013;  |  |
| 4                                      | Jenis dan tipe kontrak yang tidak sesuai sifat proyek.                           | Ruqaishi dan Bashir, 2013;  |  |
| 5                                      | Kekurangan dan<br>ketidakkonsistenan persyaratan<br>pada kontrak                 | Ruqaishi dan Bashir, 2013;  |  |
| 6                                      | Spesifikasi teknis yang tidak<br>konsisten                                       | Ruqaishi dan Bashir, 2013;  |  |
| 7                                      | Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.                                 | Marzouk dan El Rasas, 2013;<br>Frimpong et al 2003                                    |  |
| 8                                      | Ketidakmampuan mengatasi progress pekerjaan oleh penyedia jasa.                  | Sweis et al, 2008;  |  |
| 7. Keterlambatan yang diakibatkan oleh |  | Site Related  |  |
| 1                                      | Terjadinya interfensi kepada<br>proyek oleh pemilik proyek pada<br>lokasi proyek | Marzouk dan El Rasas, 2013  |  |
| 2                                      | Buruknya suvervisi dan manajemen lokasi.   | Marzouk dan El Rasas, 2013  |  |
| 3                                      | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.                            | Sweis et al, 2008;  |  |
| 4                                      | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek                               | Sweis et al, 2008;  |  |
| 8. K                                   | 8. Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi                                |   |  |
| 1                                      | Buruknya interaksi antar vendor pada tahap engineering dan                       | Ruqaishi dan Bashir, 2013;  |  |

|   |   | Sumber                                 |
|---|---|--|
|   | procurement.  |  |
| 2   | Kurangnya komunikasi antara                               | Ruqaishi dan Bashir, 2013; Sambasivan  |
| 2   | para pihak dalam proyek.                                  | dan Soon, 2007                         |
| 3   | Struktur organisasi proyek yang tidak tepat               | Ruqaishi dan Bashir, 2013;             |
| 4   | Proses birokrasi yang berlebihan                          | Fallahnejad, 2013; Doloi et al, 2012   |
| 5   | Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek       | Fallahnejad, 2013; Sweis et al, 2008;  |
| 6   | Dokumentasi proyek yang buruk                             | Fallahnejad, 2013                      |
| 7   | Pengambilan keputusan yang lama                           | Marzouk dan El Rasas, 2013             |
| 8   | Kurangnya penggunaan sistem informasi dalam berkomunikasi | Salama et al, 2008                     |
|   | (email, dll)  |  |
| 9. Keterlambatan yang diakibatkan oleh <b>Finan</b> |   | Finansial                              |
| 1   | Keterlambatan dalam proses                                | Marzouk dan El Rasas, 2013;            |
| 1   | pembayaran pekerjaan                                      | Sambasivan dan Soon, 2007              |
| 2   | Kesulitan pembiayaan proyek                               | Marzouk dan El Rasas, 2013; Sweis et   |
| 2   | oleh kontraktor   | al, 2008;                              |
|   | Manajemen pengaturan kas                                  |  |
| 3   | proyek yang buruk oleh                                    | Fallahnejad, 2013; Frimpong et al 2003 |
|   | kontraktor  |  |
| 10.   | Keterlambatan yang diakibatkan ole                        | h Desain                               |
| 1   | Terjadinya perubahan desain                               | Orangi et al, 2011; Kaming et al, 1997 |
|   | yang berulang – ulang.                                    | ; Toor dan Ogunlana, 2008              |
| 2   | Keterlambatan dalam                                       | Assaf dan Al Heiji, 2006               |
| Ĺ   | menghasilkan dokumen desain.                              |  |
| 3   | Gambar desain yang tidak tepat dan tidak jelas.           | Assaf dan Al Heiji, 2006               |

|   |  | Sumber  |
|---|--|---|
| 4 | Kompleksitas dari desain   | Assaf dan Al Heiji, 2006                        |
| 5 | Pengumpulan data yang kurang lengkap serta survey yang tidak memadai sebelum dilakukan desain. | Assaf dan Al Heiji, 2006;<br>Salama et al, 2008 |
| 6 | Pengalaman tim desain yang kurang  | Assaf dan Al Heiji, 2006                        |
| 7 | Tidak dipergunakannya software canggih dalam pembuatan desain.                                 | Assaf dan Al Heiji, 2006                        |

# 2.9.11. Unsur Management

Dari penjelasan pada Sub Bab diatas maka dapat diketahui bahwa terdapat 10 faktor yang dapat mempengaruhi keterlambatan. Setelah diketahui faktor penyebab keterlambatan, maka akan ditinjau terhadap unsur manajemen. Unsur manajemen ini terdiri dari *Man , Machine, Money, Methode,Market* dan *Material's.* karena penilitian ini meneliti tentang keterlambatan dengan objek penelitian perusahan dibidang konstruksi. Maka unsur *Market* tidak sesuai dengan objek penelitian tersebut. unsur manajemen sendiri biasa disingkat sebagai 6M. tinjaun atas unsur manajemen ini akan dijelaskan dalam diagram kesesuaian terhadap faktor tersebut. Berikut adalah diagram penjelasan kesesuai Unsur Manajemen dengan Faktor Penyebab keterlambatan.



Gambar 2- 5. Kesesuian Unsur Manajemen Terhadap Faktor Penyebab Keterlambatan.

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa faktor yang telah diperoleh dari study literatur mencakup seluruh unsur manajemen yang ada. Bahkan 5 faktor lainnya juga termasuk bagian dari faktor penyebab keterlambatan.

# 2.10. Pengaruh keterlambatan pada proyek

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sambasivan dan Soon (2007), meneliti terhadap penyebab dan efek dari keterlambatan pada dunia konstruksi Malaysia, ditemukan 6 pengaruh yang terjadi akibat keterlambatan yaitu (1). adanya penambahan waktu pelaksanaan, (2). penambahan biaya, (3). dispute, (4). arbitrasi, (5). litigasi, dan (6) proyek ditinggalkan. Penelitian yang dilakukan oleh Manavazhi dan Adhikari (2002), meneliti terhadap keterlambatan *procurement* terhadap material dan peralatan pada proyek *highway* di Nepal, menemukan bahwa pengaruh keterlambatan ini berdampak kepada meningkatnya biaya konstruksi sebesar 0.5% dari total biaya proyek. Sementara hasil penelitian yang dilakukan Sweis et al (2008), menemukan *change order* sebagai peringkat kedua dari penyebab keterlambatan di Jordan berdampak kepada penambahan biaya 5% - 10%. Penelitian yang dilakukan Kaliba et al (2009), terhadap kenaikan biaya dan penambahan waktu terhadap proyek jalan di Zambia menemukan efek dari keterlambatan waktu penyelesaian berupa buruknya kualitas produk yang dihasilkan, perpanjangan waktu proyek, litigasi, dan penambahan sejumlah biaya.

Sementara penelitian yang dilakukan di Libya ditemukan untuk sebuah proyek konstruksi bangunan proyek diperlukan waktu tambahan selama 40 – 46 hari, dan di Inggris mencapai 34 – 38 hari (Shebob et al, 2012). Penelitian yang dilakukan Tumi et al (2009) terhadap penyebab keterlambatan pada industri konstruksi di Libya, menemukan pengaruh dari keterlambatan yaitu hilangnya ketertarikan *stakeholder* terhadap proyek, terjadinya *black list*, kehilangan sejumlah uang dan waktu, menurunnya reputasi penyedia jasa.

# 2.11. Posisi penelitian

Melalui peninjauan terhadap penelitian terdahulu serta memposisikan keberadaan penelitian saat ini. Pada penelitian ini yang dijadikan sebagai rujukan berupa faktor – faktor beserta indikator penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi, faktor dominan penyebab keterlambatan, akibat yang ditimbulkan terhadap proyek, dan metodologi penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu bersifat *cross sectional*, dimana menghubungkan antara faktor – faktor dengan akibat yang ditimbulkan. Pada penelitian terdahulu menggunakan teknik penelitian sebagai terlampir pada **Error! Reference source not found.** untuk engidentifikasi suatu keterlambatan pada proyek konstruksi.

Tabel 2- 7. Teknik penelitian terdahulu dalam mengidentifikasi faktor keterlambatan proyek

| No | Teknik Penelitian               | Rujukan Penelitian                     |
|----|---------------------------------|--|
|    |                                 | Salama et al, 2008; Fallahnejad, 2013; |
| 1  | Relative Importance Index/RII   | Doloi et al, 2012 ; Sambasivan dan     |
|    |                                 | Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002   |
| 2  | Relative Importance             | Frimpong et al, 2003                   |
| 2  | Weight/RIW                      | Timpong et al, 2003                    |
| 3  | Structural Interview            | Orangi et al, 2011                     |
| 4  | Median                          | Ruqaishi dan Bashir, 2013              |
|    | Frequency Index (F.I), Severity | Marzouk dan El Rasas, 2013;            |
| 5  | Index (S.I), dan Importance     | Assaf dan Al Heiji, 2006; Le-Hoai et   |
|    | Index (IMP.I)                   | al, 2008; Kaming et al, 1997;          |
| 6  | ANOVA                           | Sweis et al, 2008; Toor dan Ogunlana,  |

| No | Teknik Penelitian | Rujukan Penelitian    |
|----|-------------------|-----------------------|
|    |                   | 2008                  |
| 7  | Mean Score        | Alaghbari et al, 2007 |

Berdasarkan kepada hasil penelitian dengan menggunakan teknik penelitian pada Tabel 2- 7. Teknik penelitian terdahulu dalam mengidentifikasi faktor keterlambatan proyek serta indikator yang ditemukan melalui studi literatur terdahulu seperti pada Tabel 2- 6. Faktor dan indikator keterlambatan proyek hasil studi literatur terdahulu. Menyimpulkan masih sedikit yang meninjau mengenai teknik pengukuran dengan memprediksi probabilitas waktu penyelesaian proyek yang dipengaruhi oleh faktor – faktor keterlambatan dominan pada proyek.

Untuk memposisikan penelitian ini. Pada penelitian ini akan dilakukan peninjauan mengenai teknik pengukuran dengan memprediksi probabilitas waktu penyelesaian proyek yang dipengaruhi oleh faktor – faktor penyebab keterlambatan dominan pada proyek di Pertamina serta mengidentifikasi indikator keterlambatan proyek yang terjadi.

Alat ukur statistik yang dapat digunakan untuk mengukur pengaruh antar variable tersebut dapat menggunakan analisis regresi. Namun analisis regresi linier kurang tepat diaplikasikan pada penelitian ini, dikarenakan sifat dari data yang digunakan berupa data kualitatif. Pada regresi linier variabel *respond* menggunakan data yang bersifat kuantitatif, sedangkan pada penelitian ini variabel *respond* bersifat kualitatif. Sifat variabel *respond* yang berupa data kualitatif dapat dengan baik dianalisis dengan menggunakan regresi logistik (Montogomery dan Runger, 2011), selain itu variabel *respond* dalam pada penelitian ini bersifat dikotomik/binary berupa terlambat atau tepat waktu dari pelaksanaan proyek sehingga analisis regresi logistik merupakan analisis yang sesuai (Hosmer dan Lemeshow, 1989).

## BAB III

# **METODOLOGI PENELITIAN**

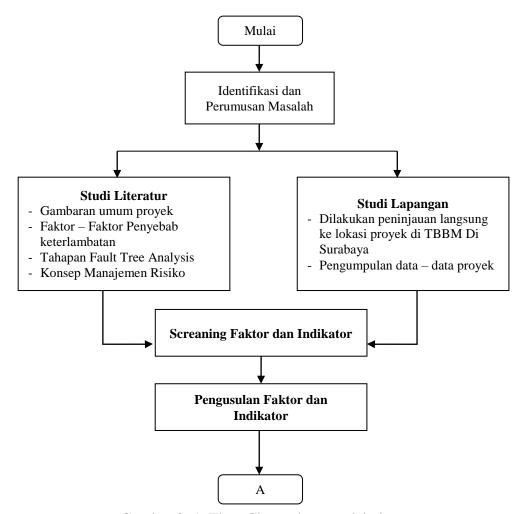
Pada pencarian sumber keterlambatan pada proyek pembangunan tankit timbun ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Dengan menggunakan identifikasi awal sumber penyebab keterlambatan yang dibantu dengan metode FTA, yang selanjutnya digunakan sebagai sarana untuk menentukan sumber utama keterlambatan proyek. Maka dengan kondisi terbalik sangat cocok diterapkan pada studi kasus ini, mengingat proyek tersebut sudah mengalami keterlambatan namun belum diketahui pasti sumber utama penyebab keterlambatan proyek tersebut.

### 3.1. Tahap Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan tahap identifikasi terhadap penelitian yang akan dilakukan. Hal – hal yang dilakukan meliputi study pustaka, studi lapangan dan mengindentifikasi masalah yang ada. Pada tahapan ini akan mendapatkan gambara umum mengenai objek penelitian. Stelah itu dilakukan penentuan rumusan masalah yang ada di perusahaan, tujuan dan ,manfaat yang didapat sebagai acuan dan poin penting penelitian ini.

Tahapan selanjutnya adalah pencarian teori – teori pendukung dari berbagai sumber penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini. Teori tersebut bias didapatkan dari berbagai literatur seperti jurnal, artikel, buku panduan, penelitian terdahulu ataupun sumber lain yang relevan sebagai dasar acuan pada penelitian ini. Pada penelitian ini yang terkait diantaranya adalah manajemen proyek dan konsep manajemen risiko. Sedangkan penelitian dan pengumpulan data dilapangan berisikan identifikasi langsung mengenai kondisi lapangan serta hal – hal yang terkait dengan penelitian ini.

Dalam hal ini PT Pertamina MOR V Surabaya adalah sebagai perusahaan yang membangun Tanki di Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Di surabaya menjadi objek penelitian. Pada tahap ini akan digambarkan dengan metode seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3- 1. Flow Chart tahap pendahuluan

Tahap Screaning pada gambar diatas adalah tahap untuk mengeleminasi faktor dan indikator yang tidak sesuai dengan jenis pekerjaan yang dipilih. screaning pada tahap ini menggunakan *expert judgement* dengan mengeleminasi beberpa faktor yang tidak sesuai. Dalah tahap eleminasi, penulis melakukan interview langsung terhadap *expert judgement* secara berkala dengan metode diskusi 1 faktor dan indikatornya dalam sehari. Hal tersebut dilakukan agar expert judgement tetap focus mengeleminasi faktor yang sesuai dengan jenis pekerjaannnya.

# 3.2. Tahap Identifikasi Faktor Keterlambatan

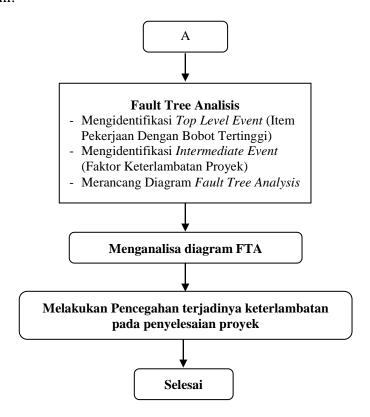
Identifikasi faktor adalah tahap dimana peneliti mencari faktor – faktor yang berpengaruh terhadap keterlambatan. Sebelum mengidentifikasi faktor penyebab, maka diidentifikasi terlebih dahulu pekerjaan yang mengalami keterlambatan

dalam prosesnya. Penentuan pekerjaan yang terlambat dapat dianalisa melalui *Work breakdown Structure* yang kemudian dicari jalur kritisnya.

Network Diagram adalah penentuan kapan waktu dimulainya pekerjaan dan kapan waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Dalam setiap sub-item pekerjan tersebut juga memiliki waktu awal yang berbeda dan waktu akhir yang berbeda. Dengan demikian dapat dianalisa pekerjaan yang mengalamin keterlambatan dengan mencocokkan dan mengkomparasi waktu rencana dan waktu yang terjadi dilapangan proyek.

Faktor – faktor yang telah didapatkan diberbagai sumber seperti pada tabel 3 akan di kaitkan hubungannya dengan setiap pekerjaan yang mengalami keterlambatan. Faktor – faktor tersebut kemudian dijadikan dikaitkan dengan *stakeholder* yang berkaitan dengan proyek tersebut. Dalam hal ini adalah penyedia jasa atau kontraktor, Pemilik proyek, dan eksternal seperti pihak – pihak pemerintahan yang mengatur kebijakan.

Dalam menganilasa setiap pekerjaan tersebut dapa dilihat pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 3- 2. Flowchart tahap identifikasi faktor keterlambatan

Dalam menentukan faktor – faktor yang mengalami keterlambatan maka dipelukan sebuah alat yang dapat menganalisa faktor tersebut. Pada penelitian ini dapat menggunakan akat *Fault tree Analysis (FTA)*. Dalam FTA ada beberapa tahapan yang akan dibahas pada poin dibawah ini.

- Mengidentifikasi Top Level Event (Item Terlambat)
   Item ini didapat dari hasil analisa item terlambat yang dilakukan pada tahap sebelumnya menggunakan Diagram Pareto. Item tersebut yang selanjutnya dijadikan Top Event pada masing masing FTA.
- Mengidentifikasi Intermediate Event (Faktor Keterlambatan Proyek)
   Item ini berupa Faktor faktor yang mempengaruhi keterlambatan padapekerjaan. Item ini didapat pada studi literatur tentang faktor apa saja yang mengalami keterlambatan. Faktor inilah yang selanjutnya dijadikan Intermediate Event.
- Merancang Fault Tree Analysis
   Rancangan FTA dapat dibuat setelah dua tahapan selesai dilakukan dan mulai menganalisa bagian bagian tersebut
- Menganalisa Fault Tree Analysis
   Hasil rancangan diatas akan dianalisa dengan cara membuat Cut Set Analisis dan memasukkan nilai probabilitas pada setiap indikator yang didapat dari hasil kuisioner yang telah di analisa.

Dengan menyelesaikan tahapan diatas maka akan di dapat faktor apakah yang mempengaruhi keterlambatan dalam penyelesaian proyek.

## 3.3. Faktor dan Indikator yang akan di usulkan

Sesuai dengan flowchart bahwa setelah pengumpulan data dari lapangan maupun dari kajian pustaka, maka ada penyesuaian yang akan dilakukan. Penyesuaian tersebut dilakukan dengan melihat keterkaitan faktor dan indicator tersebut dengan jenis pekerjaan yang akan diteliti.

Berdasarkan data lapangan yang didapat dari performance kontraktor, maka ada dua jenis pekerjaan dengan bobot prosentase terbesar. Pekerjaan Konstruksi merupakan pekerjaan yang memiliki bobot terbesar yaitu 34,94%. Sedangkan pekerjaan pondasi menduduki peringkat kedua bobot terbesar dengan 26,50%.

Tabel 3- 1. Faktor dan indicator yang diusulkan pada Pekerjaan Pondasi

|     | PEKERJAAN PONDASI   |                  |   |  |
|-----|---|------------------|---|--|
| NO  | FAKTOR dan INDIKATOR  | DIUSULKAN        | PENJELASAN  |  |
| I   | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Personal/Tenaga Kerja                   |                  |   |  |
| 1   | Kurangnya ketersediaan<br>tenaga kerja                                      | V (K)            | Banyaknya proyek yang di pegang oleh kontraktor   |  |
| 2   | Produktivitas dari tenaga kerja<br>yang rendah                              | V (K)            | Banyak tenaga kerja baru yang<br>belum berpengalaman                                      |  |
| 3   | Tenaga kerja yang kurang<br>kualifikasi dipekerjakan pada<br>proyek         | V (K)            | Banyak tenaga kerja diluar<br>kualifikasi bangun tangki                                   |  |
| 4   | Kurangnya tenaga kerja yang<br>berpengalaman pada<br>organisasi kontraktor. | V (K)            | Banyak tenaga kerja baru yang<br>belum berpengalaman                                      |  |
| II  | Keterlambatan yang diakibat   | kan oleh Materia | al  |  |
| 5   | Kekurangan terhadap material  | V (K)            | Terlambat datang dan keterbatasan jumlah serta biaya                                      |  |
| 6   | Keterlambatan dalam delivery material                                       | V (K)            | Kondisi material yang jauh serta<br>kondisi lalulintas                                    |  |
| 7   | Terdapatnya fluktuasi harga<br>material                                     | V (K)            | Fluktuasi harga sering terjadi pada besi beton  |  |
| 8   | Adanya perubahan spesifikasi<br>material selama konstruksi                  | V (O)            | seperti perubahan diameter pancang,<br>kedalaman pancang,dll                              |  |
| 9   | Keterbatasan jumlah material<br>di pasaran                                  | V (K)            | Keterbatasan stok dipasaran<br>khususnya tiang pancang dan besi<br>beton                  |  |
| 10  | Rendahnya kualitas dari<br>material   | V (K)            | Banyak besi beton yang<br>nonsertivikasi / banci  |  |
| 11  | Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material                          | V (K)            | Aproval material lambat sampai ke owner   |  |
| III | Keterlambatan yang diakibat   | kan oleh Peralat | an Kerja  |  |
| 12  | Keterbatasan jumlah peralatan kerja   | V (K)            | keterbatasan alat dalam mengecor<br>pondasi pada volume besar dengan<br>target yang cepat |  |
| 13  | Kondisi peralatan kerja yang rusak  | V (K)            | peralatan yang rusak pada saat<br>pengecoran  |  |
| IV  | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal                               |                  |   |  |

| 14   | Kondisi cuaca yang tidak mendukung                               | V (K)           | Terhambatnya pekerjaan akibat hujan   |  |
|------|--|-----------------|---|--|
| V    | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related              |                 |   |  |
| 15   | Pembatasan kerja di lapangan                                     | V (O)           | Pembatasan kerja dilakukan untuk<br>unsur Safety pada Loading dan<br>Unloading dan terbatasnya Jumlah<br>Manpower             |  |
| 16   | Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site        | V (O)           | ketersediaan air di site sangat<br>terbatas   |  |
| 17   | Laporan data tanah yang salah                                    | V (O)           | ada perubahan data owner dan<br>kontraktor  |  |
| 18   | Kurang efektifnya<br>pengawasan terhadap proyek                  | V (O)           | karena jumlah proyek lebih banyak<br>dari man power yang ada  |  |
| VII  | Keterlambatan yang diakibatl                                     | kan oleh Site R | elated  |  |
| 19   | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.            | V (K)           | Banyak aspek HSSE yang tidak dipenuhi   |  |
| 20   | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek               | V (O)           | Pemberhentian kerja dilakukan<br>untuk unsur Safety pada Loading<br>dan Unloading   |  |
| VIII | Keterlambatan yang diakibatl                                     | kan oleh Komu   | ınikasi   |  |
| 21   | Kesulitan koordinasi antara<br>para pihak dalam proyek           | V (K)           | Kesulitan dalam koordinasi antara<br>owner, pihak lain dan kontraktor<br>terutama dalam pengiriman tiang<br>pancang dan molen |  |
| 22   | Pengambilan keputusan yang lama                                  | V (O)           | Banyaknya stakeholder yang terlibat dalam proyek pembangunan  |  |
| IX   | Keterlambatan yang diakibatl                                     | kan oleh Finan  | sial  |  |
| 23   | Keterlambatan dalam proses pembayaran pekerjaan                  | V (O)           | Banyaknya Dokumen yang harus dipenuhi dan tidak boleh diwakili  |  |
| 24   | Kesulitan pembiayaan proyek oleh kontraktor                      | V (K)           | Modal yang kurang dan hanya<br>mengandalkan Down Payment awal   |  |
| 25   | Manajemen pengaturan kas<br>proyek yang buruk oleh<br>kontraktor | V (K)           | Cash Flow yang kurang baik  |  |
| X    | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Desain                       |                 |   |  |
| 26   | Terjadinya perubahan desain yang berulang - ulang.               | V (O)           | Kesesuaian dan Kopleksnya desain menyebabkan banyak perubahan   |  |
| 27   | Keterlambatan dalam<br>menghasilkan dokumen<br>desain.           | V (O)           | terjadi karena banyaknya perubahan<br>desain  |  |
| 28   | Gambar desain yang tidak tepat dan tidak jelas.                  | V (O)           | Peerbedaan antara basic desain dan desain untuk konstruksi  |  |

| 29 | Kompleksitas dari desain  | V (O) | Sangat Kompleks dan tidak lengkap pada basic desain                  |
|----|---|-------|--|
| 30 | Pengumpulan data yang<br>kurang lengkap serta survey<br>yang tidak memadai sebelum<br>dilakukan desain. | V (O) | Kurangnya informasi data karena<br>data bangunan eksisting tidak ada |
| 31 | Pengalaman tim desain yang kurang   | V (O) | Didesain dengan mengandalkan desain sejenis atau eksisting           |
| 32 | Tidak dipergunakannya<br>software canggih dalam<br>pembuatan desain.                                    | V (O) | Didesain dengan manual   |

Ada 32 Indikator serta 9 faktor yang telah disesuaikan dengan jenis pekerjaan pondasi.

Tabel 3- 2. Faktor dan indicator yang diusulkan pada Pekerjaan Konstruksi

| PEKERJAAN KONSTRUKSI |   |           |   |  |
|----------------------|---|-----------|---|--|
| NO                   | FAKTOR dan INDIKATOR  | DIUSULKAN | PENJELASAN  |  |
| ı                    | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Personal/Tenaga Kerja                   |           |   |  |
| 1                    | Kurangnya ketersediaan<br>tenaga kerja                                      | V (K)     | Kurangnya welder yang bersertifikat                                   |  |
| 2                    | Produktivitas dari tenaga<br>kerja yang rendah                              | V (K)     | Banyak tenaga kerja baru yang belum<br>berpengalaman                  |  |
| 3                    | Tenaga kerja yang kurang<br>kualifikasi dipekerjakan pada<br>proyek         | V (K)     | Banyak tenaga kerja diluar kualifikasi<br>bangun tangki               |  |
| 4                    | Kurangnya tenaga kerja yang<br>berpengalaman pada<br>organisasi kontraktor. | V (K)     | Banyak tenaga kerja baru yang belum<br>berpengalaman                  |  |
| II                   | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Material                                |           |   |  |
| 5                    | Kekurangan terhadap<br>material   | V (K)     | Material dengan jumlah dan spesifikasi<br>yang terbatas               |  |
| 6                    | Keterlambatan dalam<br>delivery material                                    | V (K)     | Order material telat  |  |
| 8                    | Adanya perubahan spesifikasi<br>material selama konstruksi                  | V (O)     | Perubahan Tebal Sheel Ring & dan<br>Reinforcement Plate               |  |
| 9                    | Keterbatasan jumlah material<br>di pasaran                                  | V (K)     | Keterbatasan stok dipasaran dengan spesifikasi dan tebal yang berbeda |  |
| 10                   | Keterlambatan memulai<br>order material long-lead                           | V (K)     | order plat membutuhkan waktu yang<br>lama                             |  |
| IV                   | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal                               |           |   |  |

| 11         | Kondisi cuaca yang tidak<br>mendukung  | V (K)                     | Terhambatnya pekerjaan akibat hujan   |  |  |
|------------|--|---------------------------|---|--|--|
| V          | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  |                           |   |  |  |
| 12         | Pembatasan kerja di<br>lapangan  | V (O)                     | Pembatasan kerja pada saat kerja panas  |  |  |
| 13         | Kecelakaan kerja selama<br>konstruksi  | V (K)                     | Pekerjaan dengan resiko paling tinggi   |  |  |
| 14         | Permasalahan dengan subkontraktor  | V (K)                     | Subkontraktor Yang kurang kualifikasi   |  |  |
| 15         | Adanya pekerjaan ulang<br>karena kesalahan eksekusi  | V (K)                     | tidak sesuai dengan spesifikasi yang di<br>syaratkan  |  |  |
| 16         | Perencanaan proyek yang tidak tepat  | V (K)                     | Tidak melakukan update dengan kondisi yang terbaru  |  |  |
| 17         | Pengalaman yang kurang<br>terhadap proyek oleh<br>kontraktor.  | V (K)                     | Kontraktor yang kurang kualifikasi pada<br>bangun tangki  |  |  |
| 18         | Kurang efektifnya<br>pengawasan terhadap proyek  | V (O)                     | tidak terpantau tiap hari oleh pengawas<br>lokasi dan region  |  |  |
| VI         | Keterlambatan yang diakibatk   | an oleh Kont              | rak   |  |  |
| 19         | Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.   | V (O)                     | Harga yang kurang valid pada penawaran  |  |  |
| VII        | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related   |                           |   |  |  |
| 20         | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  | V (K)                     | Banyak aspek HSSE yang tidak dipenuhi   |  |  |
|            |  |                           |   |  |  |
| 21         | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek   | V (O)                     | Pemeberhentian ketika ada proses loading unloading  |  |  |
| 21<br>VIII | pekerjaan oleh pemilik   |                           | loading unloading   |  |  |
|            | pekerjaan oleh pemilik<br>proyek   |                           | loading unloading   |  |  |
| VIII       | pekerjaan oleh pemilik<br>proyek<br><b>Keterlambatan yang diakibatk</b><br>Proses birokrasi yang   | an oleh Komi              | Ioading unloading unikasi Koordinasi lokasi dan region yang   |  |  |
| VIII<br>22 | pekerjaan oleh pemilik<br>proyek <b>Keterlambatan yang diakibatk</b> Proses birokrasi yang<br>berlebihan  Pengambilan keputusan yang   | v (O)                     | Ioading unloading  unikasi  Koordinasi lokasi dan region yang kurang baik  Keputusan Harus disetujui oleh banyak pihak dan tidak mandatori                                      |  |  |
| VIII 22 23 | pekerjaan oleh pemilik<br>proyek  Keterlambatan yang diakibatka  Proses birokrasi yang<br>berlebihan  Pengambilan keputusan yang<br>lama   | v (O)                     | Ioading unloading  unikasi  Koordinasi lokasi dan region yang kurang baik  Keputusan Harus disetujui oleh banyak pihak dan tidak mandatori                                      |  |  |
| VIII 22 23 | pekerjaan oleh pemilik proyek  Keterlambatan yang diakibatka Proses birokrasi yang berlebihan  Pengambilan keputusan yang lama  Keterlambatan yang diakibatka Keterlambatan dalam proses | V (O) V (O) an oleh Finar | Ioading unloading  unikasi  Koordinasi lokasi dan region yang kurang baik  Keputusan Harus disetujui oleh banyak pihak dan tidak mandatori  nsial  Banyaknya Dokumen yang harus |  |  |

#### 3.4. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian konfirmatif, dengan tujuan melihat dominasi faktor – faktor penyebab keterlambatan yang diperoleh dari studi literatur terdahulu terhadap waktu penyelesaian proyek pembangunan tanki timbun di PT. Pertamina (Persero) serta meninjau seberapa besar probabilitas dari faktor tersebut akan berpengaruh.

Pada penelitian ini akan digunakan teknik penelitian yang bersifat kuantitatif, karena penelitian ini mencari pendapat dari pihak-pihak yang berkaitan dengan proyek pembangunan Tanki Timbun di PT. Pertamina (Persero) direktorat Pemasaran & Niaga.

# 3.5. Populasi & Sample

Populasi dari penelitian ini adalah proyek Pembangunan *Storage Tank* TBBM di Surabaya di Perusahaan Milik Negara, berupa proyek dengan kondisi waktu penyelesaian tepat waktu dan terlambat. Teknik yang digunakan dalam pengambilan sample ini berupa sampel terpilih atau *purposive sample*, dengan kriteria tim pengawasan dari proyek masih tersedia lengkap. Pengambilan data dilakukan kepada tim pengawasan proyek di perusahaan oil dan gas milik negara. Dalam penelitian ini, jumlah sampel minimum yang digunakan agar dapat dilakukan analisis statistik pada penelitian ini sebanyak yaitu 30 sampel proyek (Sekaran, 2003).

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan populasi yang sesuai yaitu setiap orang yang berkecimpung dalam proyek pembangunan tanki timbun tersebut. Populasi inilah yang akan diambil contoh ujinya. Maka populasi yang tepat untuk penelitian ini adalah pemilik proyek *(owner)* dan Pelaksana pekerjaan atau kontraktor.

# - Pemilik Proyek (Owner)

Tidak semua bagian / fungsi owner terlibat dalam proyek tersebut. Dalam penelitian ini akan diambil dari populasi *Reliability and Project Development V* (*RPD V*) dimana proyek tersebut di desain serta di awasi langsung oleh fungsi tersebut hingga akhirnya serah terima kepada perusahaan. Jumlah sample yang akan diambil adalah seluruh staf hingga menajer dari fungsi tersebut. Jumlah sample adalah 23 orang dengan rincian sebagai berikut.

a. Manager RPD V = 1 Orang
 b. Asistant Manager = 3 Orang
 c. Staff = 16 Orang
 d. Management Konsultan = 3 Orang

Detail bagian serta fungsi bagian masing-masing dapat dilihat pada lampiran.

## Pelaksana Pekerjaan (Konstraktor)

Sama halnya dengan owner, pelaksana pekerjaan juga mempunyai timnya masingmasing. Ada beberapa persyaratan owner yang tidak membolehkan proyek berbeda dikerjakan oleh tim. Tim tersebut juga harus terpisah dengan struktur organisasi yang lain. Jumlah sample dalam pelaksanapekerjaan ini adalah 14 Orang dengan rincian sebagai berikut

a. Project Manager = 1 Orang
 b. Project Coordinator = 4 Orang
 c. Site Manager = 1 Orang
 d. Supervisor = 8 Orang

Detail struktur organisasi proyek pembangunan tanki timbun pelaksana pekerjaan dapat dilihat pada lampiran.

Jumlah Sampel berdasarkan struktur organisasi pemilik proyek dan kontraktor adalah berjumlah 37 orang atau sampel. Berdasarkan tabel *Cohen Manion* dan *Morrison*, Untuk mencapai tingkat *confidence* 90% adalah 34 sampel dan maksimal tingkat *confidence* adalah 99% dengan total jumlah sampel adalah 37 orang. Berdasarkan standart minimal pada tabel tersebut, penelitian ini telah memenuhi standar minimal kuota sampel.

## **BAB IV**

### DIAGRAM FAULT TREE ANALISYS

#### 4.1. Umum

Diagram Fault tree analisys adalah sebuah diagram yang didasarkan dengan logika deduktif. Diagram tersebut yang selanjutnya menjadi acuan dalam menganalisa sebuah resiko yang kemungkinan ditimbulkan. Diagram tersebut juga menentukan besaran serta kedudukan sebuah faktor dan indicator yang akan dianalisa. Dalam bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa terdapat 2 bagan dalam fault tree analisys diagram. *Basic event* adalah indicator ujung atau dasar masalah yang akan analisa berdasarkan probabilitasnya. Sedangkan *Intermediate event* adalah faktor yang didalamnya terdapat beberapa indicator masalah atau resiko yang akan dianalisa.

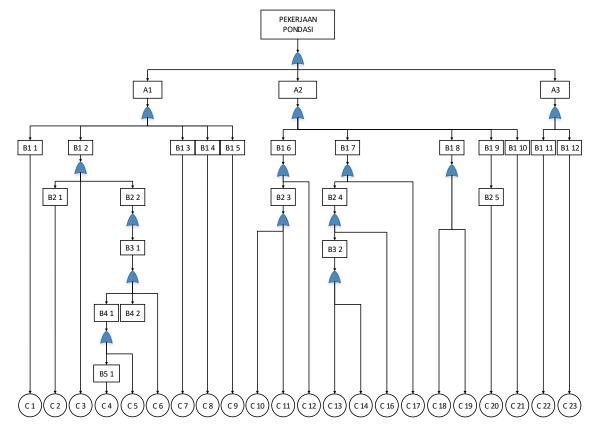
Berdasarkan dari kajian praktisi sebelumnya, bahwa ada 2 (dua) jenis pekerjaan yang akan di analisa. Pekerjaan pondasi adalah jenis pekerjaan pertama yang akan dianalisa. Pekerjaan pondasi merupakan pekerjaan awal setelah pekerjaan persiapan dalam pembangunan Tanki Timbun. Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan Konstruksi yang merupakan bangunan atas sebuah tanki timbun. Kedua pekerjaan tersebut sangat penting untuk diperhatikan ketepatan waktu dalam penyelesaian pekerjaannya. Hal tersebut dikarenakan keduanya masuk dalam suatu lintasan kritis sebuah proyek. Dimana jika pekerjaan tersebut terlambat, maka pekerjaan yang akan dikerjakan setelahnya akan mengalami keterlambatan juga.

Dalam pembuatan diagram ini akan dibuat pada setiap jenis pekerjaan. Dikarenakan setiap jenis pekerjaan mempunyai perbedaan faktor serta indicator penyebab keterlambatan. Diagram ini dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

### 4.2. Pekerjaan Pondasi

Pekerjaan pondasi mempunyai beberapa jenis pekerjaan sekunder didalamnya. Pekerjaan tersebut telah dijelaskan pada kajian praktisi. Sebagai awal untuk menunjukkan prestasi pekerjaan, kontraktor seharusnya menunjukkan progress yang positif terhadap owner. Hal ini penting karena dapat mempengaruhi pekerjaan selanjutnya. Selain itu, kontraktor harus memastikan pekerjaan tersebut

tidak hanya tepat waktu. Kontraktor harus memastikan pekerjaannya harus tepat mutu sesuai dengan yang disyaratkan oleh direksi pekerjaan.



Gambar 4- 1. Diagram Fault Tree Analisys Untuk pekerjaan Pondasi

Dalam diagram diatas dapat dilihat alur logika deduktif pada setiap *event* yang akan di analisa. Pada pekerjaan pondasi merupakan alur yang sangat kompleks dan sangat sulit untuk direncakan tingkat penyelesaiannya. Hal tersebut dikarenakan sifat tanah yang tidak dapat diprediksi. Penyidikan tanah serta desain pondasi dibuat dan diestimasi oleh owner.

Berikut adalah detail faktor dan indicator yang masuk didalam diagram fault Tree Analisys

Tabel 4- 1. Penjelasan code dan event pada diagram FTA pekerjaan Pondasi

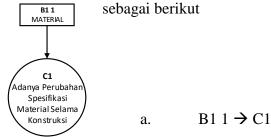
| 1001 1 1.1 onjoiusun oodo dan o vont pada diagram 1 111 pononjaan 1 ondasi |                 |      |  |
|--|-----------------|------|--|
| Code   | Event           | Code | Event                                  |
| A 1  | Owner           | B5 1 | Terjadinya Perubahan Desain Yang       |
|  |                 |      | Berulang-ulang                         |
| A 2  | Kontraktor      | C 1  | Adanya Perubahan Spesifikasi           |
|  |                 |      | Material Selama Konstruksi             |
| A 3  | Lain – Lain     | C 2  | Pembatasan Kerja dilapangan            |
| B1 1   | Material        | C 3  | Utilitas Seperti Air dan Listrik Tidak |
|  |                 |      | tersedia di site                       |
| B1 2   | Project Related | C 4  | Keterlambatan dalam menghasilkan       |

|              |  |      | dokumen desain                                       |
|--------------|--|------|--|
| B1 3         | Site Related                             | C 5  | Gambar Desain yang tidak tepat dan                   |
|              |  |      | tidak jelas  |
| B1 4         | Komunikasi                               | C 6  | Tidak dipergunakannya software                       |
|              |  |      | canggih dalam pembuatan desain                       |
| B1 5         | Keuangan                                 | C 7  | Pengumpulan data yang kurang                         |
|              |  |      | lengkap serta survey yang tidak                      |
|              |  |      | memadai sebelum desain                               |
| B1 6         | Tenaga Kerja                             | C 8  | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh                  |
|              |  |      | pemilik proyek                                       |
| B1 7         | Material                                 | C 9  | pengambilan keputusan yang lama                      |
| B1 8         | Peralatan Kerja                          | C 10 | keterlamabatan dalam proses                          |
| 7.1.0        | **                                       | G 11 | pembayaran   |
| B1 9         | Keuangan                                 | C 11 | kurangnya tenaga kerja yang                          |
| 71.10        |  | G 12 | berpengalaman pada organisasi proyek                 |
| B1 10        | Site Related                             | C 12 | Tenaga Kerja yang kurang kualifikasi                 |
| 71.11        | 771                                      | G 12 | dipekerjaan pada proyek                              |
| B1 11        | Eksternal                                | C 13 | Produktifitas Tenaga Kerja Rendah                    |
| B1 12        | Komunikasi                               | C 14 | Keterbatasan jumlah material                         |
| D2 1         | IZ FC1//C D                              | 0.15 | dipasaran  |
| B2 1         | Kurang Efektifnya Pengawasan             | C 15 | Terlambatnya pengajuan contoh /                      |
| D2.2         | terhadap proyek                          | 0.16 | sample dari material                                 |
| B2 2         | Laporan Data Tanah yang Salah            | C 16 | Terdapatnya Fluktuasi harga material                 |
| B2 3         | Kurangnya Ketersediaan Tenaga            | C 17 | Rendahnya kualitas dari material                     |
| D2 4         | Kerja T. I. I. M. i. I.                  | C 10 | W. I. L. I. I. D. I. W.                              |
| B2 4         | Kekurangan Terhadap Material             | C 18 | Keterbatasan Jumlah Peralatan Kerja                  |
| B2 5         | Manajemen Pengaturan kas proyek          | C 19 | Kondisi Peralatan kerja yang rusak                   |
| B3 1         | yang buruk Desain                        | C 20 | Vassitas Dambiassas massals alab                     |
| B3 1         | Desain                                   | C 20 | Kesulitan Pembiayaan proyek oleh kontraktor          |
| B3 2         | Vatarlambatan Dalam Daliyari             | C 21 |  |
| D3 2         | Keterlambatan Dalam Delivery<br>Material | C 21 | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor |
| B4 1         | Kompleksitas Dari Desain                 | C 22 |  |
| B4 1<br>B4 2 |  | C 22 | Kondisi Cuaca yang tidak mendukung                   |
| D4 Z         | Pengalaman Tim Desain yang               | C 23 | kesulitan koordinasi antara pihak                    |
|              | Kurang                                   | 1    | dalam pirak  |

Dari setiap indicator yang telah di masukkan pada diagram fault tree analysis merupakan indicator usulan yang telah dipilih bersama pada bab sebelumnya. Pada umumnya, Intermediate event minimal mempunyai 2 basic event yang berbeda. Pada diagram ini ada beberapa yang logika deduktifnya hanya memiliki 1 basic event. Hal itu terjadi karena logika deduktif telah sesuai dengan konsisi riil dilapangan.

Penjelasan tersebut akan dijelaskan secara rinci dalam penelitian ini. Hal tersebut juga berkaitan dengan indicator yang telah dipilih riil. Indicator tersebut

mempunyai logika deduktif dengan event pada level diatasnya. Penjelasan adalah



Dalam Intermediate Event material dalam owner, hanya 1 indikator yang memungkinkan menjadi faktor penyebab keterlambatan yaitu adanya perubahan desain material selama konstruksi.

Hal tersebut dapat dilakukan karena pelaksana pekerjaan harus melakukan persetujuan material sebelum melakukan pembelian material. Perubahan tersebut memungkinkan terjadi karena berbagai pertimbangan oleh pihak owner yang tidak dapat disebutkan.

### b. B1 2 $\rightarrow$ B2 1 $\rightarrow$ C2



Pengawasan proyek dilapangan kurang efektif dikarenakan penanggung jawab dilapangan hanya 1 orang staff dan staff tersebut mengawasi beberapa proyek didaerah JATIMBALINUS. Hal tersebut berdampak pada pembatasan kerja dilangan

dilapangan.

Pembatasan yang dimaksud adalah ketika kontraktor mengajukan ijin pelaksanaan kerja pada penanggung jawab proyek yang sangat penting serta tidak dapat diwakilkan. Oleh karena itu penanggung jawab harus hadir mengawasi. Jika penanggung jawab berhalangan dan tidak dapat diwakilkan maka pelaksana pekerjaan mengalami pembatasan kerja pada saat itu.

#### c. B5 1→C4



Perubahan desain terjadi karena terkadang data tanah yang dijadikan acuan pada tahap desain berbeda dengan daya dukung pada saat pemancangan. Hal tersebut membuat tim



desain mereview kembali desain yang telah dibuat. Jika terjadi perubahan apapun pada desain sebelumnya. Maka owner akan memberikan rekomendasi berupa desain ulang dengan acuan data actual. Hal tersebut dapat memungkinkan terjadinya keterlambatan jika terlambat

dalam mengahasilkan dokumen rekomendasi / desain ulang.

#### d. B4 $2 \rightarrow C6$

Pengalaman tim desain yang kurang dimaksudkan dengan banyaknya perubahan organisasi dalam perusahan. Sehingga staff baru dalam organisasi fungsi kurang paham dengan desain. Oleh karena itu mereka belum familiar dengan software canggih yang harus digunakan dalam desain. Software canggih dalam perusahan juga terbatas penggunaan dengan terbatasnya user yang diberikan pada setiap staff yang ada. Bahkan software spesifik pun belum ada pada perusahaan tersbut. Hal ini karena Desain bukan merupakan *core business* perusahaan tersebut.

#### e. B1 3→C8



Satu – satunya indicator/basic event yang memungkinkan terjadi dalam owner adalah adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek. Hal tersebut terjadi dikarenakan persyaratan yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. Persyaratan fatal adalah tidak di penuhinya

aspek HSSE oleh kontraktor. Bias dimulai dengan ketertiban dalam pemakaian APD, Fit to work, dan lain sebagainya.

## f. B1 4→C9



Pengambilan keputusan yang lambat terjadi bergantung jenis keputusan keputusan yang akan diambil. Keputusan yang membutuhkan koordinasi antar fungsi dalam owner memungkinkan terjadi. Keputusan dalam pemberian izin pekerjaan pembesian misalnya. Keputusan ini harus

sepengetahuan fungsi Engineering agar spesifikasi sesuai dengan yang disyaratkan.

# g. B1 5→C10



Dalam hal ini peneliti tidak mengetahui dengan pasti proses pembayaran owner terhadap kontraktor. Dalam diagram ini adalah kontraktor telah memenuhi segala persyaratan serta mengikuti proses yang telah ditentukan. Hanya saja birokrasi dari perusahaan yang memungkinkan

keterlambatan.

#### h. B1 9 $\rightarrow$ B2 5 $\rightarrow$ C20



Berbeda dengan poin g diatas. diagram ini menjelaskan tentang kesulitan pembayaran proyek oleh kontraktor. Dalam hal inipun peneliti tidak mengetahui pasti sitem pembayaran yang terjadi dilokasi kerja. Kesulitan pembayaran tersebut terjadi karena pengaturan kas yang kurang baik oleh kontraktor. Pengaturan kas ini biasanya dialokasikan oleh kontraktor dalam beberapa

hal.

#### i. B1 10**→**C21



diagram ini berkaitan dengan point e. diagram inilah yang menyebabkan terjadi pemberhentian kerja oleh pemilik pekerjaan. Ada banyak hal tentang peraturan safety yang harus dipenuhi. Ada peraturan personal dengan standart fit to work dan Alat pelindung diri, maupun peraturan secara

general seperti menyedikan APAR, P3K, layout jalur evakuasi, Tirai Air dan lain sebagainya.

## j. B1 11→C22



Kondisi ini memang tidak dapat dihindari oleh kontraktor maupun pemilik proyek. Kondisi ini sering terjadi karena pelaksaan pekerjaan ini memiliki unsur safety yang sangat tinggi. jadi ketika hujan atau cuaca yang bahkan lebih buruk terjadi, pekerjaan akan otomatis berhenti sementara waktu.

## k. B1 12→C23



dalam proyek pembangunan ini tentunya banyak share holder yang akan terlibat. Mengkoordinasikan pekerjaan tersebut sangat tidak mudah dan tidak bias cepat. Koordinasi tersebut harus berupa surat maupun rapat koordinasi agar dapat menjadi tanggung jawab bersama

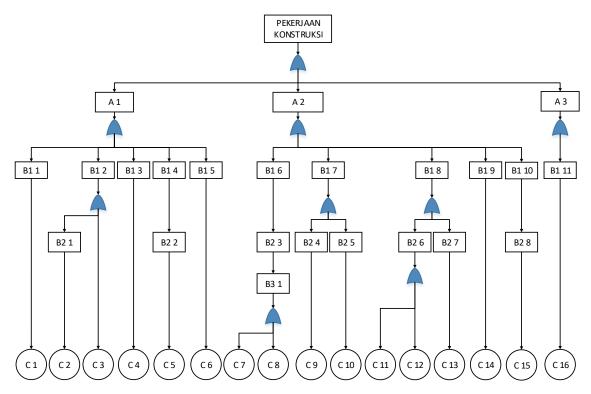
mengingat lokasi berdampingan dengan banyak perusahaan. Koordinasi ini bisa dimulai dengan permintaan izin sampai Kompensasi atas kebisingan bahkan kerusakan akibat pekerjaan yang dilakukan.

Berikut penjelasan yang dapat peneliti berikan. Oleh karena itu, basic event dapat mewakili atau sama nilainya dengan event diatasnya (intermediate event)

## 4.3. Pekerjaan Konstruksi

Pekerjaan konstruksi adalah pekerjaan bangunan utama dari sebuah proyek pembangunan tanki timbun. Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya, pekerjaan konstruksi mempunyai banyak sub item pekerjaan didalamnya. Pekerjaan konstruksi merupakan infestasi terbesar dalam proyek pembangunan tanki timbun. Harga dari setiap material yang digunakan mengalami fluktuasi harga yang begitu cepat. Oleh karena itu, banyak pelaksana yang mengerjakan tanki timbun melakukan infestasi material di awal dengan nilai yang sangat fantastis bahkan melebihi *down payment* awal yang diberikan.

Pekerjaan konstruksi tanki timbun juga memiliki metode pelaksanaan yang sangat rumit dengan toleransi yang sangat kecil dengan hitungan millimeter saja. Keberhasilan dalam persayaratan mutu sangat di priyoritaskan, mengingat kesulitan dalam pengerjaannya. Oleh karena itu dibutuhkan tenaga kerja yang sangat pengalaman khususnya pada saat pengelasan.



Gambar 4- 2. Diagram Fault Tree Analisys Untuk pekerjaan Pondasi

Dalam diagram diatas dapat dilihat alur logika deduktif pada setiap *event* yang akan di analisa. Pada pekerjaan konstruksi memang tidak serumit dan sekomplek pada diagram pekerjaan pondasi. Tetapi pekerjaan konstruksi merupakan pekerjaan utama pada pembanngunan tanki timbun dimana metode pekerjaannya sangat kompleks.

Pada pekerjaan konstruksi ini tidak ada sub item yang dapat dikerjakan dengan parallel. Oleh karena itu, kesalahan dalam pelaksanaan dapat mejadi faktor besar terjadinya keterlambatan.

Pengetesan paling sederhana masalah ketebalan lapisan *Coating* juga sangat diperhatikan. Apalagi mutu dalam pengelasan yang harus dilakukan radiografi sesuai persyaratan yang telah ditentukan. Prosedur serta alur dalam pekerjaan harus selalu diperhatikan oleh setiap *Quality control* Proyek tersebut.

Tabel 4- 2. Penjelasan code dan event pada diagram FTA pekerjaan konstruksi

| Code | Event      | Code | Event                          |
|------|------------|------|--------------------------------|
| A 1  | Owner      | B2 7 | Perencanaan proyek yang kurang |
|      |            |      | tepat                          |
| A 2  | Kontraktor | B2 8 | Manajemen pengaturan kas       |
|      |            |      | proyek yang buruk oleh         |
|      |            |      | kontraktor                     |

| A 3   | Lain – Lain   | B3 1 | Produktifitas tenaga kerja yang rendah                                     |
|-------|---|------|--|
| B1 1  | Material  | C 1  | Adanya peubahan spesifikasi<br>material selama konstruksi                  |
| B1 2  | Project Related   | C 2  | Adanya Pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek                         |
| B1 3  | Kontrak   | C 3  | Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek                               |
| B1 4  | Komunikasi  | C 4  | Pemberian proyek dengan metode penawaran terendah                          |
| B1 5  | Keuangan  | C 5  | Pengambilan keputusan yang lama  |
| B1 6  | Tenaga Kerja  | C 6  | Keterlambatan dalam proses pembayaran                                      |
| B1 7  | Material  | C 7  | Tenaga kerja yang kurang<br>kualifikas dipekerjakan pada<br>proyek         |
| B1 8  | Project Related   | C 8  | Kurangnya tenaga kerja yang<br>berpengalaman pada organisasi<br>kontraktor |
| B1 9  | Site Related  | C 9  | Keterbatasan jumlah material dipasaran                                     |
| B1 10 | Keuangan  | C 10 | Keterlambatan memulai order material long-lead                             |
| B1 11 | Eksternal   | C 11 | Permasalahan dengan sub<br>kontraktor                                      |
| B2 1  | Pembatasan Kerja dilapangan                               | C 12 | Kecelakaan kerja selama<br>konstruksi                                      |
| B2 2  | proses birokrasi yang berlebihan                          | C 13 | Adanya pekerjaan ulang akibat kesalahan oleh kontraktor                    |
| B2 3  | Kurangnya ketersediaan tenaga kerja                       | C 14 | Peraturan Safety yang tidak di penuhi oleh kontraktor                      |
| B2 4  | kekurangan terhadap material                              | C 15 | kesulitan pembayaran proyek oleh kontraktor                                |
| B2 5  | keterlambatan dalam delivery<br>material                  | C 16 | kondisi cuaca yang tidak<br>mendukung                                      |
| B2 6  | pengalaman yang kurang<br>terhadap proyek oleh kontraktor |      |  |

Sama halnya dengan diagram fault tree analysis pekerjaan pondasi. Diagram FTA pekerjaan konstruksi pun mempunya intermediate event yang memiliki satu basic event. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa penelitian ini sesuai dengan kondisi riil dilokasi kerja dan dapat berbeda pada setiap proyek yang dikerjakan. Berikut adalah penjelasan yang dapat peneliti uraikan.

# a. B1 1→C1

Kondisi ini pernah terjadi pada proyek sebelum di lokasi kerja yang berbeda. Hal ini terjadi karena ketidak telitian owner dalam menentukan spesifikasi material sehingga dapat berubah ketika pelaksanaan. Walaaupun kondisi tersebut sangat jarang terjadi, kondisi ini menjadi sangat menentukan keberlangsungan proyek. Karena material dalam tahap konstruksi adalah material long-lead. Oleh karena itu diharapkan indicator ini tidak terjadi pada setiap proyek.

#### b. B2 1→C2



Berbeda halnya dengan pekerjaan pondasi. Pembatasan kerja terjadi karena pengawasan yang kurang efektif. Sedangkan pada pekerjaan konsruksi pembatasan kerja menimbulkan pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek. Kondisi ini terjadi jika kontraktor tidak mengindahkan peringatan yang diberikan oleh pemilik proyek. Seperti peringatan untuk proses pengelasan harus dilakukan oleh pekerja dengan sertifikat yang masih hidup

bahkan telah lulus uji WPQT.

#### c. B1 3→C4



Kondisi memang terjadi, karena system pemilihan yang memang dipersyaratkan. Tetapi tidak semua kontraktor dengan penawar terendah mempunyai masalah dengan keterlambatan waktu. Kondisi ini sangat rentan dengan keterlambatan mengingat harga material konstruksi

sangat sensitif. kondisi ini berkaitan dengan fluktuasi harga material dipasaran dengan harga yang telah ditawarkan oleh kontraktor.

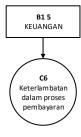
## d. B1 4→B2 2→C5



Seperti yang dijelaskan pada bab – bab senelumnya bahwa pekerjaan konnstruksi mempunyai metode pekerjaan yang kompleks serta toleransi yang sangat kecil. Mengingat kompleksnya pekerjaan konstruksi, maka harus diimbangi birokrasi yang rumit yang menyebabkan pengambilan

keputusan yang lama. Bagi pelaksana yang belum terbiasa dengan pekerjaan konstruksi ini, bisa dibilang birokrasinya sangat berlebihan bahkan memerlukan waktu yang sangat panjang untuk mencapai persetujuan.

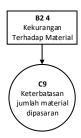
#### e. B1 5→C6



sama halnya pekerjaan pondasi. Peneliti tidak mengetahui detail proses pembayaran owner terhadap kontraktor. Pada tahap ini kas kontraktor akan terkuras demi memenuhi progress kerja dilapangan. Oleh karena itu, keterlambatan dalam proses pembayaran dapat memungkinnya menjadi

indicator keterlambatan penyelesaian proyek. Dalam pekerjaan konstruksi ini seharusnya progress kerja dilapangan bisa mencapai 70%.

#### f. B2 4→C9



kondisi ini sangat sering terjadi, khususnya pada material pendukung dan material sekunder. Karena sifat material sangat spesifik dengan volume yang sangat banyak. Oleh karena itu ketersedian material dipasaran tidak selalu terpenuhi. Untuk mengatasi hal tersebut, pelaksana

biasanya mempunyai kerjasama langsung dengan supplier yang bersangkutan. Kondisi ini juga dapat terjadi jiga terjadi kesalahan fabrikasi yang dilakukan kontraktor sehingga memungkinkan melakukan pembelian ulang material tersebut.

#### g. B2 5→C10



Kondisi ini berbeda dengan kondisi pada poin f. kondisi ini adalah keterlambatan dalam pemesanan material longlead. Hal ini biasa terjadi karena kondisi dilapangan yang belum siap bahkan karena pembayaran yang belum mencapai kesepakatan. Walaupun bisa didatangkan

secara berkala. Namun keterlambatan dalam pengiriman sangat sering terjadi. Banyak hal yang dapat mempengaruhi pengiriman material tersebut. Untuk kasus ini peneliti focus pada keterlambatan pemesanan oleh kontraktor.

#### h. B2 7→C13



Perencanaan proyek dalam pekerjaan konstruksi sangat penting. Pekerjaan konstruksi sangatlah kompleks dengan nilai rupiah yang sangat besar. Kondisi sangat dihindari oleh pelaksana pekerjaan walaupun akhirnya terdapat pekerjaan ulang yang harus diperbaiki. Karena pada

dasarnya tidak ada pekerjaan yang sempurna. Pelaksana hanya dapat melakukan yang terbaik. Oleh karena itu, kondisi ini menjadi faktor penyebab keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Pekerjaan ulang tersebut dapat menghambat semua pekerjaan setelahnya.

#### i. B1 9**→**C14



Kondisi sama dengan pekerjaan pondasi. Bahkan sangat ketat dan lebih banyak persyaratan dalam pekerjaan konstruksi. Karena dalam pekerjaan konstruksi memiliki resiko fatality yang sangat tinggi. oleh karena itu pekerjaan dapat dilaksanakan jika prosedurnya telah dilengkapi serta

disetujui oleh pemilik proyek maupun share holder yang terlibat dalam pembangunan proyek tersebut.

#### j. B1 10→B2 8→C15

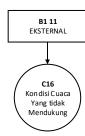


Seperti halnya dengan pekerjaan pondasi. Kedua pekerjaan ini memerlukan pengaturan kas yang sangat baik. Karena nilai kedua pekerjaan ini sangat lah besar dan menentukan bagi keberlangsungan proyek.

Kondisi ini sedikit berbeda dengan pembayaran pondasi yang bersifat direct. Pembayaran pada tahap ini tidak lagi direct karena material yang dipesan

merupakan long-lead. Ketidak sanggupan kontraktor dalam hal pembayaran tidak hanya dalam pembelian, juga pembayaran terhadap tenaga kerja merupakan salah satu kesalahan yang harus diperbaiki. Karena hal tersebut dapat mengacaukan perencanaan proyek yang telah ditata dengan baik.

#### k. B1 11→C16



Kondisi sedikit berbeda dengan pekerjaan pondasi. Pada pekerjaan pondasi, hujan dapat dimanfaatkan sebagai curing beton.

Pekerjaan konstruksi sangat bergantung pada kondisi cuaca. Apalagi jika sampai pada tahap erection sheel.

Pekerjaan pengelasan otomatis terhenti apabila hujan datang. Tidak seperti pondasi yang dibiarkan begitu saja dan dimanfaatkan. Pada kondisi ini pekerja harus siap siaga mengamankan peralatan kerja khususnya yang berhubungan dengan kelistrikan ketika hujan akan datang.

### 4.4. Formula Fault tree Analysis

Untuk menentukan hasil dari sebuah Top Event maka diperlukan formula atau rumus yang biasa digunakan untuk menghitung besaran probabilitas pada Top Event. Formula Fault tree analysis mengacu pada *Rules of Boolean Algebra* (Fault Tree Handbook, 1981) adalah sebagai berikut.

- Rumus or Gate 2 Basic Event B2b

$$P = (P_A + P_B) - (P_{AB})$$

- Rumus or Gate 3 Basic Event

$$P = (P_A + P_B + P_C) - (P_{AB} + P_{AC} + P_{BC}) + (P_{ABC})$$

- Rumus And Gate 3 Basic Event

$$P = P_A \times P_B \times P_C$$

Perhitungan yang dilakukan untuk penentuan top event dilakungan dengan perhitungan berdasarkan basic event paling bawah. Dengan rumus – rumus diatas maka diagram diatas dapat di rumuskan sebagai berikut.

#### 4.5. Kuesioner

Setelah mempunyai Populasi yang akan dijadikan sample pengambilan data penilitian, maka selanjutnya dalah penyebaran kuisoner yang telah dibuat. Kuisioner tersebut diharapkan dapat mewakili hasil probabilitas pada setiap indicator yang telah menajadi event pada diagram FTA. Probabilitas tersebutlah yang nantiya menjadi acuan perhitungan dari FTA. Besaran pada setiap event yang dinilai mempunyai nilai penting dalam alanalisa. Walaupun probabilitasnnya sangat kecil tidak menutup kemungkinan hal tersebut dapat terjadi pada proyek serupa selanjutnya.

Kuisioner ini memiliki informasi tentang event yang akan di analisa dalam FTA. Tidak semua sample mempunyai bobot yang sama. Para penanggung jawab proyek tentunya mempunyai bobot yang lebih besar dari pada sample lainnya. Selain penanggung jawab proyek adapun jabatan mempungaruhi dalam pembobotan sample tersebut. Kuisioner akan dibagi pada setiap diagram FTA yang akan diteliti.

Tabel 4- 3. Format Kuisioner Pembangunan Tanki Timbun Pekerjaan Pondasi dan Pekerjaan Konstruksi

| Nie | DED/TANIS/AAN   | SKAL | A |   |   |   |
|-----|---|------|---|---|---|---|
| No  | PERTANYAAN  |      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.  | Setujukah anda bahwa Faktor - Faktor Dibawah adalah penyebab<br>keterlambatan dalam PEKERJAAN PONDASI ? |      |   |   |   |   |
| I   | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Personal/Tenaga Kerja   |      |   |   |   |   |
| 1   | Kurangnya ketersediaan tenaga kerja   |      |   |   |   |   |
| 2   | Produktivitas dari tenaga kerja yang rendah   |      |   |   |   |   |
| 3   | Tenaga kerja yang kurang kualifikasi dipekerjakan pada proyek   |      |   |   |   |   |
| 4   | Kurangnya tenaga kerja yang berpengalaman pada organisasi kontraktor.                                   |      |   |   |   |   |
| II  | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Material  |      |   |   |   |   |
| 5   | Kekurangan terhadap material  |      |   |   |   |   |

| 7 Terdapatnya fluktuasi harga material 8 Adanya perubahan spesifikasi material selama konstruksi 9 Keterbatasan jumlah material di pasaran 10 Rendahnya kualitas dari material 11 Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material 11 Keterlambatan yang diakibatkan oleh Peralatan Kerja 12 Keterbatasan jumlah peralatan kerja 13 Kondisi peralatan kerja yang rusak 1V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 15 Pembatasan kerja di lapangan 16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site 17 Laporan data tanah yang salah 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama VIII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Finansial |          |
|--|----------|
| 9 Keterbatasan jumlah material di pasaran 10 Rendahnya kualitas dari material 11 Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material 11 Keterlambatan yang diakibatkan oleh Peralatan Kerja 12 Keterbatasan jumlah peralatan kerja 13 Kondisi peralatan kerja yang rusak 1V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 15 Pembatasan kerja di lapangan 16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site 17 Laporan data tanah yang salah 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| 10 Rendahnya kualitas dari material 11 Terlambatnya pengajuan contoh/sampel dari material 11 Keterlambatan yang diakibatkan oleh Peralatan Kerja 12 Keterbatasan jumlah peralatan kerja 13 Kondisi peralatan kerja yang rusak 1V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 15 Pembatasan kerja di lapangan 16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site 17 Laporan data tanah yang salah 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Peralatan Kerja 12 Keterbatasan jumlah peralatan kerja 13 Kondisi peralatan kerja yang rusak IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 15 Pembatasan kerja di lapangan 16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site 17 Laporan data tanah yang salah 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama  |          |
| III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Peralatan Kerja  12 Keterbatasan jumlah peralatan kerja  13 Kondisi peralatan kerja yang rusak  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal  14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  15 Pembatasan kerja di lapangan  16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama   | $\dashv$ |
| 12 Keterbatasan jumlah peralatan kerja 13 Kondisi peralatan kerja yang rusak  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 15 Pembatasan kerja di lapangan 16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site 17 Laporan data tanah yang salah 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama  | $\dashv$ |
| IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal  14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  15 Pembatasan kerja di lapangan  16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama   | $\vdash$ |
| IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal  14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  15 Pembatasan kerja di lapangan  16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama   | $\vdash$ |
| 14 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  15 Pembatasan kerja di lapangan  16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama   | $\vdash$ |
| V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  15 Pembatasan kerja di lapangan  16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama  |          |
| 15 Pembatasan kerja di lapangan  16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| 16 Utilitas seperti air, listrik yang tidak tersedia di site  17 Laporan data tanah yang salah  18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama  |          |
| 17 Laporan data tanah yang salah 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| 18 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama  |          |
| VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek  22 Pengambilan keputusan yang lama  |          |
| VII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
| 21 Kesulitan koordinasi antara para pihak dalam proyek 22 Pengambilan keputusan yang lama  |          |
| 22 Pengambilan keputusan yang lama   |          |
|  |          |
| VIII Keterlambatan yang diakibatkan oleh Finansial   |          |
|  |          |
| 23 Keterlambatan dalam proses pembayaran pekerjaan   |          |
| 24 Kesulitan pembiayaan proyek oleh kontraktor   |          |
| 25 Manajemen pengaturan kas proyek yang buruk oleh kontraktor  |          |
| IX Keterlambatan yang diakibatkan oleh Desain  |          |
| 1 Terjadinya perubahan desain yang berulang - ulang.   |          |
| 2 Keterlambatan dalam menghasilkan dokumen desain.   |          |
| 3 Gambar desain yang tidak tepat dan tidak jelas.  |          |
| 4 Kompleksitas dari desain   |          |
| 5 Pengumpulan data yang kurang lengkap serta survey yang tidak   |          |
| memadai sebelum dilakukan desain.  6 Pengalaman tim desain yang kurang   |          |
| 7 Tidak dipergunakannya software canggih dalam pembuatan desain.   |          |
| Setujukah anda bahwa Faktor - Faktor Dibawah adalah penyebab   |          |
| keterlambatan dalam PEKERJAAN KONSTRUKSI ?   |          |
| I Keterlambatan yang diakibatkan oleh Personal/Tenaga Kerja  |          |
| 1 Kurangnya ketersediaan tenaga kerja  |          |
| 2 Produktivitas dari tenaga kerja yang rendah  |          |
| 3 Tenaga kerja yang kurang kualifikasi dipekerjakan pada proyek  |          |
| 4 Kurangnya tenaga kerja yang berpengalaman pada organisasi kontraktor.  |          |
| II Keterlambatan yang diakibatkan oleh Material  |          |

| 6 Keterlambatan dalam delivery material 7 Adanya perubahan spesifikasi material selama konstruksi 8 Keterbatasan jumlah material di pasaran 9 Keterlambatan memulai order material long-lead Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 10 Kondisi cuaca yang tidak mendukung III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 11 Pembatasan kerja di lapangan 12 Kecelakaan kerja selama konstruksi 13 Permasalahan dengan subkontraktor 14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi 15 Perencanaan proyek yang tidak tepat 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah. V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama | 5   | Kekurangan terhadap material                               |  |  |
|---|-----|--|--|--|
| 8 Keterbatasan jumlah material di pasaran 9 Keterlambatan memulai order material long-lead  Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal 10 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related 11 Pembatasan kerja di lapangan 12 Kecelakaan kerja selama konstruksi 13 Permasalahan dengan subkontraktor 14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi 15 Perencanaan proyek yang tidak tepat 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah. V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama   | 6   | Keterlambatan dalam delivery material                      |  |  |
| Keterlambatan memulai order material long-lead   Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal  | 7   | Adanya perubahan spesifikasi material selama konstruksi    |  |  |
| Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal  10 Kondisi cuaca yang tidak mendukung  III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  11 Pembatasan kerja di lapangan  12 Kecelakaan kerja selama konstruksi  13 Permasalahan dengan subkontraktor  14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi  15 Perencanaan proyek yang tidak tepat  16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor.  17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   | 8   | Keterbatasan jumlah material di pasaran                    |  |  |
| III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  11 Pembatasan kerja di lapangan  12 Kecelakaan kerja selama konstruksi  13 Permasalahan dengan subkontraktor  14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi  15 Perencanaan proyek yang tidak tepat  16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor.  17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   | 9   | Keterlambatan memulai order material long-lead             |  |  |
| III Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related  11 Pembatasan kerja di lapangan  12 Kecelakaan kerja selama konstruksi  13 Permasalahan dengan subkontraktor  14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi  15 Perencanaan proyek yang tidak tepat  16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor.  17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   |     | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Eksternal              |  |  |
| 11 Pembatasan kerja di lapangan 12 Kecelakaan kerja selama konstruksi 13 Permasalahan dengan subkontraktor 14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi 15 Perencanaan proyek yang tidak tepat 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah. V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama  | 10  | Kondisi cuaca yang tidak mendukung                         |  |  |
| 12 Kecelakaan kerja selama konstruksi 13 Permasalahan dengan subkontraktor 14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi 15 Perencanaan proyek yang tidak tepat 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah. V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama  | III | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Project Related        |  |  |
| 13 Permasalahan dengan subkontraktor  14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi  15 Perencanaan proyek yang tidak tepat  16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor.  17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama  | 11  | Pembatasan kerja di lapangan                               |  |  |
| 14 Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi 15 Perencanaan proyek yang tidak tepat 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama  | 12  | Kecelakaan kerja selama konstruksi                         |  |  |
| 15 Perencanaan proyek yang tidak tepat 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah. 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama   | 13  | Permasalahan dengan subkontraktor                          |  |  |
| 16 Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor.  17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   | 14  | Adanya pekerjaan ulang karena kesalahan eksekusi           |  |  |
| 17 Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek  IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   | 15  | Perencanaan proyek yang tidak tepat                        |  |  |
| IV Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak  18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama  | 16  | Pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor.    |  |  |
| 18 Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.  V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama  | 17  | Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek               |  |  |
| V Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related  19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.  20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   | IV  | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Kontrak                |  |  |
| 19 Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor. 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama  | 18  | Pemberian proyek dengan metode penawar terendah.           |  |  |
| 20 Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek  VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi  21 Proses birokrasi yang berlebihan  22 Pengambilan keputusan yang lama   | V   | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Site Related           |  |  |
| VI Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi 21 Proses birokrasi yang berlebihan 22 Pengambilan keputusan yang lama  | 19  | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor.      |  |  |
| 21     Proses birokrasi yang berlebihan       22     Pengambilan keputusan yang lama  | 20  | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek         |  |  |
| 22 Pengambilan keputusan yang lama  | VI  | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Komunikasi             |  |  |
|   | 21  | Proses birokrasi yang berlebihan                           |  |  |
| VII Keterlambatan yang diakibatkan alah Financial   | 22  | Pengambilan keputusan yang lama                            |  |  |
| VII Keteriambatan yang diakibatkan oleh Finansiai   | VII | Keterlambatan yang diakibatkan oleh Finansial              |  |  |
| 23 Keterlambatan dalam proses pembayaran pekerjaan  | 23  | Keterlambatan dalam proses pembayaran pekerjaan            |  |  |
| 24 Kesulitan pembiayaan proyek oleh kontraktor  | 24  | Kesulitan pembiayaan proyek oleh kontraktor                |  |  |
| 25 Manajemen pengaturan kas proyek yang buruk oleh kontraktor   | 25  | Manajemen pengaturan kas proyek yang buruk oleh kontraktor |  |  |

Event yang tertera pada kuisioner ini adalah indicator yang merupakan *basic* event dalam diagram FTA pekerjaan konstruksi dan pekerjaan Pondasi. Sesuai dengan logika deduktif yang telah dijelas sebelumnya bahwa hanya Basic Event yang dimasukkan dalam Kuisioner ini. Maka event diatasnya merupakan hasil analisa sesuai dengan symbol serta level pada diagram FTA.

Kuesioner tersebut akan dibuat dengan bantuan google form agar mudah mendistribusikan dalam keadaan pandemic seperti sekrang. Berikut adalah Link Kuesioner google form.

### Link:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSejUiaPF0E\_3F8BojiVXWlzZ-oqWGNIWzXSqIc9k4CHebRKYQ/viewform?usp=sf\_link

#### BAB V

### **FAULT TREE ANALYSIS**

#### 5.1. Nilai Probabilitas

Nilai probalitas pada sebuah diagram Fault tree analysis adalah sebuah peluang pada setiap basic event yang akan di teliti. Nilai tersebut yang kemudian menjadi nilai pada setiap basic event. Nilai basic event kemudian akan dianalisa sesuai dengan diagram FTA yang kemudian menjadi nilai pada setiap intermediate event.

#### 5.1.1. Nilai Probabilitas Basic Event

Nilai *input* probabilitas dapat diperoleh dari hasil olah data derdruktif dari kuesioner yang telah disebar pada setiap responden. Hasil frekuensi dari setiap basic event dengan jawaban setuju dan sangat setuju menjadi input nilai probabilitas pada diagram fault tree analysis.

Tabel 5- 1. Tabel Nilai Probabilitas Basic Event Pekerjaan Pondasi

| Kode | Basic Event   | Nilai<br>Probabilitas | Maping    |
|------|---|-----------------------|-----------|
| C 1  | Adanya Perubahan Spesifikasi Material Selama<br>Konstruksi                          | 0,595                 | Owner     |
| C 2  | Pembatasan Kerja dilapangan   | 0,676                 | Owner     |
| C 3  | Utilitas Seperti Air dan Listrik Tidak tersedia di site                             | 0,459                 | Owner     |
| C 4  | Keterlambatan dalam menghasilkan dokumen desain                                     | 0,784                 | Owner     |
| C 5  | Gambar Desain yang tidak tepat dan tidak jelas                                      | 0,676                 | Owner     |
| C 6  | Tidak dipergunakannya software canggih dalam pembuatan desain                       | 0,541                 | Owner     |
| C 7  | Pengumpulan data yang kurang lengkap serta survey yang tidak memadai sebelum desain | 0,838                 | Owner     |
| C 8  | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek                                  | 0,649                 | Owner     |
| C 9  | pengambilan keputusan yang lama   | 0,730                 | Owner     |
| C 10 | keterlamabatan dalam proses pembayaran  | 0,405                 | Owner     |
| C 11 | kurangnya tenaga kerja yang berpengalaman pada organisasi proyek                    | 0,757                 | Kotraktor |
| C 12 | Tenaga Kerja yang kurang kualifikasi dipekerjaan pada proyek                        | 0,703                 | Kotraktor |
| C 13 | Produktifitas Tenaga Kerja Rendah   | 0,784                 | Kotraktor |
| C 14 | Keterbatasan jumlah material dipasaran  | 0,459                 | Kotraktor |
| C 15 | Terlambatnya pengajuan contoh / sample dari material                                | 0,622                 | Kotraktor |

| C 16 | Terdapatnya Fluktuasi harga material                 | 0,459 | Kotraktor |
|------|--|-------|-----------|
| C 17 | Rendahnya kualitas dari material                     | 0,432 | Kotraktor |
| C 18 | Keterbatasan Jumlah Peralatan Kerja                  | 0,703 | Kotraktor |
| C 19 | Kondisi Peralatan kerja yang rusak                   | 0,568 | Kotraktor |
| C 20 | Kesulitan Pembiayaan proyek oleh kontraktor          | 0,676 | Kotraktor |
| C 21 | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor | 0,730 | Kotraktor |
| C 22 | Kondisi Cuaca yang tidak mendukung                   | 0,703 | Lain-lain |
| C 23 | kesulitan koordinasi antara pihak dalam pirak        | 0,649 | Lain-lain |

Tabel tersebut adalah tabel nilai probabilitas basic event. Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa nilai probabilitas pada basic event pekerjaan pondasi terbesar adalah 83,8% dengan indicator "Pengumpulan data yang kurang lengkap serta survey yang tidak memadai sebelum desain". Indicator tersebut berada dalam maping indicator pada owner yang berarti besar peluang bahwa owner dapat memperlambat jalannya proyek.

Dalam pekerjaan pondasi ini didominasi dengan indicator — indicator didalam faktor desain. Oleh karenanya, memastikan desain sesuai sangatlah penting. Tidak hanya itu, disain harus disesuaikann dengan keadaan terkini. Karena data bisa saja berbeda seiring berjalannya waktu, apalagi berkaitan dengan desain yang berhubungan dengan struktur tanah.

Tabel 5-2. Nilai Probabilitas Basic Event Pekerjaan Konstruksi

| Kode | Basic Event  | Nilai<br>Probabilitas | Maping     |
|------|--|-----------------------|------------|
| C 1  | Adanya peubahan spesifikasi material selama konstruksi               | 0,541                 | Owner      |
| C 2  | Adanya Pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek                   | 0,757                 | Owner      |
| C 3  | Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek                         | 0,541                 | Owner      |
| C 4  | Pemberian proyek dengan metode penawaran terendah                    | 0,541                 | Owner      |
| C 5  | Pengambilan keputusan yang lama                                      | 0,649                 | Owner      |
| C 6  | Keterlambatan dalam proses pembayaran                                | 0,432                 | Owner      |
| C 7  | Tenaga kerja yang kurang kualifikas dipekerjakan pada proyek         | 0,703                 | Kontraktor |
| C 8  | Kurangnya tenaga kerja yang berpengalaman pada organisasi kontraktor | 0,703                 | Kontraktor |
| C 9  | Keterbatasan jumlah material dipasaran                               | 0,595                 | Kontraktor |
| C 10 | Keterlambatan memulai order material long-lead                       | 0,811                 | Kontraktor |
| C 11 | Permasalahan dengan sub kontraktor                                   | 0,595                 | Kontraktor |
| C 12 | Kecelakaan kerja selama konstruksi                                   | 0,432                 | Kontraktor |

| C 13 | Adanya pekerjaan ulang akibat kesalahan oleh kontraktor | 0,676 | Kontraktor |
|------|---|-------|------------|
| C 14 | Peraturan Safety yang tidak di penuhi oleh kontraktor   | 0,730 | Kontraktor |
| C 15 | kesulitan pembayaran proyek oleh kontraktor             | 0,676 | Kontraktor |
| C 16 | kondisi cuaca yang tidak mendukung                      | 0,649 | Lain-lain  |

Berbeda dengan hasil nilai probabilitas pada pekerjaan pondasi. Pada pekerjaan konstruksi ini Kontraktor memang lebih memiliki peluang menyebabkan keterlambatan pada penyelesaian proyek. Hal tersebut didasari dengan nilai tertinggi pada nilai probabilitas pada basic event pekerjaan konstruksi yang bernilai 0,811. Indicator tersebut adalah "Keterlambatan memulai order material long-lead". Sangat benar bahwa order material longlead dapat menyebabkan keterlambatan. Hal ini dapat disebabkan karena material utama pekerjaan konstruksi adalah struktur baja. Material baja dengan volume terjangkau memang dapat diorder dengan kondisi mendadak bahkan dapat dibeli pada hari itu juga. Tetapi dengan volume sangat besar, kontraktor harus melakukan order material long-lead. Bahkan kontraktor harus rela berinvestasi jika order material long-lead harus dilakukan sebelum termin diturunkan.

Tidak hanya Keterlambatan memulai order material long-lead yang dapat menyebabkan keterlambatan. Tetapi juga pemberhentian proyek yang dilakukan oleh owner dapat menghambat lajunya pekerjaan dilapangan. Hal tersebut juga berdasarkan tingginya nilai probabilitas pada indicator tersebut yang bernilai 0,75. Tentunya ini juga terjadi atas dasar berbagai aspek pertimbangan. Seperti menunggu hasil test keluar bahkan menunggu umur beton pada pondasi tercapai. Tidak hanya itu, sering kali pemberhentian ini terjadi karena kelalaian kontraktor yang tidak mengikuti peosedur yang telah diajukan.

#### **5.1.2.** Nilai Probabilitas Intermediate Event

Nilai Probabilitas Intermediate Event bisa didapatkan sesuai formula yang telah disampaikan pada bab – bab sebelumnya. Intermediate event mempunyai beberapa level pada diagram FTA. Mengacu pada diagram FTA sebelumnya maka nilai intermediate event dapat direkapitulasi pada tabel berikut.

Tabel 5-3. Nilai Probabilitas Intermediate Event (Indikator) Pekerjaan Pondasi

|      |                    | _ · J · · · ·         |        |
|------|--------------------|-----------------------|--------|
| Kode | Intermediate Event | Nilai<br>Probabilitas | Maping |

| B2 1 | Kurang Efektifnya Pengawasan terhadap proyek      | 0,676 | Owner      |
|------|---|-------|------------|
| B2 2 | Laporan Data Tanah yang Salah (Laporan Data Tanah | 0,968 | Owner      |
|      | Yang tidak tepat waktu)                           |       |            |
| B2 3 | Kurangnya Ketersediaan Tenaga Kerja               | 0,927 | Kontraktor |
| B2 4 | Kekurangan Terhadap Material                      | 0,889 | Kontraktor |
| B2 5 | Manajemen Pengaturan kas proyek yang buruk        | 0,676 | Kontraktor |

Tabel diatas menjelaskan rekapitulasi intermediate Event pada level indicator. Pada tabel tersebut dijelaskan bahwa nilai probabilitas tertinggi adalah Laporan data tanah yang salah dengan nilai 0,968. Mengacu pada penjelasan sebelumnya bahwa laporan tanah adalah sebuah acuan dasar dalam melakukan desain. Oleh karena itu, jika ada kesalahan dalam data atau ketidak sesuaian dapat memperlambat penyelesaian proyek. Dalam Maping indicator ini berada dalam diagram Owner. Hal tersebut berarti owner mempunyai peluang dalam keterlambatan penyelesaian proyek.

Selanjutnya adalah indicator Kurangnya ketersediaan Tenaga Kerja dan Kekurangan Terhadap Material yang berada dalam maping kontraktor. Ini adalah dua indicator penting dalam penyelesaian proyek. Tanpa Kehandalan dalam tenaga kerja serta terpenuhinya kebutuhan material, proyek tidak dapat berjalan lancar. Terlepas dari Laporan Tanah yang salah atau tidak sesuai. Dua indicator tersebut cukup memberi perhatian. Karena setiap tenaga kerja serta Material mempunyai prosedur yang harus dilaksakan.

Tabel 5-4. Nilai Probabilitas Intermediate Event (indicator) Pekerjaan Konstruksi

| Kode | Intermediate Event                                     | Nilai<br>Probabilitas | Maping     |
|------|--|-----------------------|------------|
| B2 1 | Pembatasan Kerja dilapangan                            | 0,757                 | Owner      |
| B2 2 | proses birokrasi yang berlebihan                       | 0,649                 | Owner      |
| B2 3 | Kurangnya ketersediaan tenaga kerja                    | 0,912                 | Kontraktor |
| B2 4 | kekurangan terhadap material                           | 0,595                 | Kontraktor |
| B2 5 | keterlambatan dalam delivery material                  | 0,810                 | Kontraktor |
| B2 6 | pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor | 0,769                 | Kontraktor |
| B2 7 | Perencanaan proyek yang kurang tepat                   | 0,676                 | Kontraktor |
| B2 8 | Manajemen pengaturan kas proyek yang buruk oleh        | 0,676                 | Kontraktor |
|      | kontraktor   |                       |            |

Diatas adalah tabel yang menjelaskan tentang nilai probabilitas Intermediate Event pada Pekerjaan Konstruksi. Pada pekerjaan konstruksi, nilai tertinggi adalah kurangnya ketersediaan tenaga kerja dengan nilai probabilitas 0,912. Hal ini sangat sering terjadi pada setiap pekerjaan dkonstruksi dimanapun.

Tetapi pada kasus ini adalah kurang nya ketersediaan pekerja dengan kualifikasi welder atau tukang las.

Pada urutan kedua adalah keterlambatan dalam delivery material dengan nilai probabilitas 0,81 dan urutan ketiga dengan nilai 0,769 pada event pengalaman yang kurang terhadap proyek oleh kontraktor. Tiga event yang memiliki nilai probabilitas terbesar terdapat dalam maping Kontraktor. Hal tersebut menjadi perhatian karena kontraktor memiliki peluang besar dalam keterlambatan penyelesaian proyek.

Owner tetap tidak terlepas dari peluang penyebab keterlambatan penyelesaian proyek. Ada beberapa event yang dalam owner yang juga mendapat perhatian. Proses birokrasi yang berlebihan menjadi kesulitan tersendiri bagi kontraktor dalam menyelesaikan proyek. Hal tersebut karena dalam pekerjaan konstruksi terdapat prosedur – prosedur yang harus dijalan sesuai code.

Tabel 5- 5. Nilai Probabilitas Intermediate Event (Faktor) Pekerjaan Konstruksi

| Kode  | Intermediate Event | Nilai<br>Probabilitas | Maping     |
|-------|--------------------|-----------------------|------------|
| B1 1  | Material           | 0,541                 | Owner      |
| B1 2  | Project Related    | 0,888                 | Owner      |
| B1 3  | Kontrak            | 0,541                 | Owner      |
| B1 4  | Komunikasi         | 0,649                 | Owner      |
| B1 5  | Keuangan           | 0,432                 | Owner      |
| B1 6  | Tenaga Kerja       | 0,912                 | Kontraktor |
| B1 7  | Material           | 0,923                 | Kontraktor |
| B1 8  | Project Related    | 0,925                 | Kontraktor |
| B1 9  | Site Related       | 0,729                 | Kontraktor |
| B1 10 | Keuangan           | 0,676                 | Kontraktor |
| B1 11 | Eksternal          | 0,649                 | Cuaca      |

Tabel 5- 6. Nilai Probabilitas Intermediate Event (Faktor) Pekerjaan Pondasi

| Kode  | Intermediate Event | Nilai<br>Probabilitas | Maping     |
|-------|--------------------|-----------------------|------------|
| B1 1  | Material           | 0,595                 | Owner      |
| B1 2  | Project Related    | 0,994                 | Owner      |
| B1 3  | Site Related       | 0,649                 | Owner      |
| B1 4  | Komunikasi         | 0,729                 | Owner      |
| B1 5  | Keuangan           | 0,405                 | Owner      |
| B1 6  | Tenaga Kerja       | 0,984                 | Kontraktor |
| B1 7  | Material           | 0,937                 | Kontraktor |
| B1 8  | Peralatan Kerja    | 0,871                 | Kontraktor |
| B1 9  | Keuangan           | 0,676                 | Kontraktor |
| B1 10 | Site Related       | 0,729                 | Kontraktor |
| B1 11 | Eksternal          | 0,703                 | Cuaca      |

B1 12 Komunikasi 0,649 OP

Setelah mendapatkan beberapa indicator penyebab keterlambatan proyek. Maka sel;anjutnya adalah faktor penyebab keterlambatan proyek. Pada pekerjaan pondasi, nilai probalitas tertinggi adalah project related dengan nilai probabilitas 0,994. Hal tersebut terjadi karena dalam diagram FTA terdapat Faktor Desain yang nilai probabiltasnya adalah 0,968. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa event desain ini adalah yang terbesar dalam pekerjaan pondasi.

Sedangkan dalam pekerjaan konstruksi dengan nilai probabilitas 0,994 adalah Faktor Project Related. Dengan nilai probabilitas event intermediate Kurangnya pengalaman terhadap proyek oleh kontraktor adalah 0,769. Nilai tersebut merupakan tiga besar dari nilai probabilitas intermediate event pekerjaan kontraktor.

#### **5.2.** Hasil Fault Tree Analysis

Pada bab ini akan menjelaskan tentang hasil dari tabel — tabel diatas dengan memverifikasi hasil tersebut dengan data actual. Data actual bisa berupa data hasil kajian teknis, Notulen Rapat serta verifikasi langsung dengan pihak terkait. Hasil verifikasi inilah yang kemudian dapat didiskusikan tentang metode penjegahan yang akan dilakukan. Meskipun proyek yang diteliti ini proses pengerjaannya hampir selesai, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi perhatian pada proyek — proyek berikutnya.

Verikidikasi ini disajikan menggunakan tabel sehingga diharapkan dapat tersampaikan dengan jelas. Verifikasi ini juga mencantumkan sumber dari data atau history yang bagaimana data tersebut diperoleh.

Tabel 5-7. Hasil Verifikasi Hasil terhadap kejadian di proyek Storage Tank

| No. | Even    | ıt    | Maping      | Verifikasi                                      |
|-----|---------|-------|-------------|---|
| A.  | PEKERJA | AAN P | ONDASI      |   |
| 1   | Laporan | Data  | Pek.        | Histori:  |
|     | Tanah   | yang  | Pemancangan | 1. Sesuai Dengan dokumen Soil Investigation     |
|     | Salah   |       |             | disimpulkan bahwa titik sondir dan titik boring |
|     |         |       |             | berada diluar area pondasi dikarenakan adanya   |
|     |         |       |             | bangunan eksisting sebelumnya                   |
|     |         |       |             | 2. Padanya perbedaan kedalaman pemancangan      |

|    |   |                             | terhadap desain. Desain pemancangan dengan  |
|----|---|-----------------------------|---|
|    |   |                             | kedalaman 26 m , sedangkan actual dilapangan rata – rata kedalaman mencapai 28 m.  Vrifikasi:  1. Tidak ada kesalahan dalam perencanaan, desain telah sesuai dengan data yang dihasilkan oleh konsultan penyelidikan tanah.  2. Titik berada di luar area pondasi dengan radius ±100 m  3. Penambahan kedalaman tiang pancang ± 3m  Solusi:  1. Pemancangan dengan head ruyung HSPD maksimal kedalaman 3 m.  2. Sisa Top tiang pancang terhadap slab beton akan digantikan dengan pile cap.  Resiko:  1. Penambahan biaya pada pemancangan dan penambahan Item Pekerjaan yaitu pek. Pengecoran Pile cap dengan ukuran 80 x 80 x 300 cm.  2. Adanya keterlambatan akibat pengerjaan pile cap yang berakibat adanya addendum waktu.  (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Data HSPD Pemancangan.) |
|    |   |                             |   |
| 2. | Kurangnya<br>Ketersediaan<br>Tenaga Kerja<br>(Dipelajari<br>Metode Kerja<br>Kontraktor) | Pek. Pengecoran Slab Beton. | <ol> <li>Histori:         <ol> <li>Pekerja pada pek. Pengecoran slab merupakan pekerja dengan kualifikasi pekerjaan konstruksi umum. Pekerja dengan kualifikasi khusus pembesian terdapat 3 orang.</li> <li>Terlihat kacaunya pengecoran pada pondasi tanki T01 dikarenakan kurangnya pekerja yang berpengalaman.</li> <li>Wrifikasi =                  <ol></ol></li></ol></li></ol>   |

|              |   |                          | 2. Mundurnya proses pengecoran karena pembesian   |
|--------------|---|--------------------------|---|
|              |   |                          | belum siap.   |
|              |   |                          | 3. Lamanya proses pengecoran hingga dini hari   |
|              |   |                          | (catatan tersendiri jika terjadi fatality akibat  |
|              |   |                          | kelelahan, <i>HSSE</i> )  |
|              |   |                          | (sumber: Site Manager Kontraktor)   |
| 3.           | Kekurangan  | Pek. Pile cap            | Histori:  |
|              | Terhadap  | dan Slab                 | 1. Pile cap merupakan item pekerjaan baru yang  |
|              | Material  |                          | tidak diprediksi volume pastinya karena   |
|              |   |                          | tergantung oleh hasil pemancangan. Vrifikasi:   |
|              |   |                          | 1. Kontraktor tidak menyiapkan material untuk   |
|              |   |                          | pekerjaan Pilecap.  |
|              |   |                          | 2. Material pekerjaan slab beton seperti besi dan   |
|              |   |                          | triplek dipakai untuk pekerjaan pile cap.   |
|              |   |                          | Solusi:   |
|              |   |                          | Addendum Pekerjaan Baru disetujui.  |
|              |   |                          | 2. sebagian begisting menggunakan sisa  |
|              |   |                          | pembongkaran paving dan penulangan  |
|              |   |                          | menggunakan besi pekerjaan Slab   |
|              |   |                          | Resiko:   |
|              |   |                          | 1. Pengaturan ulang jadwal pengecoran slab yang   |
|              |   |                          | telah terjadwal serta melakukan PO untuk  |
|              |   |                          | pengecoran pile cap.  |
|              |   |                          | 2. Pekerjaan didalam jalur kritis akan mengalami  |
|              |   |                          | keterlambatan.  |
|              |   |                          |   |
|              |   |                          | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat,  |
| R            | Pekeriaan Kon   | etruksi                  |   |
| <b>B.</b>    | Pekerjaan Kons  |                          | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)   |
| <b>B.</b> 1. | Kurangnya   | Pekerjaan                | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang   |
| <b>——</b>    | Kurangnya<br>ketersediaan   |                          | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang  |
| <b>——</b>    | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja   | Pekerjaan                | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  |
| <b>——</b>    | Kurangnya<br>ketersediaan   | Pekerjaan                | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi  |
| <b>——</b>    | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja   | Pekerjaan                | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  |
|              | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja   | Pekerjaan                | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.   |
|              | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja   | Pekerjaan                | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki.   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)   | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki.  Penjadwalan ulang WPQT.  (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)   |
|              | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)   | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT.  (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)<br>pengalaman<br>yang kurang                          | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap                | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap                | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki.  Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  1. Menambah pekerja dengan kapasitas 2 kali lebih   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  1. Menambah pekerja dengan kapasitas 2 kali lebih besar dari sebelumnya. Karena proyek ini 4 kali   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki.  Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  1. Menambah pekerja dengan kapasitas 2 kali lebih besar dari sebelumnya. Karena proyek ini 4 kali lebih besar dari sebelumnya.   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki.  Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  1. Menambah pekerja dengan kapasitas 2 kali lebih besar dari sebelumnya. Karena proyek ini 4 kali lebih besar dari sebelumnya.   |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki. Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  1. Menambah pekerja dengan kapasitas 2 kali lebih besar dari sebelumnya. Karena proyek ini 4 kali lebih besar dari sebelumnya.  2. Merekrut pekerja dengan kualifikasi dan pengalaman yang sesuai dengan bidangnya. |
| 1.           | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja<br>(Welder)  pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh | Pekerjaan<br>Pengelasan. | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori = kontraktor mengajukan 12 Welder yang mengikuti WPQT, tetapi hanya 8 welder yang memenuhi persyaratan.  Solusi = Menambah jumlah welder sesuai kualifikasi masing – masing.  Resiko = Lamanya proses erection pada shell tanki.  Penjadwalan ulang WPQT. (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat, Site Manager Kontraktor)  Histori:  1. Sebelunya kontraktor mengerjaan tanki kapasitas 5000 KL. Sedangkan sekarang mengerjakan tanki dengan kapasitas 2 x 10000 KL  2. Perbedaan dokumen yang akan disubmit.  Solusi:  1. Menambah pekerja dengan kapasitas 2 kali lebih besar dari sebelumnya. Karena proyek ini 4 kali lebih besar dari sebelumnya.   |

|    |                |           | Khususnya pekerjaan konstruksi yang pekerjanya                    |
|----|----------------|-----------|---|
|    |                |           | harus memenuhi kualifikasi yang disyaratkan.                      |
|    |                |           | 2. Dapat menimbulkan pembengkakan biaya jika                      |
|    |                |           | terjadi kesalahan dalam pengerjaan.                               |
|    |                |           | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat,                    |
|    |                |           | Site Manager Kontraktor)  |
| 3. | keterlambatan  | Pekerjaan | Histori:  |
|    | dalam delivery | Shel dan  | 1. Keterlambatan dalam Mendatangkan Alat dan                      |
|    | material       | Roof      | Setting jacking up plate serta erection shell.                    |
|    |                | Structure | 2. Alat Jacking Trouble atau bermasalah                           |
|    |                |           | 3. Keterlambatan PO Nozzle Sprinkler dan Foam                     |
|    |                |           | Chamber akibat Covid 19   |
|    |                |           | Solusi:   |
|    |                |           | 1. Alat Jacking Harus Sewa kembali karena alat                    |
|    |                |           | jacking yang dibeli bermasalah.                                   |
|    |                |           | 2. Mempercepat Pengiriman Dengan mengikuti protocol yang berlaku. |
|    |                |           | Resiko:   |
|    |                |           | <ol> <li>terjadi pembengkakan biaya.</li> </ol>                   |
|    |                |           | 2. Keterlambatan dalam persiapan jacking up plat.                 |
|    |                |           | 3. Keterlambatan pengiriman Akibat Wabah Covid-                   |
|    |                |           | 19  |
|    |                |           | (sumber: PIC Construction RPDV, Notulen Rapat,                    |
|    |                |           | Site Manager Kontraktor)  |

Tabel diatas adalah hasil verifikasi yang telah dilakukan peneliti dengan para pihak terkait serta peneluran data – data yang telah didapat. Dari histori yang diceritakan oleh pihak manajerial menunjukkan bahwa indikator tersebut memang harus diperhatikan. Meninjau resiko yang terjadi akan sangat besar. Terlihat penambahan addendum pekerjaan pile cap pada setiap titik tiang pancang.

Untuk mengurangi tingkat resiko yang akan terjadi. Perlu adanya mitigasi resiko dengan tanggung jawab pihak terkait. Tabel resiko resiko tersebut terdapat beberapa informasi. Informasi *Verification Point* bertujuan untuk menginformasikan tindak lanjut bagi setiap pihak yang terlibat. Informasi penting berikutnya adalah *Maping Work* yang menginformasikan tentang lokasi terjadinya masalah pada pekerjaan tersebut.

Tabel ini bertujuan sebagai pengingat bagi para pihak agar saling bekerjasama dalam menyelesaikan masalah tersebut. Selain itu tabel ini memudahkan para pihak untuk saling mengingatkan tindak lanjut yang harus dilakukan.

Tabel 5-8. Tabel upaya mitigasi resiko keterlambatan

| No | WORK<br>ITEM            | PROBLEM  | WOR<br>K<br>MAPI                | PROBLEM SOLVING   | 7      | RIFI<br>FION<br>OIN | ſ      |
|----|-------------------------|--|---------------------------------|---|--------|---------------------|--------|
|    |                         |  | NG                              |   | K      | О                   | P      |
| 1. | Pekerjaan<br>Pondasi    | Laporan Data<br>Tanah yang<br>Salah (Laporan<br>Data Tanah<br>Yang tidak<br>tepat waktu) | Pek.<br>Peman<br>cangan         | Menambahkan Pek. Soil Investigation yang bersifat konfirmatif pada Bill of Quantity.     Menggunakan Safety faktor maksimum pada pekerjaan pondasi, khusunya jika menggunakan pondasi dalam.     Titik – titik penyelidikan tanah harus tepat didalam area pondasi rencana.   | W      | A<br>R<br>H         | W      |
|    |                         | Kurangnya<br>Ketersediaan<br>Tenaga Kerja  | Pek. Pembes ian dan Pengec oran | Merekrut Tenaga kerja dengan jumlah besar dengan kualifikasi sesuai bidang masing – masing.     Melakukan sertifikasi tenaga kerja sesuai bidang masing – masing.   | A      | R<br>H              | R<br>H |
|    |                         | Kekurangan<br>Terhadap<br>Material   | Pek. Pembe sian dan Pengec oran | Membuat Bill of Material agar material dapat dijangkau serta direncakan sebelumnya.     Membuat Vendor List minimal 3 pembanding supaya dapat diandalkan jika kondisi mendesak.   | A      | R<br>H              | W      |
| 2. | Pekerjaan<br>Konstruksi | Kurangnya<br>ketersediaan<br>tenaga kerja  | Pek.<br>Konstr<br>uksi          | Merekrut Pekerja tetap dan bukan Pekerja Lepas agar kualifisi, Sertifikasi, Serta kuantitasnya dapat dimonitoring secara berkala.     Mepersiapkan beberapa tenaga kerja cadangan jika pekerja inti didiskualifikasi pada saat WPQT.  | A<br>H | R<br>H              | R<br>W |
|    |                         | keterlambatan<br>dalam delivery<br>material  | Pek.<br>Konstr<br>uksi          | Merencanakan Serta memverifikasi tempat loading Material pada saat kick of meeting. Agar tidak terjadi masalah pada saat konstruksi berjalan.     Membuat Bill of Material agar material yang dipesan sesuai dengan jadwal yang harapkan oleh kontraktor.     Pengajuan material pada saat kick of meeting  | АН     | R<br>W              | W<br>H |
|    |                         | pengalaman<br>yang kurang<br>terhadap<br>proyek oleh<br>kontraktor                       | Pek.<br>Konstr<br>uksi          | Menjadi perhatian bagi owner untuk memasukkan penilaian terhadap kontraktor pada saat tender dilaksanakan.     Untuk kontraktor harus siap dengan konsekuensi jika mendapat pekerjaan dengan minim pengalaman.     Memilih Sub-kontraktor dengan pengalaman yang sesuai.     Melakukan konsorsium dengan kontraktor berpengalaman pada bidangnya. | АН     | R<br>W              | W      |

```
Keterangan:

A = Action → Melakukan tindakan langsung atau berkoordinasi langsung

W = Witness → Melakukan pemantauan terhadap apa yang Sedang dilakukan

R = Review → Melakukan Pengecekan terhadap apa yang akan dilakukan

H = Holder → Adalah pihak yang menyetujui apa yang telah dilakukan
```

#### 5.3. Pembahasan dan Diskusi

Desain merupakan faktor dominan dalam menyebabkan keterlambatan. Senada dengan Penelitian yang dilakukan Orangi et al, 2011; Kaming et al, 1997; Toor dan Ogunlana, 2008. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa terjadi banyak perubahan dalam desain khususnya unsur-unsur standarisasi dalam desain tersebut. Perubahan yang semula tidak dapat diprediksi merupakan resiko yang sangat besar.

Pada penelitian Ardiansyah, 2014 menjelaskan bahwa probabilitas terjadinya resiko pada desai n sebesar 87,80%. Walaupun dalam penelitian beliau faktor desain bukan faktor dengan nilai probabilitas tertinggi.

Dengan berdasarkan dari penelitian ini serta pada penelitian terdahulu, Owner harus lebih memperhatikan kebenaran dari desain. Dalam mengurasi resiko kesalahan desain, penunjukan konsultan perencana adalah solusi yang tepat. Menurut manajerial Owner bahwa penunjukan konsultan perencana dapat mempermudah dalam menghasilkan desain. Menurut owner, tingkat kesulitan terbesar terdapat dalam desain pondasi. Hal tersebut dikarenakan sifat tanah yang tidak dapat diprediksi karakteristiknya. Walaupun telah dilakukan penyelidikan tanah, pada pengerjaan tetap terjadi perubahan. Hanya saja resiko dari perubahan tersebut yang berbeda – beda.

Kurangnya suplai, produktivitas, kompetensi, serta pengalaman dari tenaga kerja merupakan faktor yang sering muncul dalam setiap proyek. Penelitian yang dilakukan oleh Salama et al, 2008; Marzouk dan El Rasas, 2013; Sambasivan dan Soon, 2007; Odeh dan Battaineh, 2002; Kaming et al, 1997 terhadap faktor terlambatnya suatu proyek menemukan kesamaan faktor penyebab keterlambatan pada proyek. Meskipun demikian, faktor tenaga kerja memang hal yang paling sulit dimitigasi pada setiap penyedia jasa konstruksi.

Sifat proyek yang unik serta sementara membuat kontraktor kesulitan dalam memitigasi resiko kurangnya tenaga kerja. Kontraktor lebih memilih tenaga kerja dengan kontrak sementaara dari pada kontrak sebagai pegawai tetap. sering bergantinya pegawai atau tenaga kerja kontrak sementara membuat kompetensi pada setiap pekerja tidak terjaga dan terpantau. Kebutuhan operasional sering kali menjadi alas an untuk tidak merekrut tenaga kerja dengan kontrak tetap.

Tenaga kerja khususnya *welder* dengan sertifikasi yang masih berlaku sangatlah sulit didapat. Sertifikasi tersebut adalah sertifikasi yang menurut kontraktor paling pendek masa berlakunya. selain tidak berlakuknya masa sertifikasi, *welder* yang didaftarkan harus tetap menikuti WPQT (*Welder Performance Qualification Test*) untuk mendapatkan sertifikasi pengelasan.

Dari pembahasan diatas terdapat implikasi manajerial berupa *Owner* harus lebih teliti dalam menghasilkan atau mempublikasi suatu dokumen desain. Khususnya pada laporan tanah yang telah hasilkan oleh pihak ketiga. Karena hal tersebut menjadi sebuah acuan untuk melaksanakan pekerjaan. Sedangkan bagi kontraktor, kontraktor harus mengadakan rekrutment tenaga kerja sesuai bidang masing – masing. Tidak harus sejumlah proyek yang dilakukan pada saat ini. Setidaknya kontraktor mempunyai tenaga kerja yang terpantau kompetensi dan kemampuannya. Kualitas dalam pengerjaan pekerjaan sangat tergantung kepada kompentesi dan kemampuan tenaga kerja.

#### **BAB VI**

#### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

- 1. Dari Hasil *Fault Tree Analysis*, Maka dapat dianalisa faktor dan indicator yang dapat menjadi penyebab keterlambatan dalam penyelesaian sebuah proyek. Faktor dan indicator adalah sebagai berikut:
  - Indikator dengan Nilai probabilitas tertinggi pada pekerjaan pondasi adalah Event B2 2 Laporan Data Tanah yang Salah (Laporan Data Tanah Yang tidak Sesuai dengan kedalaman pemancangan) dengan nilai 0,968.
  - Indikator dengan nilai probabilitas tertinggi pada pekerjaan Konstruksi adalah Event B2 3 Kurangnya Ketersediaan Tenaga Kerja (Khususnya pekerja dengan sertifikasi welder) dengan nilai 0,912.
- 2. Untuk mengurangi probalitas terjadinya resiko diatas maka dilakukan beberapa upaya pencegahan sehingga tidak terjadi pada proyek yang serupa. Upaya pencegahan adalah sebagai berikut :
  - Untuk pekerjaan pondasi owner dapat menunjuk pihak ke tiga atau konsultan perencanan. Tujuan dari penunjukan ini adalah untuk meminimalisir resiko perubahan desain pada saat pengerjaan dilapangan. Selain itu owner dapat mngevaluasi dan memilih kontraktor peserta tender dengan kualifikasi EPC (Engineering, Procurement, Construction). Dengan kualifikasi tersebut diharapkan kontraktor dapat merekayasa ulang BoQ yang telah dikeluarkan oleh owner.
  - Untuk pekerjaan Konstruksi, Kontraktor seharusnya memiliki lumbung pekerja sendiri yang sesuai dengan kualifikasinya. Jadi dapat dipantau kualitas dari pekerja tersebut. Jika pekerja yang direkrut adalah pekerja lepas, terlalu memakan waktu dan biaya serta tidak terpantau kualitasnya. Hal ini jadi perhatian bagi owner sehingga dapat menambahkan persyaratan pada waktu tender berupa surat dukungan kepemilikan tenaga kerja dengan kualifikasi yang disyaratkan.

#### 6.3. Saran

- 1. Untuk Penelitian Selanjutnya,
  - Metode Fault Tree Analysis sangat sesuai untuk menganalisa Faktor dan Indikator Keterlambatan. Dari diagram FTA tersebut dapat mencari sumber permasalahan yang terjadi dilapangan.
  - Metode ini sangat subjektif sesuai dengan keinginan peneliti.
     Segmentasi Top Event dapat disesuikan dengan segmentasi yang diinginkan peneliti.
  - Sifat dari proyek adalah unik dan temporary, faktor dan indikator dapat berbeda dan disesuaikan pada masing-masing proyek.
- 2. Desain adalah faktor penting yang harus diperhatikan oleh owner. Desain tersebut adalah acuan keberhasilan suatu proyek. Menunjuk konsultan desain adalah hal yang tepat mengingat resiko dari kesalahan desain sangatlah besar. Owner dapat membagi resiko tersebut dengan konsultan perencana.
- 3. Tenaga kerja adalah faktor utama bagi kontraktor dalam menjalakan proyek. Keahlian tenaga kerja adalah kunci keberhasilan dalam pelaksanan pekerjaan dilapangan. Kontraktor harus memastikan Tenaga kerja di proyek sesuai dengan kualifikasi yang disyaratkan. Sertifikasi ternaga kerja sangat penting karena kualifikasi pekerja dapat dilihat dari sertifikasi yang dimiliki.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Alaghbari, W., Kadir, M.R.A., Salim, A., Ernawati. (2007), "The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia", *Journal of Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 14, No. 2, hal. 192-206.
- Assaf, S.A. dan Al Heiji, S. (2006), "Causes of Delay in Large Construction Projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 24, hal. 349-357.
- Aziz, R.F. (2013), "Ranking of delay factors in construction projects after Egyptian revolution", *Alexandria Engineering Journal*, Vol. 52, hal. 387–406.
- Cooper, D.R. dan Schindler, P.S. (2006), *Business Research Methods*, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K.C., Rentala, S. (2012), "Analysing factors affecting delays in Indian construction projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 30, hal. 479-489.
- Fallahnejad, M.H. (2013), "Delay causes in Iran gas pipeline projects", International Journal of Project Management, Vol. 31, hal. 136-146.
- Frimpong, Y., Oluwoye, J., Crawford, L. (2003), "Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries: Ghana as a case study", *International Journal of Project Management*, Vol. 21, hal. 321-326.
- Hamzah, N.H., Nafi, M.N.A., Yacob, J. (2010), "a study on the acceptance of IBS in construction industry in Kelantan: application of logistic regression analysis", Proceedings of the Regional Conference on Statistical Sciences, hal. 297 306.
- Hamzah, N., Khoiry, M.A., Arshad, I., Tawil, N.M., Ani, C.A.I. (2011), "Cause of Construction Delay Theoretical Framework", *Procedia Engineering*, Vol. 20, hal. 490 495.

- Hosmer, D. W. dan Lemeshow, S. (1989), *Applied Logistic Regression*, John Wiley & Sons, New York.
- Kaming, P.F., Olomolaiye, P.O., Holt, G.D., Harris, F.C. (1997). "Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia". *Journal of Construction Management and Economics*, Vol. 15, hal. 83 94.
- Kaliba, C., Muya, M., Mumba, K. (2009), "Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia", *International Journal of Project Management*, Vol. 27, hal. 522-531.
- Le-Hoai, L., Lee, Y.D., Lee, J.Y. (2008). "Delay and Cost Overruns in Vietnam Large Construction Projects: A Comparison with Other Selected Countries". *Journal of Civil Engineering*, Vol. 12 (6): hal. 367-377.
- Manavazhi, M.R. dan Adhikari, D.K. (2002), "Material and equipment procurement delays in highway projects in Nepal", *International Journal of Project Management*, Vol. 20, hal. 627-632.
- Marzouk, M.M. dan El Rasas, T. (2013), "Analysing Delay Causes in Egyptian Construction Projects", *Journal of Advanced Research*, *Structural Engineering Department*, Cairo University.
- Montgomery, D.C. dan Runger, G.C. (2011), *Applied Statistics and Probability* for Engineers, John Wiley & Sons, Asia.
- Odeh, M.A. dan Battaineh, H.T. (2002), "Causes of construction delay: traditional contract.", *International Journal of Project Management*, Vol. 20, hal. 67-73.
- Orangi, A., Palaneeswaran, E., Wilson, J. (2011), "Exploring Delays in Victoria-Based Australian Pipeline Projects", *Procedia engineering*, Vol. 14, hal. 874-881.
- PMI (Project Management Institute, Inc). (2004), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, 3<sup>rd</sup> edition, Newton Square, Pennsylvania, USA.
- Ruqaishi, M. dan Bashir, A.H. (2013), "Causes of Delay in Construction Projects in the Oil and Gas Industry in the Gulf", *Journal of Construction Engineering Management ASCE*.

- Salama, M., El-Hamid, M.A., Keogh, B. (2008), "Investigating the causesof delay within oil and gas projects in the U.A.E.", *Procs* 24<sup>th</sup> *Annual ARCOM Conference*, hal. 819 827
- Sambasivan, M. dan Soon, Y.W. (2007), "Causes and Effects of Delays in Malaysian Construction Industry", *International Journal of Project Management*. Vol. 25, hal. 517-526.
- Sekaran, Uma. (2003), Research Methods For Business, John Wiley & Sons, USA.
- Shebob, A., Dawood, N., Shah, R.K., Xu, Q. (2012), "Comparative study of delay factors in Libyan and the UK construction industry", *Journal of Engineering, Construction and Architectural Management* Vol. 19 No. 6, hal 688-712.
- Sweis, G., Sweis, R., Hammad, A.A., Shboul, A. (2008), "Delays in Construction Projects: The Case of Jordan", *International Journal of Project Management*. Vol. 26, hal. 665-674.
- Toor, S dan Ogunlana., S.O. (2008). "Problems causing delay in major construction projects in Thailand", *Journal of Construction Management and Economics*, Vol. 26, hal. 394 408.
- Trauner, T., Manginelli, W.A., Lowe, J.S., Nagata, M.F., Furniss, B.J. (2009), Construction Delays: Understanding Them Clearly, Analyzing Them Correctly, Elsivier Inc.
- Tumi, S., Omran, A., Pakir, A.H.K. (2009). "Causes of delay in construction industry in Libya", *The International Conference on Economics and Administration*.
- Wong, H.C. (2004), "Contractor Performance Prediction Model for the United Kingdom Construction Contractor: Study of Logistic Regression Approach", Journal of Construction Engineering Management. Vol. 130, hal. 691-698.

" Halaman ini sengaja dikosongkan"

# **LAMPIRAN**

# LAMPIRAN 1 LEMBAR CATATAN REVISI SIDANG TESIS MMT ITS

Nama : Abdurrohman NRP : 9114.202.318

Judul Tesis : Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Pembangunan Storage Tank Menggunakan Fault Tree

Analysis

Dosen Pembimbing : DR. Ir. Bambang Syairudin, MT.

# A. Dari Bu Ervina Ahyudanari

| No | Catatan Revisi             | Tindak Lanjut                         | Status  |
|----|----------------------------|---------------------------------------|---------|
| 1  | Urutan penomoran pada      | Telah disesuaikan pada tabel.7 dan    | Selesai |
|    | indikator harap diperbaiki | tabel.8                               |         |
|    |                            | Direvisi pada halaman 40 - 43         |         |
| 2  | Kesimpulan harus berupa    | Telah disesuaikan pada bab kesimpulan | Selesai |
|    | uraian. Tidak boleh berupa | Direvisi pada halaman 75 -76          |         |
|    | tabel.                     |                                       |         |
| 3  | Menambahkan metode         | Telah ditambahkan pada metode         | Selesai |
|    | screning pada metode       | penelitian                            |         |
|    | penelitian                 | Direvisi pada halaman 37              |         |
| 4  | Ditambahkan                | Telah ditambahkan pada bab            | Selesai |
|    | Rekomendasi Objektif       | kesimpulan                            |         |
|    | pada upaya pencegahan.     | Direvisi pada halaman 75 -76          |         |

## LEMBAR CATATAN REVISI SIDANG TESIS MMT ITS

Nama : Abdurrohman NRP : 9114.202.318

Judul Tesis : Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Pembangunan Storage Tank Menggunakan Fault Tree

Analysis

Dosen Pembimbing : DR. Ir. Bambang Syairudin, MT.

# B. Dari Pak Buana Ma'ruf.

| No | Catatan Revisi  | Tindak Lanjut   | Status  |
|----|---|---|---------|
| 1  | Menambahkan Unsur<br>kecocokan Manajemen<br>5M (Man Power,<br>Methode, Money,<br>Machine, Material's) pada<br>tinjauan pustaka. | Telah di tambahkan Unsur Management 5 M pada tinjauan pustaka dan mencocokkan terhadap 10 faktor yang telah di kumpulkan.  Direvisi pada halaman 32.  | Selesai |
| 2  | Menambahkan sumber<br>journal pada formula<br>penelitian.   | Telah ditambahkan Referensi jurnal<br>pada formulasi FTA. Mengacu pada<br>Rules Of Boolean Algebra (Fault Tree<br>Handbook,1981)<br>Direvisi pada halaman 57  | Selesai |
| 3  | Mengganti Nilai Progress<br>kurva S menjadi nilai<br>progres yang tertuang pada<br>surat peringatan oleh<br>owner.              | Mengganti Nilai progress pada kurva S<br>dengan Nilai progres pada surat<br>peringatan serta diberi keterangan<br>sumber.<br>Direvisi pada halaman 8  | Selesai |
| 4  | Abstrak diperbaiki  | Telah disesuaikan pada abstrak tesis  | Selesai |
| 5  | Ditambahkan tidak<br>meninjau manajemen<br>proyek pada kontraktor<br>pada pembatasan masalah.                                   | Sudah ditambahkan pada Sub bab<br>pembatasan masalah.<br>Direvisi pada halaman 4  | Selesai |
| 6. | Ditambahkan Implikasi<br>Manajermen   | Telah ditambahkan berupa Saran untuk penelitan selanjutnya. saran terhadap perusahaan owner atau kontraktor supaya memperhatikan hal-hal yang berhubungan dengan efektifitas serta produktifitas dalam proyek Direvisi pada halaman 75-76 | Selesai |

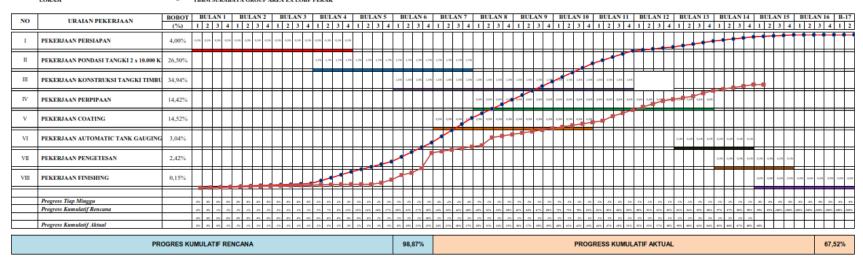
#### LAMPIRAN 2

#### Data Kontraktor

#### PROGRES PEKERJAAN TANKI TIMBUN

KEGIATAN - PEMBANGUNAN TANGKI TIMBUN KAPASITAS 2 X 10.000 KL

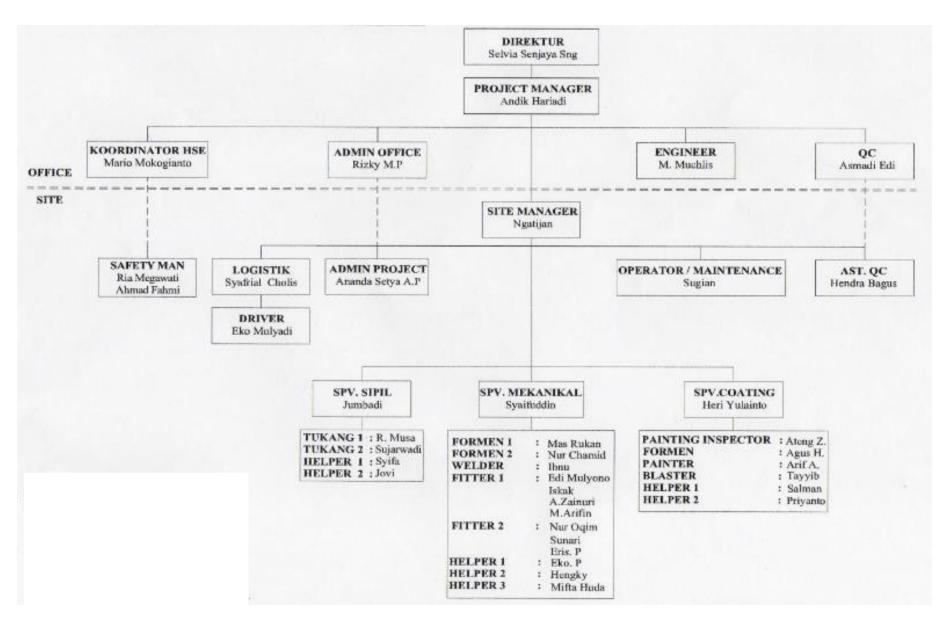
No. PKONTRAK – (No. AL 17F5.010), Rev 1 LOKASI – TBBM SURABAYA GROUP AREA EX LOBP PERAK



 Progress kemajuan pekerjaan pada bulan Oktober dan Nopember 2019 mengalami keterlambatan ( behind ) dari rencana kurva S, adapun detail realisasi dan deviasi progress pekerjaan yaitu :

| Bulan         | plan    | Realisasi | Deviasi  |
|---------------|---------|-----------|----------|
| Oktober 2019  | 93,58 % | 67,23%    | - 26,35% |
| Nopember 2019 | 98,87%  | 67,52%    | - 31,35% |

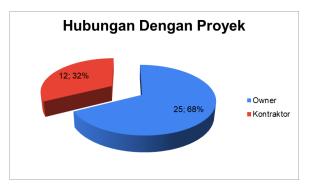
- Dikarenakan kelalaian Saudara atas pengelolaan proyek tersebut, maka dengan ini diberikan Surat Peringatan (SP I) dan untuk recovery progress kemajuan pekerjaan agar Saudara segera melakukan langkah – langkah percepatan penyelesaian pekerjaan, baik secara fisik maupun administrasi, antara lain meliputi :
  - a, Segera menambah Welder qualified minimal 5 orang ( dengan catatan saat ini sudah terdapat 5 welder qualified ).
  - b. Segera menpercepat proses erection dan pengelasan rafter, roof, shell 6, shell 5, shell 4, shell 3, shell 2, dan shell 1 secara paralel di kedua tanki.
  - c. Melakukan pekerjaan sipi; paralel dengan pekerjaan mekanikal.
  - d. Melakukan pekerjaan pipanisasi paralel dengan pekerjaan erection tanki.
  - e. Segera berkoordinasi untuk pekerjaan hydrotest, kalibrasi, dan commisjoning,

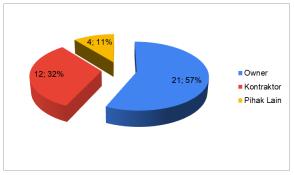


LAMPIRAN 3 Rekapitulasi Hasil Questioner

| No.       |      |      |      |      |      |      |      |      |      | PEK   | ERJAA | N PO  | NDASI | (X1)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL X1 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Responden | X1.1 | X1.2 | X1.3 | X1.4 | X1.5 | X1.6 | X1.7 | X1.8 | X1.9 | X1.10 | X1.11 | X1.12 | X1.13 | X1.14 | X1.15 | X1.16 | X1.17 | X1.18 | X1.19 | X1.20 | X1.21 | X1.22 | X1.23 | TOTAL XI |
| 1         | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 3     | 4     | 5     | 5     | 5     | 5     | 4     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 4     | 5     | 110      |
| 2         | 5    | 4    | 3    | 4    | 5    | 3    | 4    | 4    | 4    | 4     | 5     | 5     | 4     | 4     | 4     | 2     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     | 4     | 4     | 94       |
| 3         | 3    | 4    | 3    | 4    | 4    | 3    | 4    | 4    | 4    | 4     | 3     | 3     | 4     | 4     | 3     | 3     | 4     | 4     | 4     | 4     | 3     | 4     | 3     | 94<br>83 |
| 4         | 3    | 3    | 3    | 5    | 5    | 5    | 4    | 3    | 3    | 3     | 4     | 4     | 3     | 3     | 3     | 4     | 3     | 4     | 4     | 3     | 3     | 3     | 4     | 82       |
| 5         | 1    | 3    | 4    | 5    | 5    | 3    | 4    | 2    | 4    | 3     | 5     | 5     | 5     | 3     | 4     | 3     | 1     | 4     | 5     | 4     | 5     | 3     | 4     | 85       |
| 6         | 1    | 4    | 2    | 4    | 3    | 3    | 4    | 5    | 4    | 3     | 2     | 2     | 3     | 1     | 3     | 1     | 1     | 5     | 3     | 4     | 4     | 4     | 3     | 69       |
| 7         | 5    | 4    | 5    | 4    | 3    | 2    | 5    | 3    | 4    | 2     | 4     | 0     | 4     | 5     | 5     | 1     | 4     | 5     | 5     | 2     | 5     | 4     | 5     | 86       |
| 8         | 4    | 4    | 2    | 3    | 3    | 5    | 4    | 2    | 2    | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 4     | 4     | 2     | 2     | 2     | 3     | 1     | 1     | 4     | 62       |
| 9         | 2    | 3    | 1    | 5    | 2    | 2    | 3    | 4    | 4    | 2     | 5     | 5     | 5     | 2     | 4     | 2     | 2     | 5     | 4     | 5     | 2     | 3     | 4     | 76       |
| 10        | 3    | 4    | 2    | 3    | 3    | 4    | 2    | 4    | 4    | 2     | 5     | 4     | 4     | 3     | 5     | 3     | 2     | 3     | 3     | 3     | 4     | 3     | 3     | 76       |
| 11        | 3    | 3    |      |      | _    |      |      |      |      |       |       | 3     |       | 3     | _     | 3     |       | 3     | _     | 3     | 3     | 3     |       | 69       |
| 12        | 2    | 2    |      | 4    | 3    | 4    | 5    | 2    | 4    | 3     | _     | 4     | 5     | 5     | 4     | 2     | 4     | 4     | 2     | 4     | 4     | 5     | 5     | 85       |
| 13        | 2    | 2    |      | _    |      | 4    | 4    | 2    |      |       |       | 2     | _     | 2     | _     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 4     | 4     | 4     | 64       |
| 14        | 2    | 4    | _    | _    | _    | 3    | _    | 4    | 4    | 3     | _     | 2     | _     | 3     |       | 3     | 2     | 2     |       | 4     | 3     | 4     | _     | 70       |
| 15        | 4    | 4    | 5    | 4    | 4    | 4    | 5    | 4    | 5    | 3     | 4     | 4     | 4     | 1     | 3     | 3     | 2     | 4     | 3     | 3     | 4     | 4     | 4     | 85       |
| 16        | 4    | 4    | _    |      | _    | 3    | 4    | 4    | _    | 3     | 4     | 4     | 4     | 3     | 3     | 3     | 3     | 4     | 4     | 4     | 4     | 3     | _     | 84       |
| 17        | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 4    | 5    | 5    | 5    | 4     | 5     | 5     | 5     | 5     | 4     | 4     | 3     | 4     | 5     | 4     | 5     | 5     | 5     | 107      |
| 18        | 5    | 5    |      |      |      | 3    |      | 5    | _    | 4     | _     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | _     | 95       |
| 19        | 5    | 5    |      | _    |      |      |      | _    |      |       |       | 5     |       | 5     |       | 5     |       | 5     | _     | 5     | 5     | 5     | _     | 115      |
| 20        | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |       |       | 5     |       | 5     |       | 5     |       | 5     |       | 5     | 5     | 5     |       | 115      |
| 21        | 5    | 5    |      | _    |      |      | _    | _    | _    |       |       | 5     | _     | 5     |       | 5     | _     | 5     | _     | 5     | 5     | 5     |       | 115      |
| 22        | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |       |       | _     |       | 5     |       |       |       | 5     |       | 5     | 5     | 5     |       | 115      |
| 23        | 5    | 5    |      |      |      |      |      | _    |      |       |       | 5     |       | 5     |       | 5     | 5     | 5     |       | 5     | 5     | 5     |       | 115      |
| 24        | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       | 5     |       |       |       | 5     |       | 5     | 5     | 5     | _     | 115      |
| 25        | 5    | 5    | _    | _    |      | _    | _    | _    |      |       | _     | 5     |       | 5     | _     | 4     | 5     | 5     |       | 5     | 5     | 4     | 5     | 110      |
| 26        | 4    | 4    |      | _    | _    | _    |      | _    |      |       | _     | 4     | _     | 1     | 3     | 3     |       | 4     | 3     | 3     | 4     | 4     | _     | 85       |
| 27        | 3    | 5    | _    | _    | _    | _    | _    | _    |      |       | _     | 4     | 4     | 2     | _     | 3     | 3     | 4     | 3     | 4     | 4     | 5     |       | 85       |
| 28        | 5    | 3    | _    | _    | _    | _    |      | _    | _    | _     | _     | 5     | _     | 2     | _     | 4     | 2     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | _     | 92       |
| 29        | 4    | 4    | _    |      | _    | _    |      | _    | _    | _     |       | 4     | _     | 3     | _     | _     | _     | 3     | _     | 4     | 3     | 3     | -     | 75       |
| 30        | 5    | 2    |      | 5    | _    | 5    |      | _    |      | 4     | _     | 2     |       | 5     |       | 4     | 2     | 2     | 4     | 2     | 4     | 5     | _     | 82<br>83 |
| 31        | 4    | 4    |      |      | _    | _    |      | _    | _    |       | _     | 4     | _     | 3     |       |       |       | 4     | 4     | 4     | 4     | 3     | _     | 83       |
| 32        | 4    | 3    |      | _    | _    | 3    |      | 0    | _    |       | _     | 3     | _     | 3     |       | 5     |       | 3     | 3     | 4     | 4     | 3     | _     | 76       |
| 33        | 4    | 5    | 2    | _    |      |      |      | 3    |      | 2     |       | 2     |       | 2     |       | 3     | _     | 1     | 1     | 1     | 2     | 5     | _     | 55       |
| 34        | 3    | 1    | 1    | 4    | _    |      |      | 1    | 3    | 1     | 5     | 5     |       | 1     | 3     | 2     | 2     | 4     | 3     | 2     | 5     | 2     | _     | 62       |
| 35        | 2    | 2    | _    | _    |      | _    | _    | 2    |      | _     | _     | 2     | _     | 2     | _     | 2     | 2     | 2     |       | 4     | 2     | 4     | 2     | 52       |
| 36        | 3    | 4    | _    | _    |      |      |      | _    |      | 4     | _     | 4     |       | 4     | 4     | 4     | 2     | 3     |       | 4     | 2     | 4     | _     | 78       |
| 37        | 3    | 2    | 2    | 4    | 5    | 5    | 4    | 3    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5     | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     | 3     | 5     | 4     | 4     | 95       |

|      |      |      |      |      | PE   | KERJA | AN KO | NSTRI | JKSI () | (2)   |       |               |       |       |       | TOTAL X2 |
|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|----------|
| X2.1 | X2.2 | X2.3 | X2.4 | X2.5 | X2.6 | X2.7  | X2.8  | X2.9  | X2.10   | X2.11 | X2.12 | X2.13         | X2.14 | X2.15 | X2.16 | TOTAL X2 |
| 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 4    | 0     | 3     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5             | 5     | 5     | 5     | 72       |
| 5    | 4    | 4    | 3    | 4    | 4    | 4     | 4     | 4     | 4       | 5     | 4     | 5             | 5     | 4     | 4     | 67       |
| 4    | 4    | 3    | 3    | 4    | 3    | 3     | 3     | 4     | 4       | 3     | 3     | 5             | 3     | 3     | 3     | 55       |
| 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 2    | 4     | 4     | 3     | 5       | 4     | 1     | 3             | 3     | 3     | 3     | 50       |
| 2    | 2    | 3    |      | 4    | 4    | 5     | 5     | 3     | 5       | 4     | _     | 4             | 5     | 5     | 1     | 59       |
| 2    | 4    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3     | 4     | 2     | 4       | 5     | 2     | 3             | 4     | 4     | 4     | 51       |
| 5    | 4    | 3    | 5    | 5    | 2    | 5     | 5     | 4     | 5       | 1     | 4     | 5             | 4     | 2     | 5     | 64       |
| 4    | 1    | 1    | 3    | 2    | 2    | 4     | 4     | 4     | 5       | 3     |       | 4             | 3     | 2     | 1     | 44       |
| 1    | 3    |      | _    | 4    | 2    | 4     | 4     | 2     | 5       | 4     | _     | 2             | 2     | 4     | 3     | 48       |
| 3    | 4    | 3    | 5    | 4    | 3    | 5     | 4     | 3     | 4       | 3     |       | 4             | 4     | 5     | 3     | 59       |
| 3    | 4    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3     | 3     | 4     | 3       | 3     | 3     | 3             | 3     | 3     | 3     | 50       |
| 2    | 4    | 4    | 4    | 5    | 4    | 4     | 5     | 4     | 5       | 4     | 1     | 4             | 5     | 3     | 5     | 63       |
| 2    | 2    |      | 2    | 2    | 2    | 2     | 2     | 2     | 4       | 2     |       | 4             | 4     | 4     | 4     | 42       |
| 3    | 4    | 3    | 4    | 4    | 3    | 3     | 2     | 2     | 3       | 3     | _     | 3             | 2     | 4     | 4     | 49       |
| 2    | 4    | 3    | _    | 3    | 3    | 4     | 4     | 4     | 4       | 3     |       |               | 4     | 4     | 4     | 55       |
| 4    | 4    | 4    | 3    | 4    | 3    | 4     | 4     | 3     | 4       | 3     | 3     | 4             | 4     | 4     | 3     | 58       |
| 5    | 5    |      | 5    | 5    | 4    | 5     | 5     | 4     | 5       | 3     |       | 5             | 5     | 4     | 5     | 74       |
| 5    | 5    | _    |      | 5    | 4    | 4     | 4     | 4     | 4       | 4     | 4     | 4             | 4     | 4     | 4     | 69       |
| 5    | 5    | 5    |      | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5             | 5     | 5     | 5     | 80       |
| 5    | 5    | 5    |      | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5             | 5     | 5     | 5     | 80       |
| 5    | 5    | 5    |      | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5             | 5     | 5     | 5     | 80       |
| 5    | 5    |      |      | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5             | 5     | 5     | 5     | 80       |
| 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     |       | 5             | 5     | 5     | 5     | 80       |
| 5    | 5    | 5    | _    | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     |       | 5             | 5     | 5     | 5     | 80       |
| 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 4    | 1     | 3     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5             | 5     | 5     | 5     | 73       |
| 2    | 4    | _    | _    | 3    | 3    | 4     | 4     | 4     | 4       | 3     |       | $\overline{}$ | 4     | 4     | 4     | 55       |
| 3    | 4    | 3    | 4    | 3    | 3    | 4     | 4     | 3     | 4       | 4     | 3     | 4             | 5     | 4     | 5     | 60       |
| 4    | 5    | _    | 2    | 4    | 4    | 4     | 4     | 2     | 4       | 2     |       | 4             | 4     | 2     | 2     | 55       |
| 3    | 4    | 4    | 3    | 3    | 3    | 4     | 3     | 4     | 3       | 4     | 3     | 3             | 2     | 2     | 2     | 50       |
| 4    | 4    | 5    |      | 4    | 2    | 2     | 2     | 4     | 5       | 4     | 1     | 4             | 4     | 2     | 5     | 54       |
| 4    | 4    | 4    | 3    | 3    | 3    | 4     | 4     | 3     | 3       | 3     | _     | 4             | 4     | 3     | 4     | 57       |
| 4    | 3    | 4    | 5    | 3    | 4    | 3     | 3     | 3     | 3       | 4     | 2     | 3             | 4     | 4     | 3     | 55       |
| 2    | 3    | 2    | 3    | 3    | 1    | 1     | 1     | 2     | 1       | 1     | 1     | 1             | 1     | 1     | 5     | 29       |
| 1    | 1    | 4    | 3    | 3    | 1    | 4     | 4     | 2     | 3       | 4     | 1     | 3             | 4     | 3     | 2     | 43       |
| 2    | 2    | 2    | 4    | 4    | 2    | 2     | 2     | 2     | 4       | 2     | 2     | 2             | 2     | 4     | 2     | 40       |
| 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 2    | 4     | 4     | 4     | 4       | 4     | 3     |               | 2     | 4     | 4     | 59       |
| 3    | 4    | 3    | 5    | 5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 4       | 4     | 5     | 4             | 5     | 4     | 4     | 70       |





# LAMPIRAN 1V

Input Data Basic Event

| 26 C1 27 C2 28 C3 29 C4 30 C5 31 C6 32 C7 33 C8 34 C9 35 C1 36 C1 | 2.1  |       |      | TS   | RR   | S    | SS   | TT   | Input | T    |     | EVENT   |
|---|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|---|
| 28 C3 29 C4 30 C5 31 C6 32 C7 33 C8 34 C9 35 C1                   |      | X1.1  | 5,4  | 13,5 | 21,6 | 21,6 | 37,8 | 18,9 | 59,5  | 59,5 | 100 | Adanya Perubahan Spesifikasi Material Selama Konstruksi                             |
| 29 C 4 30 C 5 31 C 6 32 C 7 33 C 8 34 C 9 35 C 1                  | 2 2  | X1.2  | 2,7  | 13,5 | 16,2 | 35,1 | 32,4 | 16,2 | 67,6  | 67,6 | 100 | Pembatasan Kerja dilapangan   |
| 30 C 5 31 C 6 32 C 7 33 C 8 34 C 9 35 C 1                         | 2.3  | X1.3  | 8,1  | 29,7 | 16,2 | 10,8 | 35,1 | 37,8 | 45,9  | 45,9 | 100 | Utilitas Seperti Air dan Listrik Tidak tersedia di site                             |
| 31 C6<br>32 C7<br>33 C8<br>34 C9<br>35 C1                         | 2.4  | X1.4  | 0,0  | 5,4  | 16,2 | 43,2 | 35,1 | 5,4  | 78,4  | 78,4 | 100 | Keterlambatan dalam menghasilkan dokumen desain                                     |
| 32 C 7<br>33 C 8<br>34 C 9<br>35 C 1                              | 5    | X1.5  | 0,0  | 8,1  | 24,3 | 29,7 | 37,8 | 8,1  | 67,6  | 67,6 | 100 | Gambar Desain yang tidak tepat dan tidak jelas                                      |
| 33 C8 34 C9 35 C1   | 6    | X1.6  | 0,0  | 13,5 | 32,4 | 21,6 | 32,4 | 13,5 | 54,1  | 54,1 | 100 | Tidak dipergunakannya software canggih dalam pembuatan desain                       |
| 34 C 9  | 7    | X1.7  | 0,0  | 2,7  | 13,5 | 43,2 | 40,5 | 2,7  | 83,8  | 83,8 | 100 | Pengumpulan data yang kurang lengkap serta survey yang tidak memadai sebelum desain |
| 35 C 1  | 2.8  | X1.8  | 5,4  | 16,2 | 13,5 | 29,7 | 35,1 | 21,6 | 64,9  | 64,9 | 100 | Adanya pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek                                  |
|   | 9    | X1.9  | 0,0  | 8,1  | 18,9 | 35,1 | 37,8 | 8,1  | 73,0  | 73,0 | 100 | pengambilan keputusan yang lama   |
| 36 C 1  | 2 10 | X1.10 | 2,7  | 21,6 | 35,1 | 21,6 | 18,9 | 24,3 | 40,5  | 40,5 | 100 | keterlamabatan dalam proses pembayaran  |
|   | 11   | X1.11 | 0,0  | 16,2 | 8,1  | 37,8 | 37,8 | 16,2 | 75,7  | 75,7 | 100 | kurangnya tenaga kerja yang berpengalaman pada organisasi proyek                    |
| 37 C 1  | 12   | X1.12 | 2,7  | 18,9 | 8,1  | 29,7 | 40,5 | 21,6 | 70,3  | 70,3 | 100 | Tenaga Kerja yang kurang kualifikasi dipekerjaan pada proyek                        |
| 38 C 1  | 2 13 | X1.13 | 0,0  | 10,8 | 10,8 | 40,5 | 37,8 | 10,8 | 78,4  | 78,4 | 100 | Produktifitas Tenaga Kerja Rendah   |
| 39 C 1  | 14   | X1.14 | 10,8 | 18,9 | 24,3 | 13,5 | 32,4 | 29,7 | 45,9  | 45,9 | 100 | Keterbatasan jumlah material dipasaran  |
| 40 C 1  | 2 15 | X1.15 | 0,0  | 5,4  | 32,4 | 35,1 | 27,0 | 5,4  | 62,2  | 62,2 | 100 | Terlambatnya pengajuan contoh / sample dari material                                |
| 41 C 1  | 2 16 | X1.16 | 5,4  | 18,9 | 29,7 | 27,0 | 18,9 | 24,3 | 45,9  | 45,9 | 100 | Terdapatnya Fluktuasi harga material  |
| 42 C 1  | 2 17 | X1.17 | 8,1  | 32,4 | 16,2 | 21,6 | 21,6 | 40,5 | 43,2  | 43,2 | 100 | Rendahnya kualitas dari material  |
| 43 C 1  | 2 18 | X1.18 | 2,7  | 13,5 | 13,5 | 37,8 | 32,4 | 16,2 | 70,3  | 70,3 | 100 | Keterbatasan Jumlah Peralatan Kerja   |
| 44 C 1  | 19   | X1.19 | 2,7  | 16,2 | 24,3 | 24,3 | 32,4 | 18,9 | 56,8  | 56,8 | 100 | Kondisi Peralatan kerja yang rusak  |
| 45 C 2  | 20   | X1.20 | 2,7  | 10,8 | 18,9 | 40,5 | 27,0 | 13,5 | 67,6  | 67,6 | 100 | Kesulitan Pembiayaan proyek oleh kontraktor   |
| 46 C 2  | 21   | X1.21 | 2,7  | 10,8 | 13,5 | 35,1 | 37,8 | 13,5 | 73,0  | 73,0 | 100 | Peraturan safety yang tidak dipenuhi oleh kontraktor                                |
| 47 C 2  | 22   | X1.22 | 2,7  | 2,7  | 24,3 | 40,5 | 29,7 | 5,4  | 70,3  | 70,3 | 100 | Kondisi Cuaca yang tidak mendukung  |
| 48 C 2  |      | X1.23 | 2,7  | 8,1  | 24,3 | 32,4 | 32,4 | 10,8 | 64,9  | 64,9 | 100 | kesulitan koordinasi antara pihak dalam pirak                                       |

| No | CODE | SPSS  | STS  | TS   | RR   | S    | SS   | тт   | Input | Т    |     | EVENT  |
|----|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|--|
| 24 | C 1  | X2.1  | 5,4  | 21,6 | 18,9 | 21,6 | 32,4 | 27,0 | 54,1  | 54,1 | 100 | Adanya peubahan spesifikasi material selama konstruksi               |
| 25 | C 2  | X2.2  | 5,4  | 8,1  | 10,8 | 45,9 | 29,7 | 13,5 | 75,7  | 75,7 | 100 | Adanya Pemberhentian pekerjaan oleh pemilik proyek                   |
| 26 | C 3  | X2.3  | 2,7  | 13,5 | 29,7 | 27,0 | 27,0 | 16,2 | 54,1  | 54,1 | 100 | Kurang efektifnya pengawasan terhadap proyek                         |
| 27 | C 4  | X2.4  | 0,0  | 10,8 | 35,1 | 16,2 | 37,8 | 10,8 | 54,1  | 54,1 | 100 | Pemberian proyek dengan metode penawaran terendah                    |
| 28 | C 5  | X2.5  | 0,0  | 5,4  | 29,7 | 29,7 | 35,1 | 5,4  | 64,9  | 64,9 | 100 | Pengambilan keputusan yang lama                                      |
| 29 | C 6  | X2.6  | 5,4  | 21,6 | 29,7 | 24,3 | 18,9 | 27,0 | 43,2  | 43,2 | 100 | Keterlambatan dalam proses pembayaran                                |
| 30 | C 7  | X2.7  | 8,1  | 8,1  | 13,5 | 40,5 | 29,7 | 16,2 | 70,3  | 70,3 | 100 | Tenaga kerja yang kurang kualifikas dipekerjakan pada proyek         |
| 31 | C 8  | X2.8  | 2,7  | 10,8 | 16,2 | 40,5 | 29,7 | 13,5 | 70,3  | 70,3 | 100 | Kurangnya tenaga kerja yang berpengalaman pada organisasi kontraktor |
| 32 | C 9  | X2.9  | 0,0  | 21,6 | 18,9 | 35,1 | 24,3 | 21,6 | 59,5  | 59,5 | 100 | Keterbatasan jumlah material dipasaran                               |
| 33 | C 10 | X2.10 | 2,7  | 0,0  | 16,2 | 37,8 | 43,2 | 2,7  | 81,1  | 81,1 | 100 | Keterlambatan memulai order material long-lead                       |
| 34 | C 11 | X2.11 | 5,4  | 8,1  | 27,0 | 32,4 | 27,0 | 13,5 | 59,5  | 59,5 | 100 | Permasalahan dengan sub kontraktor                                   |
| 35 | C 12 | X2.12 | 16,2 | 18,9 | 21,6 | 16,2 | 27,0 | 35,1 | 43,2  | 43,2 | 100 | Kecelakaan kerja selama konstruksi                                   |
| 36 | C 13 | X2.13 | 2,7  | 5,4  | 24,3 | 35,1 | 32,4 | 8,1  | 67,6  | 67,6 | 100 | Adanya pekerjaan ulang akibat kesalahan oleh kontraktor              |
| 37 | C 14 | X2.14 | 2,7  | 13,5 | 10,8 | 35,1 | 37,8 | 16,2 | 73,0  | 73,0 | 100 | Peraturan Safety yang tidak di penuhi oleh kontraktor                |
| 38 | C 15 | X2.15 | 2,7  | 13,5 | 16,2 | 40,5 | 27,0 | 16,2 | 67,6  | 67,6 | 100 | kesulitan pembayaran proyek oleh kontraktor                          |
| 39 | C 16 | X2.16 | 5,4  | 10,8 | 18,9 | 27,0 | 37,8 | 16,2 | 64,9  | 64,9 | 100 | kondisi cuaca yang tidak mendukung                                   |

LAMPIRAN V

# Formulasi FTA

|            | PEKERJAAN PONDASI |      |      |        |            |                 |      |      |      |       |       |          |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------------------|------|------|--------|------------|-----------------|------|------|------|-------|-------|----------|--------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Level      | C 1               | C 2  | С3   | C 4    | C 5        | C 6             | C 7  | C 8  | C 9  | C 10  | C 11  | C 12     | C 13   | C 14     | C 15     | C 16  | C 17  | C 18  | C 19  | C 20  | C 21  | C 22  | C 23  |
| 6          | X1.1              | X1.2 | X1.3 | X1.4   | X1.5       | X1.6            | X1.7 | X1.8 | X1.9 | X1.10 | X1.11 | X1.12    | X1.13  | X1.14    | X1.15    | X1.16 | X1.17 | X1.18 | X1.19 | X1.20 | X1.21 | X1.22 | X1.23 |
|            | 59,5              | 67,6 | 45,9 | 78,4   | 67,6       | 54,1            | 83,8 | 64,9 | 73,0 | 40,5  | 75,7  | 70,3     | 78,4   | 45,9     | 62,2     | 45,9  | 43,2  | 70,3  | 56,8  | 67,6  | 73,0  | 70,3  | 64,9  |
|            | 0,6               | 0,7  | 0,5  | 0,8    | 0,7        | 0,5             | 0,8  | 0,6  | 0,7  | 0,4   | 0,8   | 0,7      | 0,8    | 0,5      | 0,6      | 0,5   | 0,4   | 0,7   | 0,6   | 0,7   | 0,7   | 0,7   | 0,6   |
| Level 5    |                   |      |      | B5 1   |            |                 |      |      |      |       |       |          |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|            |                   |      |      | 0,78   |            |                 |      |      |      |       |       |          |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Level<br>4 |                   |      |      | B4     | <b>1</b> 1 | B4 2            |      |      |      |       |       |          |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|            |                   |      |      | 0,929  | 98758      | 0,54            | •    |      |      |       |       |          |        | 0,795    | 4711     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Level 3    | B3 1              |      |      |        | B3 2       |                 |      |      |      |       |       |          |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|            |                   | 0,68 |      |        | 0,9677     | 780783          |      |      |      |       | 0,927 | 6844     |        | 0,       | 88944386 | 53    |       |       |       | 0,68  |       |       |       |
| Level 2    |                   | B2 1 |      |        | B2         | 2 2             |      |      |      |       | B2    | 2 3      |        |          | B2 4     |       |       |       |       | B2 5  |       |       |       |
|            |                   |      |      | 0,9943 | 51635      |                 |      | 0,65 | 0,73 | 0,41  | 0,    | 98436420 | )4     |          | 0,9372   | 51922 |       | 0,87  | 1439  | 0,68  | 0,73  | 0,7   | 0,65  |
| Level<br>1 | B1 1              |      |      | В1     | 1 2        |                 |      | B1 3 | B1 4 | B1 5  |       | B1 6     |        |          | В        | 17    |       | В     | 1 8   | B1 9  | B1 10 | B1 11 | B1 12 |
|            |                   |      |      |        |            |                 |      |      |      |       |       |          |        |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |
| TOP        | OP A1 (Owner)     |      |      |        |            | A2 (Kontraktor) |      |      |      |       |       |          | A3 (ek | sternal) |          |       |       |       |       |       |       |       |       |

|         |                |      |      |      |      |               | PEK       | ERJAAN | KONSTRU   | UKSI                  |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------|------|------|------|------|---------------|-----------|--------|-----------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Level 4 | C 1            | C 2  | C 3  | C 4  | C 5  | C 6           | C 7       | C 8    | C 9       | C 10                  | C 11  | C 12  | C 13  | C 14  | C 15  | C 16  |
|         | X2.1           | X2.2 | X2.3 | X2.4 | X2.5 | X2.6          | X2.7      | X2.8   | X2.9      | X2.10                 | X2.11 | X2.12 | X2.13 | X2.14 | X2.15 | X2.16 |
|         | 54,1           | 75,7 | 54,1 | 54,1 | 64,9 | 43,2          | 70,3      | 70,3   | 59,5      | 81,1                  | 59,5  | 43,2  | 67,6  | 73    | 67,6  | 64,9  |
|         | 0,54           | 0,76 | 0,54 | 0,54 | 0,65 | 0,43          | 0,7       | 0,7    | 0,59      | 0,81                  | 0,59  | 0,43  | 0,68  | 0,73  | 0,68  | 0,65  |
|         |                |      |      |      |      |               | 0,911     | 16143  |           |                       |       |       |       |       |       |       |
| Level 3 |                |      |      |      |      |               | B         | 3 1    |           |                       |       |       |       |       |       |       |
|         |                | 0,76 | _    |      | 0,65 |               | 0,911     | 16143  | 0,59      | 0,81                  | 0,76  | 9905  | 0,68  | _     | 0,68  |       |
| Level 2 |                | B2 1 |      |      | B2 2 |               | B         | 2 3    | B2 4      | B2 5                  | B2    | 2 6   | B2 7  |       | B2 8  |       |
|         | 0,54 0,8882396 |      |      | 0,54 | 0,65 | 0,43          | 0,9116143 |        | 0,923     | 0,9233017 0,925374608 |       | 8     | 0,73  | 0,68  | 0,65  |       |
| Level 1 | B1 1 B1 2      |      | B1 3 | B1 4 | B1 5 | B1 6          |           | В      | B1 7 B1 8 |                       | B1 9  | B1 10 | B1 11 |       |       |       |
|         |                |      |      |      |      |               |           |        |           |                       |       |       |       |       |       |       |
| ТОР     | TOP A1 (Owner) |      |      |      |      | A2 Kontraktor |           |        |           |                       |       |       | A3    |       |       |       |

# LAMPIRAN VI

Daftar Spesifikasi Material

| PEMBANGUNAN TANGKI TIMBUN KAPASITAS 2 X 10.000 |  |                                     |                                     |  |  |  |  |  |  |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| No   | Material                               | Owner                               | Kontraktor                          |  |  |  |  |  |  |
| 1  | Steel Plate                            | KS - Indonesia                      | Gunung Steel Group -<br>Indonesia   |  |  |  |  |  |  |
|  |  | GDS - Indonesia                     |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Gunung Steel Group - Indonesia      |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 2  | PSV                                    | Protego - Germany                   | Anderson Green Wood<br>Crosby - USA |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Leser - Germany                     |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Bopp & Reuther - Germany            |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Anderson Green Wood Crosby -<br>USA |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Valvitalia - UK                     |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 3  | Protective Coating                     | International - Indonesia           | Jotun - Indonesia                   |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Hempel - International              |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Jotun - Indonesia                   |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Sigma Utama Point - Indonesia       |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Sigma Coatings - Indonesia          |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 4  | Electrode / Welding Rod                | Lincoln - Indonesia                 | Essab - Indonesia                   |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Bohler - Indonesia                  |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Essab - Indonesia                   |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 5  | Pipa Carbon Steel - HFRW               | Bakrie Pipe Industry - Indonesia    | KHI - Indonesia                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Bumi Kaya - Indonesia               |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Spindo - Indonesia                  |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | KHI - Indonesia                     |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Indal Steel - Indonesia             |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 6  | Valve                                  | Crane -                             | GLT - China                         |  |  |  |  |  |  |
|  |  | USA/UK/Australia/Indonesia          |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Alfa Valves - China/Indonesia       |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | GLT - China                         |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | S&W - Korea                         |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | KSB - Germany/India/China           |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 7  | Pressure Gauge / Indicator             | Siemens - Germany                   | Aschroft - USA                      |  |  |  |  |  |  |
|  | -                                      | Aschroft - UAS                      |                                     |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Yokogawa - Japan                    |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 8  | Venting (Breather Valve,<br>Free Vent) | Enardo - UAS                        | Precon - India                      |  |  |  |  |  |  |

|    |                                     | Groth - UAS                |                            |
|----|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|    |                                     | Protego - Germany          |                            |
|    |                                     | Precon - India             |                            |
|    |                                     | Tank Tech - Korea          |                            |
| 9  | Spray Tank Cooling Nozzle           | HD Fire - India            | HD Fire - India            |
|    | (Shell Ring)                        | Elkhart - USA              |                            |
|    |                                     | Angus - UK                 |                            |
|    |                                     | AWG - Germany              |                            |
|    |                                     | Macron - UK                |                            |
| 10 | Foam Chamber                        | Ansul - UK / USA           | HD Fire - India            |
|    |                                     | Angus - UK                 |                            |
|    |                                     | National Foam - USA        |                            |
|    |                                     | HD Fire - India            |                            |
| 11 | Y - Strainer                        | Crane -                    | Crane -                    |
|    |                                     | USA/UK/Australia/Indonesia | USA/UK/Australia/Indonesia |
|    |                                     | Alfa Valves - China        |                            |
| 12 | Flanges & Fittings (Elbow,          | Branded Non China          | Wilhelm Geldbach -         |
|    | Reducer, Tee, Weldolet, Threadolet) |                            | Germany                    |
| 13 | Tiang Pancang Beton                 | Jaya Beton - Indonesia     | Jaya Beton - Indonesia     |
|    | riang rancang beton                 | JHS System - Indonesia     | Jaya Beton - maonesia      |
|    |                                     | Wika Beton - Indonesia     |                            |
|    |                                     | Wind Beton Indonesia       |                            |
| 14 | Automatic Tank Gauging              | Rosemount - USA            | Endress Hauser - USA       |
|    |                                     | Endress Hauser - USA       |                            |
|    |                                     | Motherwell - UK            |                            |
|    |                                     | Enraf - USA                |                            |
| 15 | Kabel Power                         | Kabelindo - Indonesia      | Supreme - Indonesia        |
|    |                                     | Supreme - Indonesia        | •                          |
|    |                                     | Prysmian Cable - Indonesia |                            |
|    |                                     | Voksel - Indonesia         |                            |
|    |                                     | KMI - Indonesia            |                            |
| 16 | Kabel Data                          | Corning - USA              | Belden - USA               |
|    |                                     | Netviel - Italy / Turkey   |                            |
|    |                                     | Belden - USA               |                            |
|    |                                     | Voksel - Indonesia         |                            |
|    |                                     | Jembo - Indonesia          |                            |
|    |                                     |                            |                            |