



**Tugas Akhir - MO 141326**

**STUDI KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN KAPAL  
KARGO DENGAN METODE BOW TIE ANALYSIS**

**Reza Kurniawan**

**NRP. 4310 100 053**

**Dosen Pembimbing :**

**Silvianita ST, M.Sc., Ph.D.**

**Prof. Daniel. M. Rosyid. Ph.D.**

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**2015**



**Final Project - MO 141326**

**THE STUDY OF CARGO SHIP CONSTRUCTION  
PROJECT DELAYS USING BOW TIE ANALYSIS METHOD**

**Reza Kurniawan  
NRP. 4310 100 053**

**Supervisor :  
Silvianita ST, M.Sc., Ph.D.  
Prof. Daniel. M. Rosyid. Ph.D.**

**DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2015**

**STUDI KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN KAPAL  
KARGO DENGAN METODE *BOW TIE ANALYSIS***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar sarjana teknik  
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Reza Kurniawan

NRP. 4310100053

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D ..... (Pembimbing 1)

2. Prof. Ir.Daniel. M. Rosyid, Ph.D ..... (Pembimbing 2)

Surabaya, Januari 2015



# STUDI KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN KAPAL KARGO DENGAN METODE *BOW TIE ANALYSIS*

Nama : Reza Kurniawan  
NRP : 4310100053  
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS  
Dosen Pembimbing : Silvianita, S.T, M.Sc, Ph.D  
Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D

## ABSTRAK

Penyelesaian proyek pembangunan kapal kargo sering tidak sesuai dengan jadwal awal yang telah ditetapkan dalam kontrak dengan *owner*. Banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah peralatan produksi, material yang dibutuhkan, sumber daya manusia serta biaya. Keterlambatan proyek ini memiliki akibat yang merugikan perusahaan galangan kapal diantaranya adalah denda akibat terlambatnya proses pembangunan kapal kargo, proses uji coba dan pengiriman kapal juga terlambat, dll. Proses dari analisa ini memiliki banyak faktor sebab dan akibat keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo untuk itu dibutuhkan sebuah metode pendekatan yang sistematis. Pada Tugas Akhir ini digunakan analisa semi kuantitatif terhadap keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo 8000T Self Propelled Cement Barge Tonasa Lines dengan panjang kapal (LOA) 112,7 m, tinggi kapal 7,9 m, dan lebar kapal 24 m menggunakan metode *bow-tie analysis*. Metode ini adalah gabungan antara metode *fault tree analysis* (FTA) dan *event tree analysis* (ETA) dimana setelah digabung menjadi satu dalam *bow-tie analysis* akan dihasilkan langkah pencegahan akar permasalahan dan pengurangan akibat permasalahan tersebut dengan bantuan *barrier* pada diagram *bow-tie*. Dari hasil analisa menggunakan FTA didapatkan hasil total peluang kejadian *top event* keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo terjadi sebesar 0,0935. Hasil diagram ETA didapatkan hasil kapal kargo selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan berkisar antara 1 minggu – 1,5 tahun diakibatkan berbagai macam faktor dan dikenai denda perharinya yaitu 1 ‰ dari total nilai kontrak Rp 122.000.000.000 ,-. Jadi denda berkisar antara Rp 854.000.000,- hingga Rp 65.880.000.000,-. Gabungan dari kedua analisa tersebut terdapat dalam diagram *bow-tie analysis* dalam bentuk *barrier* untuk ancaman dari FTA yang berfungsi sebagai pencegahan dan *barrier* untuk konsekuensi dari ETA yang berfungsi sebagai pengurangan akibat keterlambatan dapat dilihat pada gambar 4.16.

**Kata Kunci :** Studi Keterlambatan Proyek, Pembangunan Kapal Kargo, *Fault Tree Analysis*, *Event Tree Analysis*, *Bow Tie Analysis*

# **THE STUDY OF CARGO SHIP CONSTRUCTION PROJECT DELAYS USING BOW TIE ANALYSIS METHOD**

**Name** : Reza Kurniawan  
**Id. Number** : 4310100053  
**Departement** : Teknik Kelautan FTK-ITS  
**Supervisor** : Silvianita, S.T, M.Sc, Ph.D  
Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D

## **ABSTRACT**

The project completion of the ship cargo construction often miss the planned contract with owner. Required materials, human resources and costs, were one of many factors that affect the construction. This project delay has adverse consequences the shipbuilding company, include penalties for delays in the construction process, delay process of testing and delivery of the ship, etc. Many factors to analyze the causes and consequences of cargo ship construction project delays and require a systematic approach. This research used semi-quantitative analysis of the cargo ship construction delay with a bow-tie analysis method. This method is a combination of the fault tree analysis method (FTA) and event tree analysis method (ETA), merged into the bow-tie analysis to produce a precautionary measure root causes and reducing the impact of these problems with the help of barrier on the bow-tie diagram. The result of this analysis obtained using the FTA total chances of top event, indicate that cargo ship construction project delays probability at 0.0935. The results showed in ETA diagram cargo ships had already produced, but have experienced delays ranged from 1 week to 1.5 years due to various factors and fined 1 %/100 per day from the total contract value of Rp 122 billion. So the penalty between Rp 854 million - Rp 65.88 billion. A combination of both the analysis contained in the bow-tie diagram analysis show in the threat barrier from FTA to prevent any threats, and consequences from ETA to do consequence reductions due to delays that can be seen in Figure 4.16.

**Keywords: Study on Project Delay, Construction of a cargo ship, Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis, Bow Tie Analysis**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar sesuai prosedur yang ditetapkan. Laporan penelitian tugas akhir ini berjudul “STUDI KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN KAPAL KARGO DENGAN METODE BOW TIE ANALYSIS”

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tugas akhir ini membahas mengenai analisa keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo dengan metode bow tie analysis diamana nantinya diharapkan juga dapat membantu perusahaan tempat mengambil sumber data Tugas Akhir ini untuk menentukan langkah-langkah mitigasi dan juga sebagai sarana pembelajaran yang baik di jurusan Teknik Kelautan ITS Surabaya.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyelesaian karya tulis ini terdapat kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, tidak ada sesuatupun yang sempurna di dunia ini, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah.SWT.

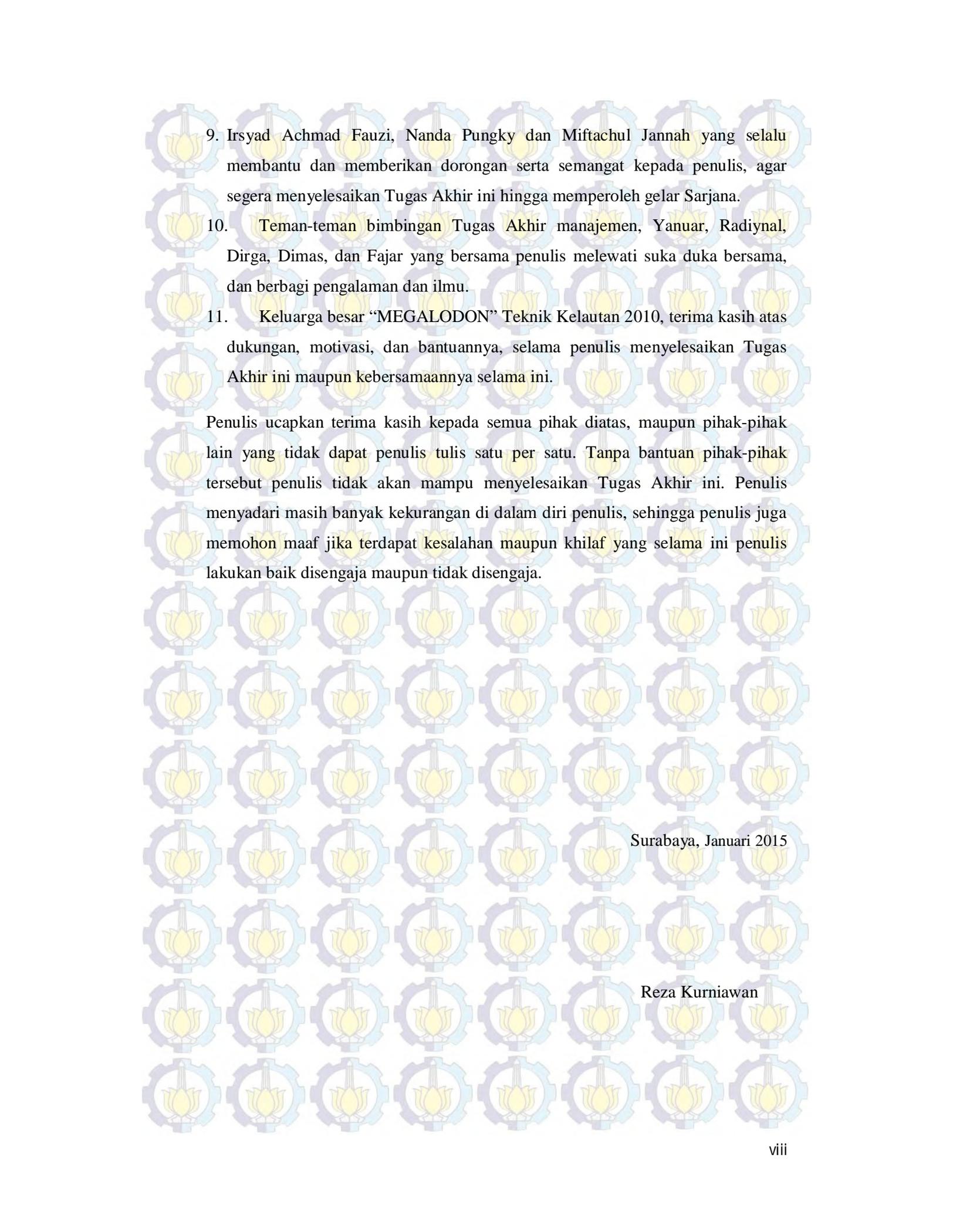
Surabaya, Januari 2015

Reza Kurniawan

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis menyadari tidak dapat menyelesaikannya tanpa bantuan dari pihak lain. Bantuan tersebut berupa dorongan moral maupun material, baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun pihak-pihak yang selama ini telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah:

1. Allah SWT yang telah memberikan Ridho-Nya kepada saya.
2. Kepada kedua orang tua penulis, untuk do'a, kasih sayang, perhatian, dukungan serta kesabaran yang selama ini telah diberikan kepada penulis.
3. Kepada Ibu Silvianita, ST, M.Sc., Ph.D, dan Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D, atas bimbingan serta ilmu yang telah dibagikan kepada penulis, sehingga menambah pengetahuan serta wawasan penulis.
4. Pak Luhur, Pak Giyanto, Pak Sugito selaku *Supervisor* dan pembimbing serta seluruh manajer bagian di PT.DPS Surabaya, yang telah membantu penulis dengan memberikan data, pengisian kuesioner, wawancara, serta konsultasi objek Tugas Akhir penulis.
5. Bapak Prof. Ir. Soegiono, Bapak Ir. Arief Suroso, M.Sc, Ibu Dirda selaku penguji sidang akhir penulis, yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap Tugas Akhir penulis.
6. Bapak Ir. Hasan Ikhwan, M.Sc, selaku dosen wali, yang selama ini telah memberikan motivasi serta pengarahan kepada penulis selama masa perkuliahan di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS.
7. Para Bapak dan Ibu dosen di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih penulis ucapkan atas ilmu dan kesabaran untuk mendidik penulis selama ini.
8. Mbak Dwi dan Bu Lismi selaku petugas TU yang telah membantu membuat surat pengantar pengambilan data TA ke PT.DPS Surabaya dan membantu pendaftaran sidang TA.

- 
9. Irsyad Achmad Fauzi, Nanda Pungky dan Miftachul Jannah yang selalu membantu dan memberikan dorongan serta semangat kepada penulis, agar segera menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga memperoleh gelar Sarjana.
  10. Teman-teman bimbingan Tugas Akhir manajemen, Yanuar, Radiyal, Dirga, Dimas, dan Fajar yang bersama penulis melewati suka duka bersama, dan berbagi pengalaman dan ilmu.
  11. Keluarga besar “MEGALODON” Teknik Kelautan 2010, terima kasih atas dukungan, motivasi, dan bantuannya, selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini maupun kebersamaannya selama ini.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak diatas, maupun pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis tulis satu per satu. Tanpa bantuan pihak-pihak tersebut penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalam diri penulis, sehingga penulis juga memohon maaf jika terdapat kesalahan maupun khilaf yang selama ini penulis lakukan baik disengaja maupun tidak disengaja.

Surabaya, Januari 2015

Reza Kurniawan

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATAPENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Tinjauan Umum Kapal Kargo.....	5
2.2.2 Produksi Kapal Kargo.....	7
2.2.2.1 Institusi yang berhubungan dengan produksi kapal.....	7
2.2.2.2 Tahapan Pembangunan Kapal.....	9
2.3 Manajemen Proyek.....	13
2.4 <i>Risk Assessment</i> .....	14
2.4.1 Fault Tree Analysis (FTA).....	15
2.4.2 <i>Event Tree Analysis</i> (ETA).....	19
2.4.3 <i>Bow Tie Analysis</i> .....	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	25
3.2 Prosedur Penelitian.....	26
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 Pengumpulan data .....	31
4.2 Pengolahan data .....	35
4.3 Pengolahan Data Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Kapal Menggunakan FTA .....	36
4.3.1 Proses Produksi Terganggu.....	38
4.3.2 Sistem Manajemen Kurang Baik.....	43
4.3.3 <i>Minimal Cut Set</i> .....	48
4.4 Pengolahan Data Faktor Akibat Keterlambatan Proyek Konstruksi Kapal Menggunakan ETA .....	54
4.5 Pengolahan data Keterlambatan Proyek Konstruksi Kapal dengan Metode Bow – Tie Analysis.....	64
BAB V PENUTUP .....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN	

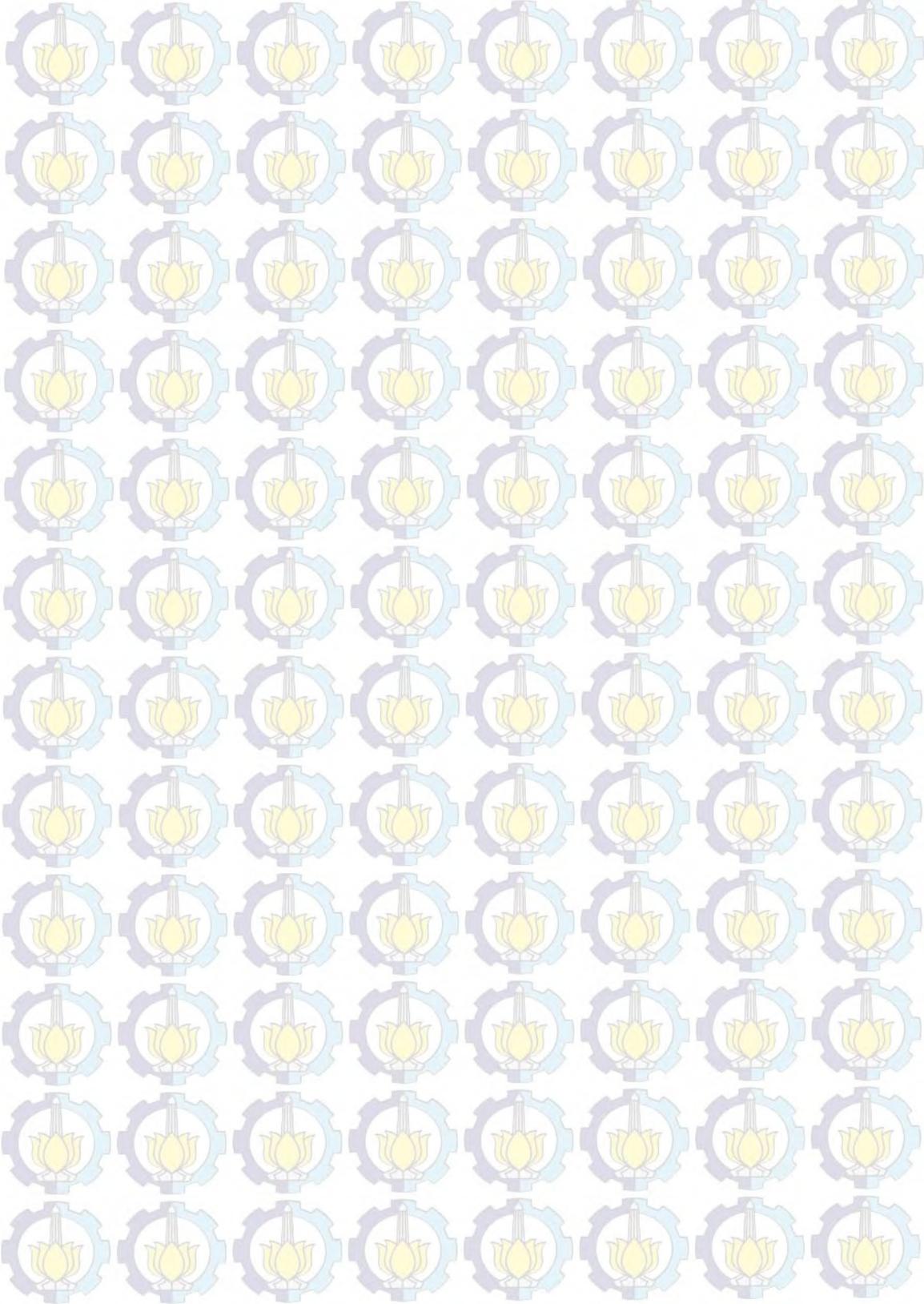
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol-simbol <i>fault tree</i> .....	16
Tabel 3.1 <i>Frequency Index</i> .....	28
Tabel 3.2 <i>Frequency Index</i> untuk <i>risk matrix</i> .....	28
Tabel 3.3 <i>Severity Index (SI)</i> untuk <i>risk matrix</i> .....	29
Tabel 3.4 <i>Risk matrix</i> .....	29
Tabel 4.1 Tabel aktivitas utama kapal Tonasa 12611 .....	32
Tabel 4.2 Tabel aktivitas utama kapal Tonasa 12612 .....	32
Tabel 4.3 Standar bobot pekerjaan tiap bagian proyek pembangunan kapal Tonasa Lines .....	33
Tabel 4.4 Rencana awal dan realisasi bagian konstruksi kapal Tonasa Lines .....	34
Tabel 4.5 <i>Basic Event FTA</i> .....	45
Tabel 4.6 Data Koresponden .....	47
Tabel 4.7 <i>Frequency Index</i> .....	48
Tabel 4.8 Probabilitas <i>Basic Event</i> .....	49
Tabel 4.9 Minimal <i>Cut Set</i> Proses Produksi Terganggu .....	51
Tabel 4.10 Minimal <i>Cut Set</i> Sistem Manajemen Kurang Baik .....	52
Tabel 4.11 <i>Frequency Index</i> untuk <i>risk matrix</i> .....	59
Tabel 4.12 <i>Severity Index (SI)</i> untuk <i>risk matrix</i> .....	60
Tabel 4.13 Hasil Penilaian Koresponden .....	61
Tabel 4.14 <i>Risk matrix</i> .....	61
Tabel 4.15 Hasil bobot resiko keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo .....	62
Tabel 4.16 Hasil <i>output</i> pada <i>risk matrix</i> .....	63
Tabel 4.17 Daftar <i>treat</i> pada diagram <i>bow-tie</i> .....	66
Tabel 4.18 Daftar <i>Consequence</i> pada diagram <i>bow-tie</i> .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kapal di floating dok .....	1
Gambar 2.1 Kapal General Kargo .....	6
Gambar 2.2 Kapal Tanker .....	6
Gambar 2.3 Dry-bulk Carriers.....	7
Gambar 2.4 Multipurpose Vessels.....	7
Gambar 2.5 Diagarm Institusi dan badan yang berhubungan dengan produksi kapal .....	8
Gambar 2.6 Tahapan Pembuatan Kapal.....	9
Gambar 2.7 <i>Fault Tree Concept</i> .....	16
Gambar 2.8 <i>Fault Tree Analysis process</i> .....	18
Gambar 2.9 <i>Event Tree Concept</i> .....	19
Gambar 2.10 <i>Event Tree Analysis process</i> .....	20
Gambar 2.11 simplified bow-tie representation .....	22
Gambar 2.12 <i>Bow-tie Analysis process</i> .....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir .....	26
Gambar 4.1 Proyek pembangunan kapal Tonasa Lines.....	31
Gambar 4.2 Diagram FTA pekerjaan konstruksi kapal Tonasa Lines yang terlambat .....	37
Gambar 4.3 Faktor - faktor pengadaan material lama .....	38
Gambar 4.4 Faktor - faktor fasilitas peralatan kurang memadai .....	39
Gambar 4.5 Kondisi lingkungan kurang baik .....	40
Gambar 4.6 Pekerja Terbatas .....	40
Gambar 4.7 Desain mengalami perubahan .....	41
Gambar 4.8 Produktifitas pekerja kurang baik.....	42
Gambar 4.9 Keberterimaan produk .....	43
Gambar 4.10 Kontrol manajemen kurang efektif.....	44
Gambar 4.11 Kurangnya koordinasi di lapangan .....	44
Gambar 4.12 Schedule rencana awal proyek tidak terlaksana .....	45
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Probabilitas.....	53
Gambar 4.14 Diagram ETA akibat konstruksi kapal Tonasa Lines yang	

terlambat .....55  
Gambar 4.15 Diagram *Bow-Tie* .....64  
Gambar 4.16 Hasil Pengerjaan Diagram *Bow-Tie* .....65



## TABEL ISTILAH

<i>Barrier</i>	: Penghalang yang berfungsi sebagai pencegahan penyebab dan pengurangan dampak resiko dalam <i>bow-tie analysis</i>
<i>Basic event</i>	: Kejadian dasar yang mendasari suatu masalah
<i>Cut-set</i>	: Kombinasi kejadian pembentuk <i>fault tree</i> yang bila semua terjadi akan menyebabkan <i>top event</i> terjadi.
<i>Hazard</i>	: Bahaya / resiko
<i>Initiating Event</i>	: Suatu peristiwa yang mengawali urutan kecelakaan yang dapat mengakibatkan konsekuensi yang tidak diinginkan.
<i>Minimal Cut-set</i>	: Himpunan <i>failure event</i> yang menyebabkan <i>Top Event</i> terjadi.
<i>Mitigation</i>	: Kejadian pengurangan dampak dari kegagalan terjadi.
<i>Pivotal Event</i>	: Pivotal Event (PE) adalah peristiwa perantara yang terjadi antara <i>initiating event</i> dan <i>consequence</i> . PE merupakan kejadian gagal maupun sukses dari metode keselamatan yang diterapkan untuk mencegah <i>initiating event</i> agar tidak mengakibatkan sebuah kecelakaan. Jika pivotal event bekerja dengan sukses, dapat menghentikan skenario kecelakaan dan disebut sebagai peristiwa meringankan. Jika <i>pivotal event</i> gagal bekerja, maka skenario kecelakaan terjadi dan disebut sebagai peristiwa yang memberatkan.
<i>Prevention</i>	: Kejadian pencegah sebab kegagalan terjadi.
<i>Risk Matriks</i>	: Matriks penggolongan tingkat resiko
<i>Top Event</i>	: Kejadian awal yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar penyebab kegagalan tersebut terjadi.
<i>Treat</i>	: Ancaman

## DAFTAR PUSTAKA

Det Norske Veritas, 2002, **Risk Management in Marine-and Subsea operation**, Veritasvein, Norway

Dianous, V., Fiévez, C., 2006. **ARAMIS project: a more explicit demonstration of risk control through the use of bow-tie diagrams and the evaluation of safety barrier performance**. Journal of Hazardous Materials 130 (3), 220–233.

Ericson A. Clifton, 2005. **Hazard Analysis Techniques for System Safety**. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Foster S. Thomas. 2004, **Managing Quality: An Integrative Approach**. Pearson Prentice Hall. USA.

Gifford, M., Giltert, S. and Bernes, I., 2003. **Bow-Tie Analysis**. Equipment Safety Assurance Symposium (ESAS).

Husen, Abrar., 2009. **Manajemen Proyek**. Andi: Yogyakarta.

Jahidin, Saddam. **Gambaran Umum Proses Produksi kapal (produksi kapal part 1)**. Belajar Kapal Blog. 22 september 2011. 15 september 2014. <<http://belajarkapal.blogspot.com/2011/09/gambaran-umum-proses-produksi-kapal.html>>

Kamaruzzaman, findy, DESEMBER 2012, **Studi Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi**. JURNAL TEKNIK SIPIL UNTAN. VOLUME 12, <http://portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewjournal&journal=2341>, 15 September 2014.

Kraiem, Z.I. & Dickman, J.E., 1987, **Concurent Delays in Contructions Project**, Journal of Contructions Engineering and Management.

Nizar, Chairil. **Manajemen Proyek**. Ilmusipil.com. 25 Desember 2011. 1 November 2014 <[www.ilmusipil.com/manajemen-proyek](http://www.ilmusipil.com/manajemen-proyek)>

Putra, A.T., 2014, **Evaluasi Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure : Studi Kasus Proyek EPCC Bukit Tua PT.PAL Indonesia**, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Rosyid, D. M., 2007, **Pengantar Rekayasa Keandalan**, Airlangga University Press, Surabaya.

Silvianita, Khamidi. Moch. Faris., Kurian. V.J., 2013, **An Application of Fault Tree Analysis for Mobile Mooring System**, Universiti Teknologi Petronas, Perak, Malaysia.

Soegiono. 2004. **Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut**. Airlangga University Press, Surabaya.

Sony. **Produksi Kapal**. Kapal Mania Blog. 17 Januari 2011. 15 september 2014. <<http://kapalmania.blogspot.com/2011/01/produksi-kapal-ship-production.html>

Wahyudin, Muhammad. **Cara Membuat Kapal**. Kapal Kargo Blog. 16 januari 2011. 15 september 2014. <<http://kapal-cargo.blogspot.com/2011/01/kapal-cargo.html>;

Wahyudin, Muhammad. **KAPAL CARGO**. Kapal Kargo Blog. 16 januari 2011. 15 september 2014. <<http://kapal-cargo.blogspot.com/2011/01/kapal-cargo.html>;

Zuijderduijn, C., 2000. **Risk Management** by Shell Refinery/Chemicals at Pernis, The Netherlands. EU Joint Research Centre Conference on Seveso II Safety Cases, Athens.

## BIODATA PENULIS



Reza Kurniawan dilahirkan di Nganjuk Jawa Timur, pada tanggal 18 Agustus 1992. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan di TK. Sholahuddin Kota Mojokerto, dilanjutkan ke pendidikan dasar di SDN Wates 6 Kota Mojokerto, kemudian pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Kota Mojokerto, dan pendidikan menengah atas di SMAN 3 Kota Mojokerto. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2010 penulis melanjutkan studinya di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SPMB beasiswa bidik misi dikti. Selama menjadi mahasiswa selain aktif dibidang akademis, penulis juga aktif di berbagai kegiatan intra kampus. Kegiatan intra kampus yang pernah diikuti oleh penulis adalah menjadi Staff Departemen PSDM kajian Bahrul Ilmi Jurusan Teknik Kelautan 2011/2012, Staff Departemen PSDM BEM FTK 2011/2012, dan terakhir menjadi Kepala Divisi Pengembangan Teknologi Departemen RISTEK HIMATEKLA 2012/2013. Penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan seperti OCEANO 2011, 2012 dan kepanitiaan RISTEK di jurusan teknik kelautan. Penulis memiliki pengalaman melakukan kerja praktek di 2 perusahaan yaitu di JOB-PPEJ di Tuban, PT.ZEE Engineering Indonesia di Tangerang, dan mengambil data Tugas Akhir di PT.Dok dan Perkapalan Surabaya. Penulis mengakhiri masa perkuliahannya dengan menulis Tugas Akhir dengan bidang manajemen proyek kapal berjudul “Studi Keterlambatan Pembangunan Kapal Kargo dengan Metode *Bow Tie Analysis*”. Kritik dan saran untuk kelancaran penelitian ini kedepannya dapat disampaikan melalui e-mail [rezzak53@gmail.com](mailto:rezzak53@gmail.com).

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kapal adalah sarana transportasi yang sangat vital bagi perkembangan negara Indonesia. Peran penting kapal sangat terlihat dalam proses transportasi manusia, barang dan juga dalam menjaga pertahanan negara Indonesia. Salah satu kapal yang akan dibahas dalam analisa ini adalah kapal kargo. Dari segi ekonomi kapal ini sangat membantu dalam proses pendistribusian barang antar pulau dan ekspor impor ke luar negeri sehingga negara memperoleh keuntungan yang baik jika kinerja kapal ini juga baik. Oleh sebab itu dalam proyek pembangunan alat transportasi kapal kargo diharapkan menghasilkan kapal dengan kondisi baik dan kinerja yang memuaskan sehingga saat digunakan nantinya dapat mempercepat proses pendistribusian barang. Dalam penyelenggaraan suatu proyek pembuatan kapal kargo, kegiatan yang akan dihadapi sangat kompleks. Hal ini tentu memerlukan suatu manajemen yang baik sehingga pada akhirnya proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana.



**Gambar 1.1** Kapal di *floating dok* (DPS, 2010)

Kegiatan suatu proyek pembangunan dapat diartikan sebagai satu kegiatan yang sementara berlangsung dalam jangka waktu terbatas. Perencanaan suatu proyek dapat diartikan sebagai pemberi pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan dan memastikan penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien. (Abrar, 2009).

Di dalam pengerjaan suatu proyek akan di dapatkan berbagai bentuk tujuan yang direncanakan di awal sebagai sasaran dilakukannya proyek. Tujuan yang sering diharapkan oleh perusahaan penyelenggara proyek salah satunya adalah ketepatan jadwal perencanaan awal proyek (*schedule* awal kontrak) dengan waktu selesainya proyek tersebut. Masalah akan timbul apabila terjadi ketidak sesuaian pada proses tersebut dengan kenyataan yang sebenarnya. Dampak yang sering terjadi adalah kerugian baik dari pihak galangan maupun owner.

Diperlukan evaluasi berdasarkan analisis yang baik terkait keterlambatan proyek pembuatan kapal kargo. Sehingga proyek-proyek selanjutnya memiliki manajemen yang baik khususnya dalam hal pengenalan resiko, evaluasi resiko, pengendalian resiko dan pemantauan resiko. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian berfokus pada kapal kargo terbaru (Tonasa Lines) yang diproduksi oleh PT.Dok dan Perkapalan Surabaya. Kapal ini berbeda dengan produksi kapal kargo sebelumnya dalam hal sistem pembayaran dari *owner* yaitu 20 % diawal dan 80 % diakhir. Pada perusahaan ini juga belum pernah ada penelitian yang membahas manajemen resiko tentang keterlambatan proyek produksi konstruksi kapal kargo, oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dibuat analisa produksi konstruksi kapal dengan sistem pembayaran berbeda yang terlihat pada probabilitas dalam FTA dan ETA.

Metode FTA berperan dalam menganalisis kegagalan atau keterlambatan pada sebuah proyek, sedangkan metode ETA menganalisis akibat yang terjadi dari keterlambatan proyek. Dari kedua analisa ini nantinya akan didapatkan diagram *bow-tie* sebagai sarana analisa dampak apa saja yang bisa dikurangi dengan pembuatan mitigasi proyek agar penjadwalan proyek pembangunan kapal kargo dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan pada awal perencanaan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Permasalahan yang menjadi bahan kajian dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Penyebab apa saja yang mempengaruhi keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo dengan bantuan metode *Fault Tree Analysis*?

2. Menentukan dampak – dampak yang ditimbulkan dari keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo dengan bantuan metode *Event Tree Analysis*?
3. Bagaimana hasil penggabungan *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis* ke dalam *bow-tie Analysis*?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui penyebab apa saja yang mendasari keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo dengan bantuan metode *Fault Tree Analysis*.
2. Untuk mengetahui dampak apa saja yang ditimbulkan dari permasalahan keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo dengan bantuan metode *Event Tree Analysis*.
3. Untuk mengetahui hasil penggabungan *Fault Tree Analysis* dan *Event Tree Analysis* ke dalam *bow-tie Analysis*.

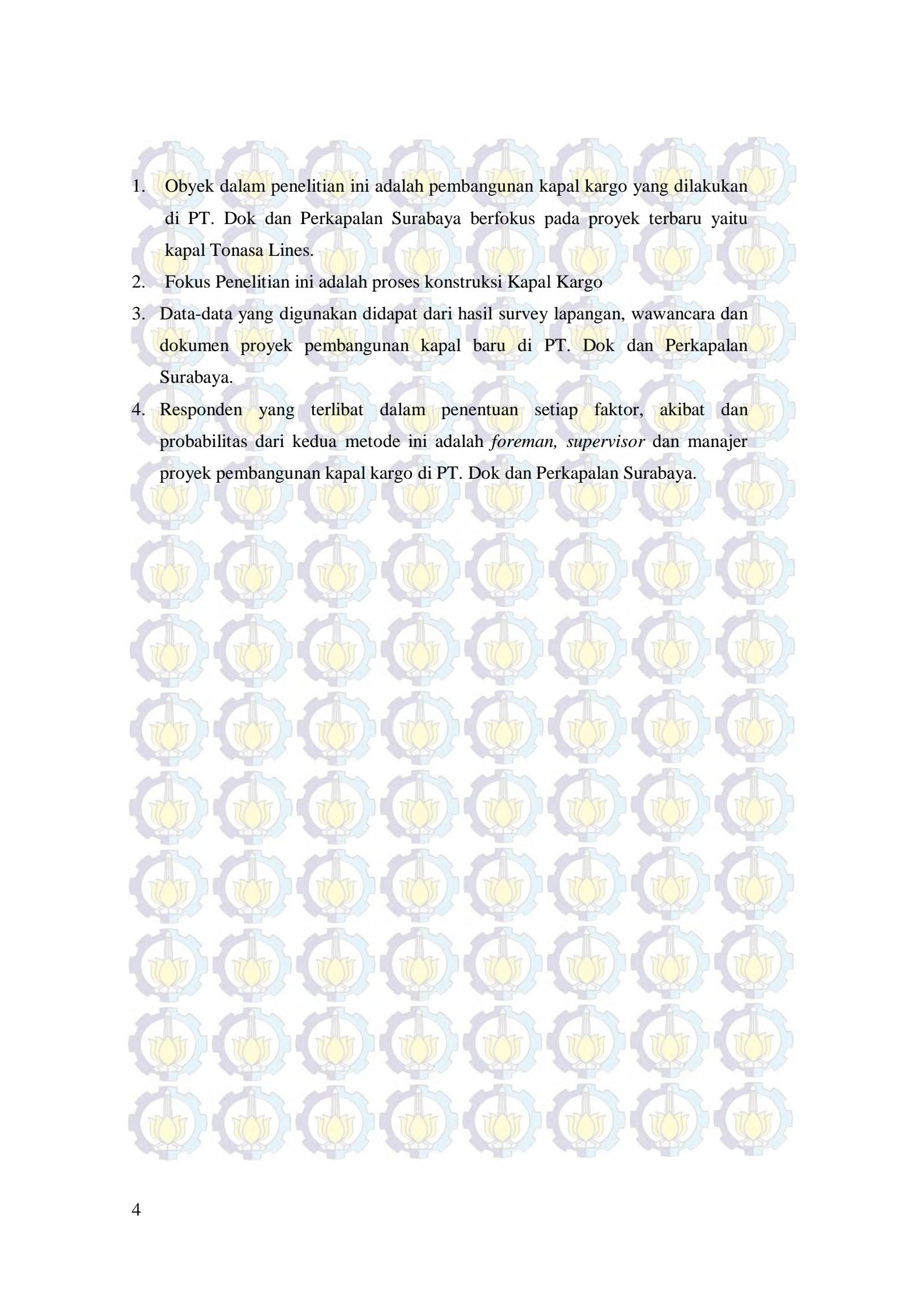
### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diantaranya adalah :

1. Mengetahui penyebab dasar *basic event* dari keterlambatan pada proyek pembangunan kapal kargo menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.
2. Mengetahui akibat dan menentukan *pivotal event* dari keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo dengan bantuan metode *Event Tree Analysis*.
3. Sebagai evaluasi dan pengembangan proyek pembangunan kapal di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya selanjutnya dalam hal *risk assesment*.
4. Dapat dimanfaatkan sebagai referensi ilmiah tentang keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo oleh mahasiswa dan karyawan.

### **1.5. Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan ruang lingkup dari permasalahan, maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut :

- 
1. Obyek dalam penelitian ini adalah pembangunan kapal kargo yang dilakukan di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya berfokus pada proyek terbaru yaitu kapal Tonasa Lines.
  2. Fokus Penelitian ini adalah proses konstruksi Kapal Kargo
  3. Data-data yang digunakan didapat dari hasil survey lapangan, wawancara dan dokumen proyek pembangunan kapal baru di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.
  4. Responden yang terlibat dalam penentuan setiap faktor, akibat dan probabilitas dari kedua metode ini adalah *foreman*, *supervisor* dan manajer proyek pembangunan kapal kargo di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa penelitian bertemakan pengendalian keterlambatan proyek konstruksi pada beberapa tahun terakhir. Seperti yang dilakukan Andika (2014), yang mengangkat tema evaluasi keterlambatan pada proyek pembangunan *jacket structure*. Penelitian ini berfokus pada satu metode pencarian sumber masalah keterlambatan proyek konstruksi yaitu *fault tree analysis*. Kemudian dari Jurnal Teknologi dari Silvianita *et al.*(2013) bertema *decision making for safety assessment of mobile mooring system*. Pada jurnal ini membahas dua metode penyelesaian masalah *mooring system* yaitu dengan *fault tree analysis* dan *event tree analysis*.

Namun hingga penelitian terkini, belum ada yang mengangkat tema pengendalian proyek keterlambatan produksi kapal pada galangan kapal di Indonesia. Kali ini penulis mengangkat tema pengendalian proyek pada salah satu galangan kapal di Indonesia. Objek penelitian pada Tugas Akhir ini adalah proyek pembangunan kapal Tonasa Lines milik PT.Tonasa Lines, yang dilakukan oleh PT. DPS.

Saat ini proyek tersebut mengalami kendala biaya dan waktu penyelesaian, sehingga mengalami keterlambatan, dan diperlukan evaluasi untuk penanganan kedepannya. Penulis melakukan studi keterlambatan terhadap proyek dengan melakukan 3 metode yaitu *Fault Tree Analysis*, *Event Tree Analysis*, dan *Bow-tie Analysis*.

#### 2.2 Dasar Teori

##### 2.2.1. Tinjauan Umum Kapal Kargo

Kapal kargo atau dalam bahasa Indonesia sering di sebut kapal barang, adalah sebuah alat transportasi laut yang di gunakan untuk mengangkut barang/kargo dari suatu daerah ke daerah lainnya pada lautan skala lokal hingga internasional. Kapal kargo sesuai dengan tugasnya untuk mengangkat dan menurunkan barang di lengkapi dengan crane kapal atau alat bantu mengangkat barang dari atau ke kapal. Terdapat pula kapal kargo yang singgah di pelabuhan modern yang dilengkapi crane pelabuhan, maka kapal kargo tersebut tidak harus dilengkapi

crane di kapal dengan alasan mendasar apabila tidak terdapat crane kapal maka dapat menambah ruang muat di kapal kargo. Dalam skala umur kapal kargo dirancang dengan umur pakai 25-30 tahun. Menurut Wahyudin (2011) Kapal kargo menurut jenis muatannya dapat di bagi menjadi 4 jenis kapal kargo yaitu :

#### 1. *General Kargo Vessels*

Kapal General Kargo membawa barang dikemas seperti bahan kimia, makanan, mebel, mesin, kendaraan bermotor, alas kaki, pakaian, dll.



Gambar 2.1 Kapal General Kargo (*wikipedia.org,2015*)

#### 2. *Tankers*

Kapal *tanker* adalah jenis kapal yang membawa produk minyak bumi atau benda cair lainnya.



Gambar 2.2 Kapal Tanker (*DPS,2010*)

### 3. *Dry-bulk Carriers*

*Dry Bulk Carriers* adalah tanker yang dipergunakan untuk mengangkut batubara, semen, bijih besi dan produk sejenis lainnya.



Gambar 2.3 *Dry-bulk Carriers* (seanews.com,2014)

### 4. *Multipurpose Vessels*

Kapal *Multi-purpose*, seperti namanya kapal ini dapat mengangkut lebih dari satu jenis muatan kapal kargo contohnya dapat mengangkut barang jenis *liquid* dan general kargo dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 2.4 *Multipurpose Vessels* (maritime.com,2012)

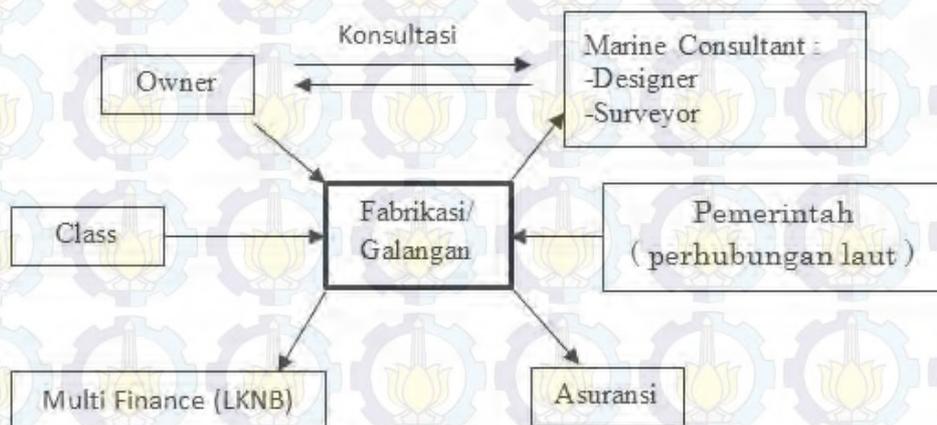
## 2.2.2 **Produksi Kapal Kargo**

### 2.2.2.1 **Institusi yang berhubungan dengan produksi kapal**

Menurut Sony (2011) Terdapat beberapa institusi yang perlu diketahui dalam proses produksi sebuah kapal diantaranya :

1. *Marine colsultan*, yang bertugas untuk melakukan : perancangan kapal , perancangan *offshore structure* .
2. Biro klasifikasi yang bertugas untuk mengontrol apakah desain sudah sesuai dengan rule dari biro klasifikasi tersebut atau belum , berperan dalam sertifikasi kapal.
3. *Owner* adalah pihak pemesan kapal yang berperan dalam kelancaran pembayaran dan berhak menentukan spesifikasi kapal yang akan dibangun.
4. Galangan yang berperan sebagai pihak produsen kapal dan harus taat pada aturan dari kelas , *owner* dan *sea communication*.
5. Lembaga keuangan non bank ( LKNB ), Berhubungan dengan *owner* dalam pemberian dana dengan sistem pinjaman secara lising.
6. Asuransi berhubungan dngan *owner* dalam rangka untuk mengasuransikan kapal dengan membayar premi asuransi.

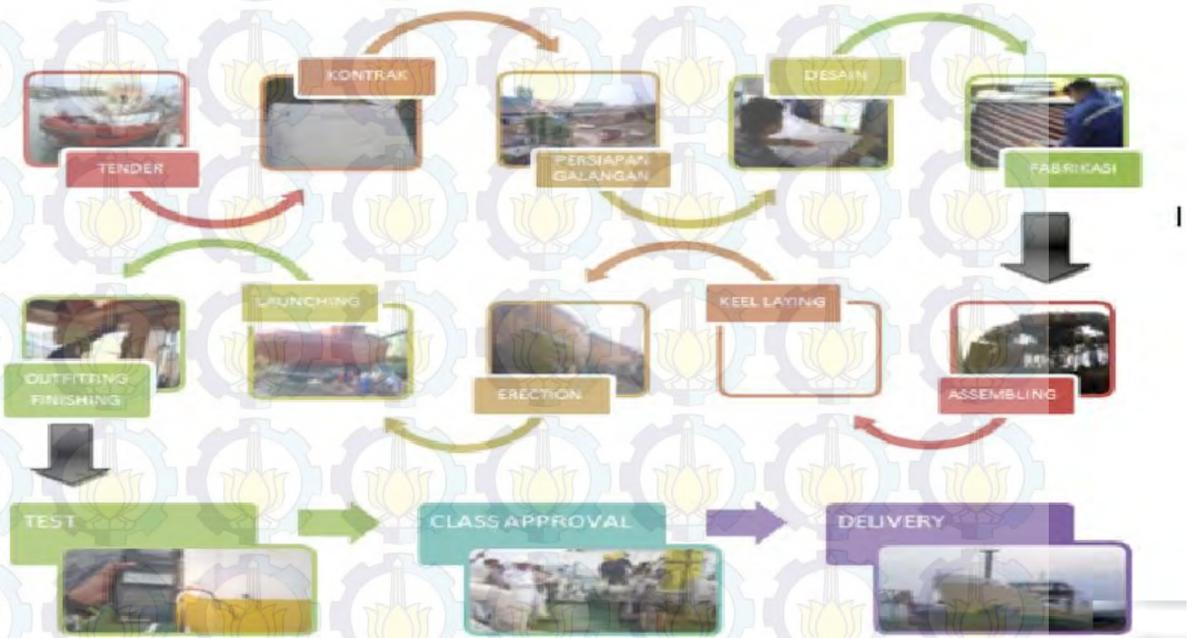
Pemerintah ( perhubungan laut ), berperan dalam melakukan fungsi kontrol terhadap alat – alat keselamatan baik untuk pelayaran , penumpang kapal, maupun awak kapal .



Gambar 2.5 Diagarm Institusi dan badan yang berhubungan dengan produksi kapal (Sony, 2011)

### 2.2.2.2 Tahapan Pembangunan Kapal

Membangun kapal bukanlah hal yang mudah, diperlukan planning yang matang dalam pembuatannya baik dalam perencanaan biaya, waktu, dan pekerja yang akan dilibatkan. Agar waktu pembuatan kapal bisa di lakukan sesuai dengan kontrak atau kurang dari waktu kontrak maka hendaklah sebuah kapal di buat dengan mengikuti standar dalam proses pembuatan kapal. Menurut Jahidin (2011) berikut adalah gambaran umum standar dalam tahapan pembuatan sebuah kapal seperti terlihat pada gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 2.6 Tahapan Pembuatan Kapal (*cyberships.com*, 2011)

Dari skema di atas dapat kita lihat bahwa dalam proses pembuatan kapal terdapat beberapa tahapan utama, yaitu :

#### a. *Tender*

Proses ini merupakan kegiatan awal dimana *owner* membuka penawaran umum kepada beberapa perusahaan galangan yang akan mengerjakan proyek pembangunan kapal. Perusahaan galangan yang diaanggap *capable* akan dipilih oleh *owner* untuk melaksanakan proyek pembangunannya.

b. Kontrak

Kontrak kerjasama berisi persetujuan-persetujuan yang disepakati antara pemesan (*owner*) dengan pihak galangan dalam melaksanakan kegiatan pembangunan.

c. Persiapan Galangan

Pihak galangan yang telah menandatangani kontrak selanjutnya membuat perencanaan kerja yang berpatokan pada isi kontrak dan mengambil batasan waktu puncak penyelesaian, lalu dihitung mundur hingga didapatkan waktu ideal untuk segera memulai proses produksi. Hal ini akan lebih baik dalam pengaturan waktu sehingga keterlambatan bisa diminimalisir. Seluruh perencanaan ini biasanya ditangani oleh *Plan & Production Control Department* (PPC Dept), yang merupakan otak dari sebuah proyek.

d. Desain

Selanjutnya dilakukan pembuatan Rancangan awal (*Preliminary Design*) yang merupakan pekerjaan pengulangan (*Repeated Order*) dari kapal-kapal sejenis yang pernah dibangun. Rancangan pengulangan ini tidak mutlak mengikuti rancangan lama akan tetapi dilakukan modifikasi dan penyempurnaan-penyempurnaan sehingga dapat memenuhi seluruh kriteria yang ditetapkan oleh owner. Adapun pekerjaan pokok yang dilakukan pada tahap ini adalah pembuatan *Key Plan*, *Detail Plan*, dan *Production Drawing Plan*.

e. Fabrikasi

Fabrikasi merupakan tahapan awal dalam proses produksi konstruksi kapal (*steel construction*), dan menghasilkan sebagian besar komponen yang membentuk struktur kapal tersebut. jenis pengerjaan dalam proses fabrikasi adalah:

- *Mould lofting*; *Mould lofting* adalah menggambar bentuk badan kapal dalam skala 1:1 pada lantai gambar, meliputi gambar seluruh gading - gading kapal dan perletakkannya, serta gambar bentangan dari pelat kapal.
- Penandaan (*marking*); *Marking* adalah proses penandaan komponen berdasarkan data dari bengkel *Mould Loft*, sebelum melakukan pemotongan (*cutting*) terhadap komponen.

- Pemotongan (*cutting*); *Cutting* merupakan tahapan fabrikasi setelah penandaan di mana pemotongan dilakukan mengikuti kontur garis marking dengan toleransi sebagaimana yang ditetapkan di dalam rencana pemotongan pelat (*cutting plan*).
- Pembentukan (*Roll, Press and bending*); *Roll* adalah proses pembentukan pelat dimana pelat akan berubah bentuk secara radial dengan tekanan dan gerakan (*round bar*). *Press* adalah proses penekanan pelat untuk pelurusan dan perataan permukaan pelat yang mengalami *waving*. *Bending* adalah proses pembentukan pelat atau profil hingga membentuk seksi tiga dimensi (*frame/profil*) sesuai yang dibutuhkan.
- Pengelasan; Proses pengelasan dilakukan setelah material siap dan telah sesuai dengan gambar disain yang melalui tahap marking dan cutting baik secara manual maupun menggunakan mesin potong CNC (*Computer Numerically Controlled*).

f. *Assembling*

*Assembling* merupakan tahapan lanjutan dari proses fabrikasi. Seluruh material yang telah difabrikasi, baik pelat baja maupun profil-profil (*rolled shapes*) digabungkan dan dirakit menjadi satu unit tiga dimensi yang lebih besar (*block*). Proses ini didahului oleh proses *sub assembling* yang merupakan tahapan perakitan awal yang fungsinya adalah untuk mengurangi volume kerja *assembling*. Pekerjaan *sub assembling* meliputi antara lain penyambungan pelat, perakitan pelat dengan konstruksi penguat (*stiffener, girder*, dan sebagainya), perakitan profil-profil I, T, siku dsb, yang akan membentuk panel-panel untuk posisi vertikal dan horizontal.

g. Pemasangan Lunas Pertama (*Keel Laying*)

Kegiatan *Keel Laying* merupakan kegiatan *ceremonial* yang dilakukan pada setiap proyek pembangunan kapal dengan ketentuan owner dan kesepakatan yang ditandatangani dalam kontrak.

h. Penyambungan Blok (*Erection*)

Ereksi adalah proses penyambungan blok-blok/seksi konstruksi yang telah dirakit, pada *building berth* dengan posisi tegak, dengan menggunakan *crane*.

i. Peluncuran (*Launching*)

Proses peluncuran dilakukan setelah ereksi fisik kapal telah mencapai lambung dan bangunan atas (*stern arrangement, zinc anode, sea chest*), *Radiographic Test* (RT) atau *X-Ray* dan tes kebocoran (*leak test*) telah dilakukan terhadap las-lasan yang lokasi dan jumlahnya ditentukan oleh BKI. Sisa pekerjaan fisik pembangunan selanjutnya diselesaikan dalam keadaan terapung di atas permukaan air. Instalasi Mesin Induk dan Mesin Bantu (M/E dan A/E) dapat dilaksanakan setelah blok-blok sampai geladak disambung dengan baik. Karena perkiraan kedatangan permesinan tersebut memerlukan waktu lama (melebihi jadwal peluncuran, maka instalasi permesinan tersebut dilaksanakan setelah peluncuran kapal).

j. *Outfitting*

Setelah kapal berhasil di luncurkan maka selanjutnya pemasangan alat - alat perlengkapan diantaranya adalah: *Hull outfitting*, Instalasi Sistem Perpipaan, Instalasi Sistem Kelistrikan dan Navigasi, Instalasi Peralatan Perlengkapan Geladak (*Safety Equipments, Cargo Handling, Mooring and Anchoring, Communication Equipments, Navigation Equipments, Hatch Covering, etc*), dan *finishing painting*.

k. Pengujian (*Test*)

Pengujian test ini dikenal dengan *Inspection Test Plan* dibuat dan disetujui oleh Badan Klasifikasi beserta *Owner*. ITP terdiri dari *material inspection, dock trial, sea trial, Inclining Test*.

l. Persetujuan Kelas dan Sertifikasi (*Class Approval & Certification*)

Setelah dilakukan pengujian diatas dan kapal dinyatakan memenuhi seluruh persyaratan sebagaimana ditetapkan dan disetujui oleh badan klasifikasi yang telah dipilih, maka selanjutnya dibuatkan penggambaran akhir sesuai

pembangunan (*As Built Drawings*) untuk memperoleh sertifikasi class dan sebagainya serta memperoleh persetujuan badan klasifikasi tersebut.

j. *Delivery*

Serah terima kapal dilakukan ditempat sesuai yang ditetapkan dalam kontrak. Serah terima dilaksanakan sesuai rencana dalam jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*).

### 2.3 Manajemen Proyek

Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan, dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek (Chairil Nizar, 2011)

Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas, wewenang, dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi adanya tugas dan tanggung jawab yang dilakukan secara bersamaan (*overlapping*). Menurut Chairil Nizar (2011) apabila fungsi-fungsi manajemen proyek dapat direalisasikan dengan jelas dan terstruktur, maka tujuan akhir dari sebuah proyek akan mudah terwujud, yaitu:

1. Tepat Waktu
2. Tepat Kuantitas
3. Tepat Kualitas
4. Tepat Biaya sesuai dengan biaya rencana
5. Tidak adanya gejolak sosial dengan masyarakat sekitar
6. Tercapainya K3 dengan baik

Pelaksanaan projek memerlukan koordinasi dan kerjasama antar organisasi secara solid dan terstruktur. Dan hal inilah yang menjadi kunci pokok agar tujuan akhir projek dapat selesai sesuai dengan *schedule* yang telah direncanakan.

#### **2.4 Risk Assessment**

Berdasarkan DNV-Marine risk assessment (2002) terminologi untuk studi resiko diantaranya adalah :

- Analisis resiko - estimasi resiko dari kegiatan dasar yang dilakukan.
- Penilaian resiko - review untuk penerimaan berdasarkan perbandingan dengan standar resiko atau kriteria resiko, dan pengadilan berbagai langkah pengurangan resiko.
- Manajemen resiko - proses pemilihan langkah-langkah pengurangan resiko yang tepat dan menerapkannya dalam pengelolaan kegiatan.

*Risk assessment* dalam DNV-Marine risk assessment (2002) adalah teknik untuk menerima resiko berdasarkan perbandingan dengan standar resiko atau kriteria resiko, dan percobaan berbagai langkah pengurangan resiko. Penilaian resiko dapat diterapkan dalam pendekatan kualitatif, Semi-kuantitatif dan kuantitatif, dan manajer projek perlu memutuskan pendekatan mana yang tepat untuk pekerjaan yang sedang dilakukan tujuannya adalah sebagai pengurangan resiko.

Langkah pertama dari *Risk assessment* adalah untuk mengidentifikasi bahaya yang hadir. Kemudian resiko yang timbul dari mereka dievaluasi baik secara kualitatif, semi kuantitatif maupun, kuantitatif. Mengurangi ukuran resiko diperkenankan jika resiko melebihi "kriteria penyaringan". Setelah langkah-langkah yang diperlukan telah diidentifikasi, persyaratan fungsional dari langkah-langkah ini harus didefinisikan.

Secara umum, pendekatan kualitatif adalah untuk menerapkan tingkat penilaian dari wawasan (tuntutan sumber daya dan keahlian tambahan tidak dibutuhkan).

Sebaliknya pendekatan kuantitatif yang paling menuntut pada sumber daya dan keahlian, tetapi berpotensi memberikan pemahaman yang paling rinci dan

memberikan dasar terbaik sehingga pengeluaran yang signifikan yang terlibat. Pendekatan Semi-kuantitatif terletak antara dua pendekatan ini.

*Risk assessment* saat ini merupakan teknologi yang telah terbukti bagi operator untuk mengatasi bahaya yang lebih besar dengan cara yang terstruktur, dan untuk memastikan resiko telah dikurangi ke tingkat biaya yang sesuai secara efektif.

#### **2.4.1 Fault Tree Analysis (FTA)**

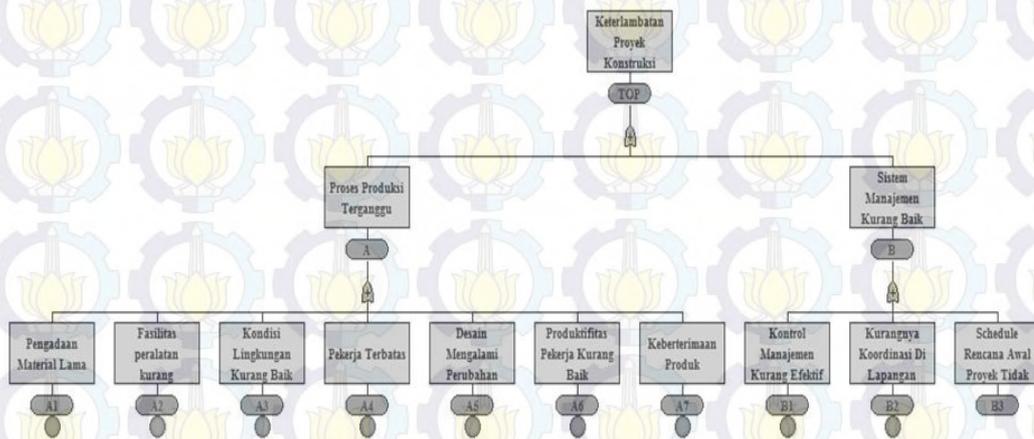
Menurut Rosyid (2007), *Fault Tree Analysis* adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi semua sebab yang mungkin (kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya yang terjadi sendiri atau bersama-sama) menyebabkan kegagalan sistem dan memberi pijakan perhitungan peluang kejadian kegagalan tersebut.

Sedangkan menurut Ericson (2005) *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah teknik analisis sistem digunakan untuk menentukan akar penyebab permasalahan dan kemungkinan terjadinya kejadian tertentu yang tidak diinginkan. FTA digunakan untuk mengevaluasi sistem dinamis yang kompleks dan besar untuk memahami dan mencegah potensi masalah. Menggunakan metodologi yang ketat dan terstruktur, FTA memungkinkan menganalisa sistem untuk model kombinasi unik dari peristiwa kesalahan yang dapat menyebabkan kejadian yang tidak diinginkan terjadi.

Jadi Metode *Fault Tree* ini mengembangkan jalan kesalahan logis dari kejadian yang tidak diinginkan yang berada di atas (disebut *Top Event*) untuk semua akar penyebab yang mungkin terjadi pada bagian bawahnya. Kekuatan FTA adalah bahwa hal itu mudah dilakukan, mudah dimengerti, memberikan sistem wawasan yang bermanfaat, dan menunjukkan semua kemungkinan penyebab masalah yang akan diselidiki.

Struktur *Fault Tree* seperti pada gambar 2.7 yang telah dilengkapi dapat digunakan untuk menentukan signifikansi dari kesalahan peristiwa dan kemungkinan mereka terjadinya. Validitas tindakan yang dilakukan untuk

menghilangkan atau mengontrol kesalahan peristiwa dapat ditingkatkan dalam keadaan tertentu dengan mengukur *Fault Tree* dan melakukan evaluasi numerik.

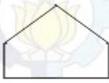


Gambar 2.7 *Fault Tree Concept*

Dalam pembuatan diagram *fault tree* juga terdapat berbagai simbol untuk menrangkai akar permasalahan tabel 2.1 dibawah ini menjelaskan mengenai simbol-simbol yang biasa digunakan dalam penyusunan diagram *fault tree*.

Tabel 2.1 Simbol-simbol *fault tree* (sumber: Foster, 2004)

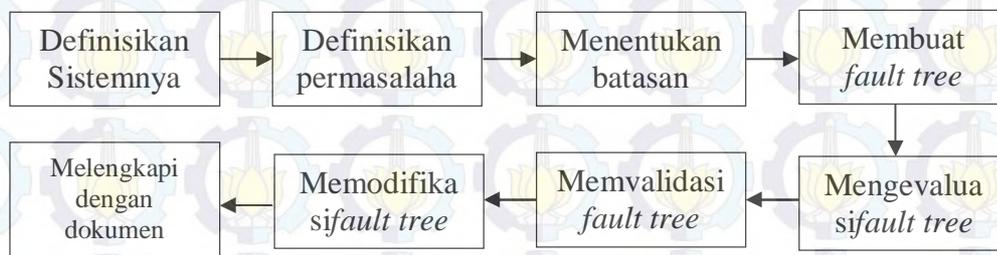
Simbol	Nama	Deskripsi
	<i>Description box</i>	Deskripsi dari sebuah <i>output</i> dari <i>logic symbol</i> atau sebuah kejadian.
	<i>And-gate</i>	<i>Booelan logic gate</i> - kejadian dapat terjadi bila seluruh kondisi yang lebih rendah berikutnya adalah benar
	<i>Priority And-gate</i>	<i>Booelan logic gate</i> - kejadian dapat terjadi bila semua kondisi yang lebih rendah berikutnya terjadi dalam urutan yang spesifik (urutan berikutnya biasanya diwakili oleh sebuah peristiwa bersyarat).
	<i>Or-gate</i>	<i>Booelan logic gate</i> - kejadian dapat terjadi bila ada salah satu atau lebih rendah berikutnya adalah benar

Simbol	Nama	Deskripsi
	<i>Inhibit</i> (menghalangi)	Output kesalahan terjadi jika kesalahan input (tunggal) terjadi di hadapan kejadian bersyarat yang memungkinkan.
	<i>Transfer</i>	Mengindikasikan adanya transfer informasi
	<i>Basic Event</i>	Kejadian yang bersifat internal ke sistem analisis, tidak memerlukan pengembangan lebih lanjut.
	<i>House</i>	Kejadian yang eksternal ke sistem analisis, akan terjadi atau tidak terjadi (Pf=1 or Pf=0)
	<i>Undeveloped Event</i>	Kejadian yang tidak dikembangkan lebih lanjut karena memiliki dampak kecil pada top level event atau karena rincian yang diperlukan untuk mengembangkan kejadian selanjutnya tidak tersedia
	<i>Conditional Event</i>	Sebuah kondisi yang diperlukan modus kegagalan untuk terjadi.

Ada delapan langkah dasar dalam proses FTA, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 ini adalah langkah yang diperlukan untuk melakukan FTA lengkap dan akurat. Beberapa analis mungkin menggabungkan atau memperluas beberapa langkah, berikut ini adalah prosedur dasar yang harus diikuti (Ericson, 2005) :

1. Memahami desain sistem dan operasi. Memperoleh data desain saat ini (gambar, skema, prosedur, diagram, dll)
2. Secara deskriptif mendefinisikan masalah dan menetapkan hal yang benar - benar tidak diinginkan untuk dianalisis.
3. Tentukan aturan dasar analisis dan batas - batas cakupan masalah dan mencatat semua aturan - aturan dasar.

4. Ikuti proses konstruksi, aturan, dan logika untuk membangun model sistem *Fault Tree*.
5. Menghasilkan *cut set* dan probabilitas kemudian mengidentifikasi mata rantai yang lemah dan masalah keamanan dalam desain.
6. Periksa ke responden apakah model *Fault Tree* benar, lengkap, dan akurat mencerminkan desain sistem.
7. Modifikasi *Fault Tree* seperti kenyataan yang ditemukan diperlukan selama validasi atau karena perubahan desain sistem.
8. Melengkapi dokumen pada seluruh analisa dengan data pendukung.



Gambar 2.8 *Fault Tree Analysis process* (Foster, 2004)

Berikut ini adalah keuntungan dari teknik *Fault Tree Analysis* (Ericson, 2005) :

1. Terstruktur, ketat, dan menggunakan pendekatan metodis.
2. Sebagian besar pekerjaan dapat terkomputerisasi.
3. Dapat dilakukan secara efektif pada berbagai tingkat detail desain.
4. Model visual menampilkan sebab-akibat hubungan.
5. Relatif mudah dipelajari, digunakan, dan diikuti.
6. Model hubungan sistem yang kompleks dengan cara yang dimengerti.
7. Mengikuti jalur kesalahan melintasi batas-batas sistem.
8. Menggabungkan hardware, software, lingkungan, dan interaksi manusia.
9. Izin dalam melakukan penilaian probabilitas.
10. Sangat Ilmiah; berdasarkan teori logika, teori probabilitas, dan teori keandalan.
11. *Software* komersial tersedia.
12. *Fault Tree* dapat memberikan nilai meskipun informasi yang didapat terbatas.
13. Sebuah teknik yang terbukti bertahun-tahun sukses digunakan.

14. *Fault Tree* diperkirakan dapat memberikan informasi pengambilan keputusan yang sangat baik.

Meskipun teknik yang kuat, *Fault Tree Analysis* memang memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut (Ericson, 2005) :

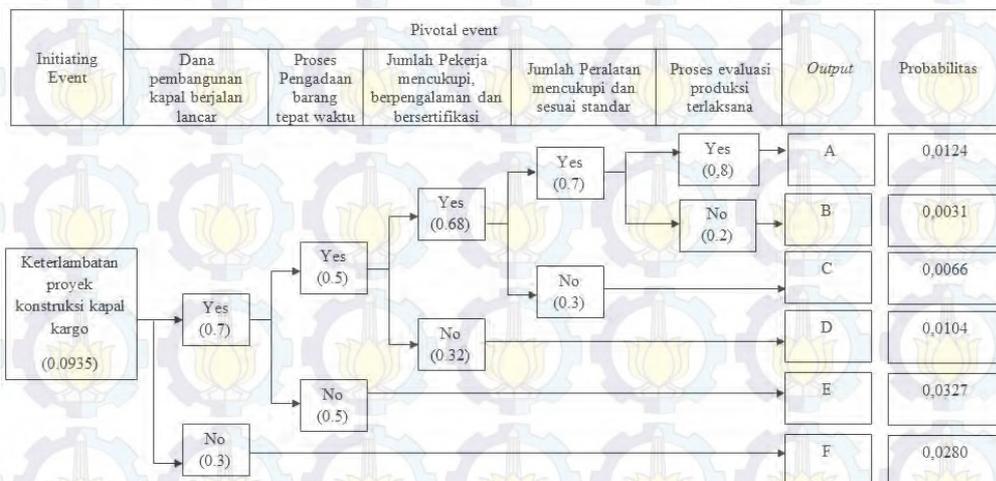
1. Dapat dengan mudah menghabiskan waktu jika tidak hati-hati.
2. Dapat menjadi tujuan daripada alat.
3. Modeling waktu berurutan dan perbaikan lebih sulit.
4. Modeling beberapa fase lebih sulit.
5. Membutuhkan seorang analis dengan beberapa pelatihan dan pengalaman praktis.

#### 2.4.2 *Event Tree Analysis (ETA)*

*Event Tree Analysis (ETA)* adalah teknik analisis akibat yang digunakan untuk mengevaluasi proses dan peristiwa yang mengarah kemungkinan kecelakaan.

ETA menggunakan struktur pohon logika visual yang dikenal sebagai pohon kejadian *Event Tree (ET)*. Tujuan dari *Event Tree Analysis* adalah untuk mengevaluasi semua hasil yang mungkin yang dapat diakibatkan dari sebuah Inisiasi proyek. Dengan menganalisis semua hasil yang mungkin, adalah mungkin untuk menentukan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang diinginkan dan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang tidak diinginkan. (Ericson, 2005).

Gambar 2.9 merupakan konsep dari diagram *event tree* mulai dari *initiating event* hingga *output*.



Gambar 2.9 *Event Tree Concept*



Gambar 2.10 *Event Tree Analysis process*

Urutan proses analisa ETA berdasarkan Gambar 2.10 adalah :

1. Definiskan Sistemnya : memeriksa sistem dan menentukan batas-batas sistem, subsistem, dan interface.
2. Identifikasi bahaya kecelakaan : Lakukan penilaian sistem atau analisis bahaya untuk mengidentifikasi bahaya sistem dan skenario kecelakaan yang ada dalam desain sistem.
3. Identifikasi kejadian awal : Perhalus analisis bahaya untuk mengidentifikasi *initiating event* (kejadian awal) dalam skenario kecelakaan.
4. Identifikasi *pivotal events* : Mengidentifikasi hambatan keamanan atau penanggulangan yang terlibat dengan skenario tertentu yang dimaksudkan untuk menghalangi kecelakaan.
5. Membuat *event tree diagram* : Membangun Event Tree Diagram logis, dimulai dengan Initiating Event, Pivotal Event, dan diselesaikan dengan hasil masing-masing jalur.
6. Menentukan probabilitas kegagalan : Memperoleh atau menghitung probabilitas kegagalan untuk *pivotal event* di *event tree diagram*. Mungkin perlu untuk menggunakan Fault Tree untuk menentukan bagaimana *pivotal event* bisa gagal dan untuk mendapatkan probabilitas.
7. Identifikasi hasil tiap jalur : Hitunglah resiko hasil untuk setiap jalur di Event Tree Diagram.

8. Evaluasi resiko tiap jalur : Evaluasi resiko hasil setiap jalur dan menentukan apakah resiko dapat diterima.
9. Menggolongkan hasil resiko ke *risk matrix* : Penggolongkan hasil resiko ETA ke dalam *risk matrix* dengan menentukan *frequency* dan *severity* dari masing-masing output ETA.
10. Mendokumentasikan hasil ETA : Dokumen seluruh proses pada *Event Tree Diagram* diperlukan untuk pembaruan informasi yang baru

Berikut ini adalah keuntungan dari teknik ETA:

1. Sebagian besar pekerjaan dapat terkomputerisasi.
2. Dapat dilakukan secara efektif pada berbagai tingkat detail desain.
3. Model menampilkan hubungan sebab / efek Visual.
4. Relatif mudah dipelajari, lakukan, dan ikuti.
5. Model hubungan sistem yang kompleks dengan cara yang dimengerti.
6. Mengikuti jalur kesalahan melintasi batas-batas sistem.
7. Menggabungkan hardware, software, lingkungan, dan interaksi manusia.
8. Perangkat lunak komersial yang tersedia.

Berikut ini adalah kelemahan dari teknik ETA:

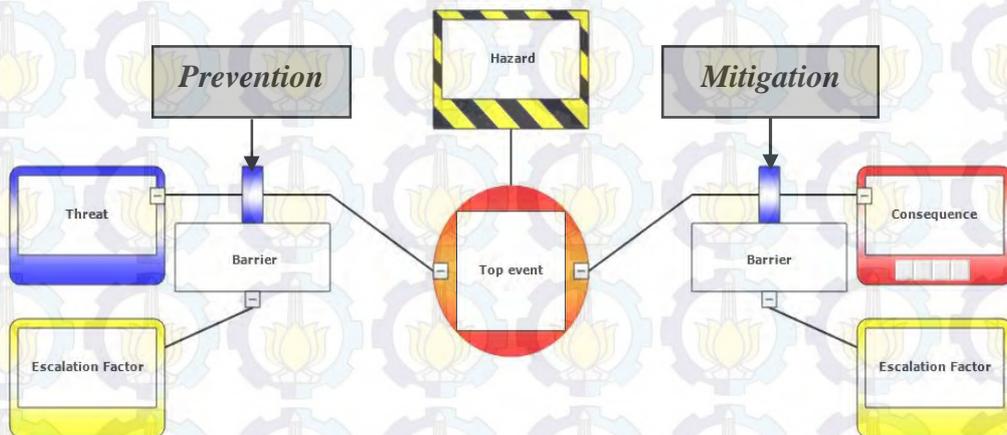
1. ETA hanya dapat memiliki satu kejadian awal, oleh karena itu beberapa ETA akan diperlukan untuk mengevaluasi konsekuensi dari beberapa kejadian awal.
2. ETA dapat mengabaikan dependensi sistem halus ketika model peristiwa.
3. keberhasilan parsial / kegagalan tidak dapat dibedakan.
4. Membutuhkan seorang analis dengan beberapa pelatihan dan pengalaman praktis.

#### **2.4.3 Bow Tie Analysis**

Analisis *bowtie* (dasi kupu-kupu) adalah metode pembentukan diagram untuk menggambarkan dan menganalisis jalur suatu risiko dari penyebab hingga dampaknya. Metode ini sering dianggap sebagai kombinasi dari metode pohon kesalahan (FTA, *fault tree analysis*) yang menganalisis penyebab peristiwa dengan metode pohon peristiwa (ETA, *event tree analysis*) yang menganalisis dampak. Namun, *bowtie* lebih berfokus kepada

penghambat (*barrier*) antara penyebab dan risiko, serta antara risiko dan dampak. Metode ini disebut *bowtie* karena diagram yang dihasilkan menyerupai dasi kupu-kupu dengan penyebab dan dampak masing-masing menjadi dua sayap kiri kanan yang mengapit peristiwa risiko di bagian tengah. *Bow - Tie* menggabungkan unsur-unsur *Fault Tree Analysis*, dan *Event Tree Analysis* (Gifford et. Al., 2003) untuk membentuk representasi grafis dari:

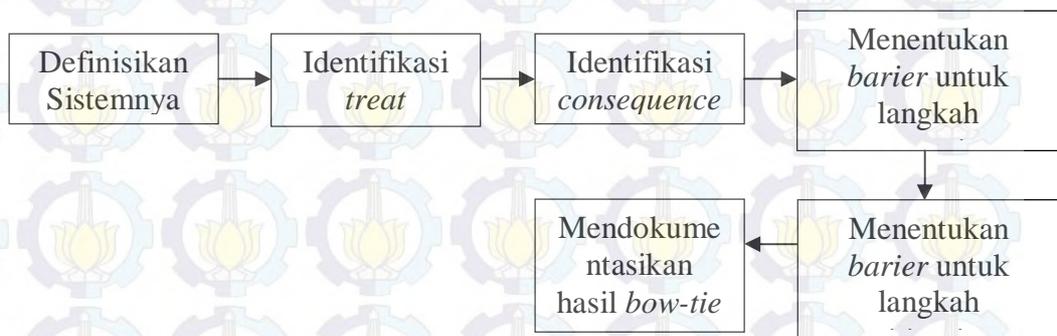
- Sebuah peristiwa sentral yang merugikan.
- Faktor yang dapat menyebabkan peristiwa yang merugikan, dengan probabilitas tertentu.
- Konsekuensi peristiwa yang merugikan terjadi, dan dampaknya
- Kontrol yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan peristiwa kehilangan yang terjadi, dan kontrol yang bertujuan untuk mengurangi dampak dari peristiwa hilangnya setelah mereka telah terjadi.



Gambar 2.11 *simplified bow-tie representation*

Selain itu, *bow-tie* sangat berguna untuk mewakili pengaruh sistem keselamatan (dan hambatan) pada perkembangan skenario kecelakaan. Sistem keamanan, baik teknis atau unsur-unsur organisasi, dapat ditempatkan dalam dua cabang utama diagram. Model *bow-tie* pada dasarnya adalah sebuah teknik probabilistik, tetapi dalam waktu yang telah dikembangkan dalam versi yang berbeda, tergantung pada sistem yang sedang dianalisa. Representasi yang disederhanakan terdapat pada gambar 2.11.

Kuantifikasi dari diagram *bow-tie* adalah tugas yang kompleks, tidak hanya membutuhkan data yang dapat diandalkan pada frekuensi dari semua kejadian, namun probabilitas kegagalan hambatan perlu diketahui juga. Jenis penilaian juga menyerukan keterlibatan orang yang khusus dan dari daerah keahlian yang berbeda. Untuk semua alasan ini, tidak mungkin bahwa setiap perusahaan akan mampu menerapkan model dengan cara ini. Meskipun demikian, diagram *bow-tie* merupakan dasar yang menarik untuk mendukung analisa kualitatif. Dari semua data di atas menjadi jelas bahwa pendekatan *bow-tie* merupakan langkah maju dalam keadaan saat ini tentang pengelolaan resiko, termasuk yang berhubungan dengan keselamatan kerja.



Gambar 2.12 *Bow-tie Analysis process*

Urutan proses analisa ETA berdasarkan gambar 2.12 adalah :

1. Definisikan Sistemnya : memeriksa sistem dan menentukan batas-batas sistem, subsistem, dan interface.
2. Identifikasi *treat* : Mengidentifikasi penyebab kecelakaan dari *basic event* diagram *Fault Tree Analysis* (FTA)
3. Identifikasi *consequence* : Mengidentifikasi konsekuensi kecelakaan dari *output* diagram *Event Tree Analysis* (ETA)
4. Menentukan *barier* untuk *prevention* : Menentukan langkah pencegahan terhadap penyebab kecelakaan yang terjadi
5. Menentukan *barier* untuk *mitigation* : Menentukan langkah pengurangan terhadap akibat kecelakaan yang terjadi
6. Mendokumentasikan hasil *bow-tie* : Dokumen seluruh proses pada *bow-tie diagram* diperlukan untuk pembaruan informasi yang baru

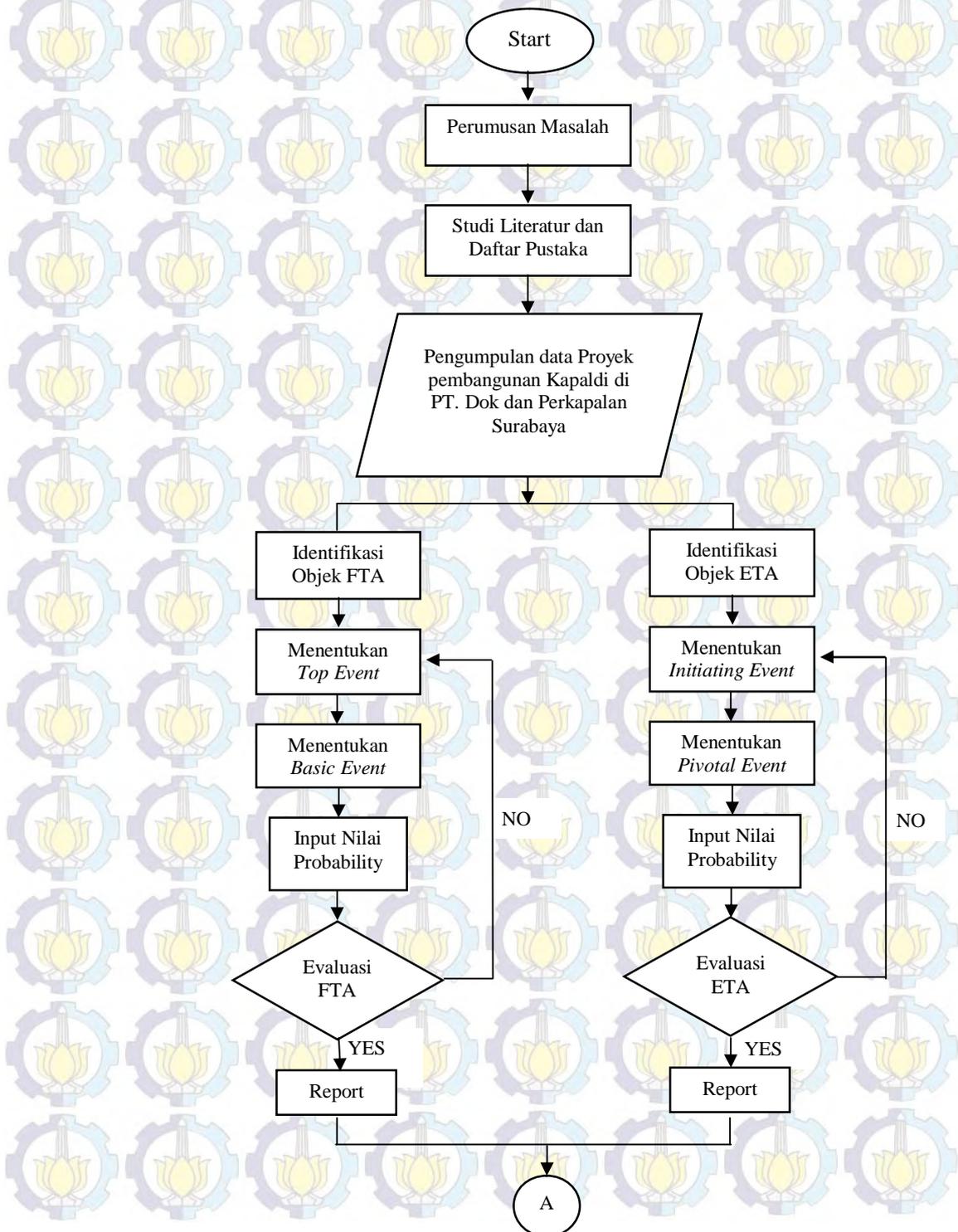


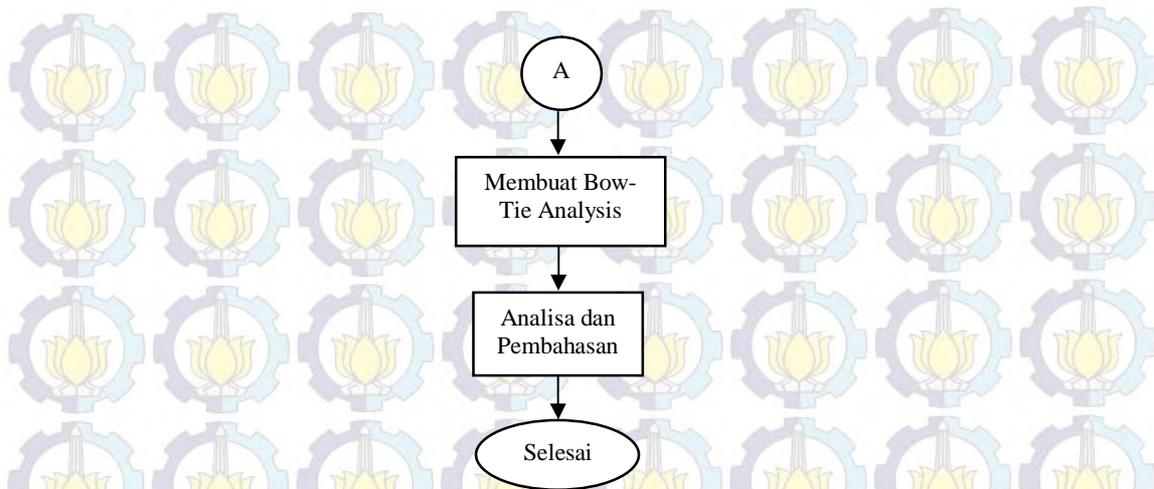
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penjelasan mengenai tugas akhir dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini:





**Gambar 3.1** Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.2 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dan langkah-langkah penelitian dalam Tugas Akhir ini dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Langkah pertama dalam sebuah penelitian yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah dalam topik tugas akhir. Kemudian ditetapkan tujuan penelitian agar penelitian menjadi jelas dan terarah. Selanjutnya dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mencari referensi serta penelitian terdahulu yang kemudian dapat dijadikan perbandingan dalam pengerjaan penelitian ini.

#### 2. Studi Literatur dan Daftar Pustaka

Sebagai sarana pengembangan wawasan dan melengkapi teori, dalam analisa penulisan tugas akhir ini memerlukan banyak studi literatur yang mendukung.

Adapun tahapan yang dilakukan antara lain:

- a. Studi mengenai proses pembangunan kapal kargo.
- b. Studi mengenai manajemen proyek dan *risk assessment*.
- c. Studi mengenai *Fault Tree Analysis*, *Event Tree Analysis*, dan *Bow Tie Analysis*.

#### 3. Pengumpulan Data

Pada tahap ketiga ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai bahan untuk mendukung analisa yang dilakukan. Data yang akan diolah

berkaitan dengan evaluasi kinerja proyek sebagai bahan analisis dan kondisi terkini dari perusahaan. Data yang diperlukan antara lain:

- a. Data *schedule* awal pembangunan kapal kargo.
- b. Data mengenai waktu jam kerja harian di galangan, meliputi jam kerja biasa dan jam kerja lembur.
- c. Data mengenai jumlah pekerja yang terlibat.
- d. Data mengenai fasilitas produksi (mesin dan peralatan) yang dimiliki.
- e. Membuat kuisisioner untuk mencari faktor dan *probability basic event* FTA, *pivotal event* ETA, penentuan *risk matrix*, barier pada diagram *bow-tie* seperti yang sudah tertera pada lampiran A sampai C.

#### 4. Analisa Data dan Pembahasan

Dari data yang diperoleh, maka akan dilakukan analisis dan pembahasan, diantaranya:

- a. Menganalisa hasil wawancara pada lampiran B untuk menemukan item pekerjaan yang mengalami masalah, faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi permasalahan, serta pencegahannya agar proyek berjalan dengan baik dan lancar.

- b. Membuat diagram *fault tree analysis*

Dalam penyusunan data untuk *fault tree analysis* menggunakan bantuan *software* DPL 6.0 *fault tree demo*. Dalam proses penggunaannya input dari *software* ini adalah data *basic event* dan probabilitas hasil dari wawancara, kemudian diproses dalam *software* ini dalam bentuk diagram FTA sehingga nantinya didapatkan *output* yaitu diagram FTA yang telah tersusun dengan rapi dan juga *minimal cut set* masing – masing probabilitas *basic event*. Probabilitas masing-masing *basic event* ini disesuaikan dengan nilai yang terdapat pada standar DNV seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Frequency Index*

<i>FI</i>	<i>Frequency</i>	<i>Definition</i>	<i>F (Per event Year)</i>
5	<i>Frequent</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 10 events.</i>	0.1
4	<i>Reasonably Probable</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 100 events.</i>	$10^{-2}$
3	<i>Remote</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-3}$
2	<i>Extremely Remote</i>	<i>Likely to occur once in 10 year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-4}$
1	<i>Extremely Improbable</i>	<i>Likely to occur once in 100 year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-5}$

(DNV/Marine Risk Assesment, 2002)

c. Membuat diagram *Event Tree Analysis*

Selanjutnya untuk ETA tidak memakai *software* hanya membuat diagram untuk menyusun *initiating event*, *pivotal event*, *output*, dan *probability* kemudian *output* ETA tersebut ditentukan nilai *frequency index* pada tabel 3.2 serta *severitiy index* pada tabel 3.3 untuk digolongkan dalam *risk matrix* tabel 3.4. Masing- masing *index* ini sudah mendapat persetujuan dari koresponden di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya dan disesuaikan dengan standar DNV.

Tabel 3.2 *Frequency Index* untuk *risk matrix*

<b>FI</b>	<b>Rating</b>	<b>Kualitatif</b>	<b>Kuantitatif</b>
5	<i>Frequent</i>	Kejadian terjadi tiap produksi kapal baru	>1
4	<i>Reasonably Probable</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 5 kali produksi kapal baru	0,1- 1
3	<i>Remote</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 25 kali produksi kapal baru	0,01 - 0,1
2	<i>Extremely Remote</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 75 kali produksi kapal baru	0,001- 0,01
1	<i>Extremely Improbable</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 100 kali proyek produksi kapal baru	0,0001-0,001

Tabel 3.3 *Severity Index (SI)* untuk *risk matrix*

SI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
1	<i>Minor</i>	Proyek produksi kapal baru tidak dikenai denda dan tepat waktu	< 0,01
2	<i>Moderate</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai 10 – 100 juta dan kapal terlambat 1 - 12 bulan	0,001-0,1
3	<i>Serious</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai 100 – 200 juta dan kapal terlambat > 1 tahun	0,1-1
4	<i>Catastrophic</i>	Proyek produksi kapal baru gagal dilaksanakan	1-10

Tabel 3.4 *risk matrix*

FI	Rating	SEVERITY (SI)			
		1	2	3	4
		<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Serious</i>	<i>Catastrophic</i>
5	<i>Frequent</i>	6	7	8	9
4	<i>Reasonably Probable</i>	5	6	7	8
3	<i>Remote</i>	4	5	6	7
2	<i>Extremely Remote</i>	3	4	5	6
1	<i>Extremely Improbable</i>	2	3	4	5

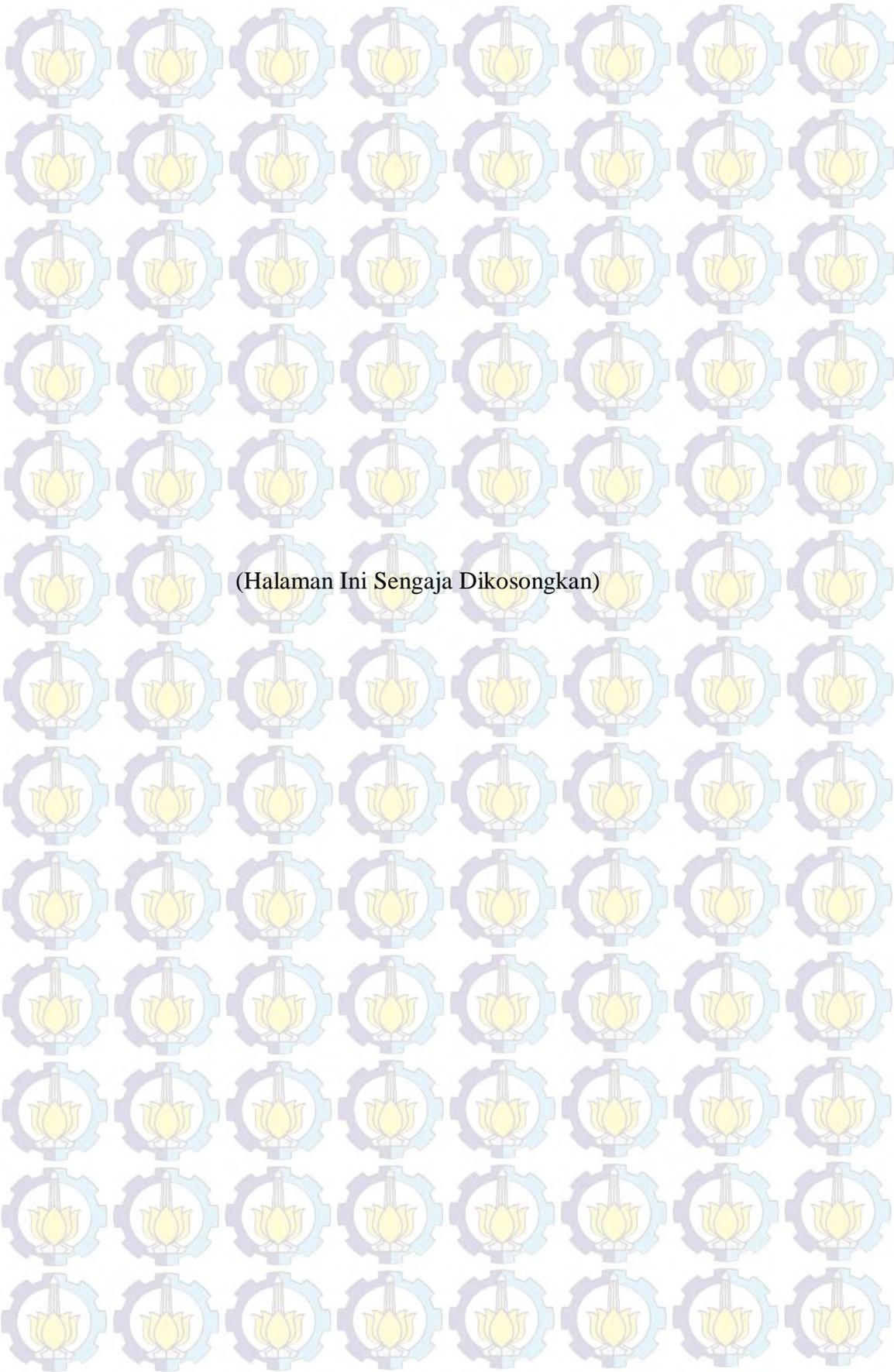
Keterangan :

1 – 4 *Low*, 5-7 *Moderate*, 8-10 *High*

d. Menggabungkan kedua konstruksi FTA dan ETA menjadi *Bow-Tie Analysis* kemudian membuat diagramnya serta *barier* dan *escalation factor* dari proyek pembangunan kapal kargo ini.

#### 5. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan dilakukan maka disusun kesimpulan dari penelitian dan juga saran yang berguna bagi peningkatan kinerja terhadap proyek yang akan datang dan bagi pengembangan penelitian selanjutnya.



## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan data

Studi kasus yang diambil dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah proyek pembangunan kapal 8000T Self Propelled Cement Barge Tonasa Lines yang dikerjakan oleh PT. Dok dan Perkapalan Surabaya. Kapal ini dijanjikan akan di bangun di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya sebanyak 11 unit namun dalam proses pengerjaan dan kontrak baru diproduksi sebanyak 2 unit (N 12611 dan N 12612) dengan perbandingan pengalaman pembangunan kapal baru sebelumnya di dok dan perkapalan Surabaya.



Gambar 4.1 Proyek pembangunan kapal Tonasa Lines

Proyek ini memiliki rincian spesifikasi sebagai berikut :

Ukuran pokok kapal(Hull)

- Panjang kapal (LOA) = 112,27 m
- Panjang antara garis tegak lurus (LPP) = 106,00 m
- Lebar Kapal = 24,00 m
- Tinggi Kapal = 7,90 m
- Sarat air = 5,00 m

Tugas akhir ini mencari faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pembangunan kapal baru menggunakan metode *fault tree analysis*(FTA) dan

mencari akibat dari keterlambatan proyek pembangunan kapal menggunakan metode *event tree analysis* (ETA) yang nantinya akan digabungkan menjadi metode *bow-tie analysis*.

Proyek ini memiliki rencana awal sesuai dengan kontrak dengan pihak PT.Tonasa Lines mulai akhir bulan maret 2012 sampai dengan akhir bulan maret 2013. Berikut ini adalah tabel rencana awal dan realisasi 2 kapal Tonasa Lines saat proses produksi dilakukan diantaranya :

Tabel 4.1 Tabel aktivitas utama kapal Tonasa 12611

No	Aktivitas	Rencana (hari)	Realisasi (hari)	Terlambat (hari)
1	Engineering	385	898	513
2	Procurement	313	528	215
3	Construction	322	753	431

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa aktivitas pembuatan kapal Tonasa 12611 dilaksanakan terbagi menjadi 3 bagian yaitu *engineering*, *procurement*, dan *construction*. Untuk kapal Tonasa 12611 menghabiskan waktu pengerjaan 2 tahun lebih 5 bulan dari akhir bulan maret 2012 sampai akhir agustus 2014 dengan rencana awal kontrak pengerjaan memakan waktu 1 tahun dari akhir bulan maret 2012 sampai akhir bulan maret 2013. Ini berarti dapat disimpulkan produksi kapal kargo ini mengalami keterlambatan sebanyak 1 tahun lebih 5 bulan.

Tabel 4.2 Tabel aktivitas utama kapal Tonasa 12612

No	Aktivitas	Rencana (hari)	Realisasi (hari)-revisi8	Terlambat (hari)
1	Engineering	385	928	543
2	Procurement	313	558	245
3	Construction	322	783	461

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa aktivitas pembuatan kapal Tonasa 12611 dilaksanakan terbagi juga menjadi 3 bagian yaitu *engineering*, *procurement*, dan *construction*. Untuk kapal Tonasa 12612 menghabiskan waktu pengerjaan yang sampai revisi ke-8 perencanaan penyelesaian kapal belum

juga terealisasi masih dalam progres 90,16%, dengan rencana awal kontrak pengerjaan memakan waktu 1 tahun dari akhir bulan maret 2012 sampai akhir bulan maret 2013. Dari keterangan yang saya dapatkan direncanakan revisi ke-8 ini adalah revisi terakhir yang akan diargetkan bulan Januari kapal sudah mencapai tahap pengerjaan 100% dan siap di launching dan dikirim ke pihak PT.Tonasa Lines.

Tabel 4.1 dan 4.2 diatas adalah *major activities* dari proses pembangunan proyek kapal 8000T SPCB Tonasa Lines. Dari data tersebut sangat jelas terlihat bagaimana keterlambatan proyek ini dari desain, pemesanan, hingga konstruksi. Keterlambatan yang terjadi disini adalah keterlambatan yang saling berkaitan satu sama lainnya karena dari permasalahan pada satu bidang diatas maka akan mempengaruhi permasalahan yang lain. Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada bagian konstruksi pembuatan bangunan kapal baru Tonasa Lines 12611.

Tabel 4.3 Standar bobot pekerjaan tiap bagian proyek pembangunan kapal Tonasa Lines.

No	Work Group	Standard (%)
	<b>Engineering</b>	
I	Design & approval design	0,53
	<b>Procurement</b>	
II	Procurement	60
	<b>Construction</b>	
III	Work preparation & general	4,47
IV	Hull construction	19,81
V	Painting & Corrothion Protection	5,52
VI	Hull Outfitting	5,13
VII	Machinery Outfitting	2,70
VIII	Piping System	1,41
IX	ElectricOutfitting	0,44
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa meskipun bobot pekerjaan di bagian *construction* hanya berjumlah 39,48% dari total keseluruhan proyek namun dalam pelaksanaannya sangat dipengaruhi oleh *procurement* dan *engineering*.

Tabel 4.4 Rencana awal dan realisasi bagian konstruksi kapal Tonasa Lines

No	Aktivitas	Rencana (hari)	Realisasi (hari)
1	Hull Construction After Zone	78	228
2	Hull Construction Cargo Zone	188	368
3	Hull Construction Fore Zone	68	218
4	Hull Construction Accomodation Zone	69	220
5	Piping System Accomodation Zone	69	99
6	Piping System Steering Gear Zone	57	100
7	Piping System Engine Room Zone	100	115
8	Piping System Cargo Zone	97	112
9	Piping System Fore Zone	67	87
10	Deck covering, Lining, Ceiling, & Insulation	28	28
11	Door and Windows	50	50
12	Accomodation Furnishing	51	52
13	Hull Fitting	209	220
14	Deck Machinery and Mooring Equipment	80	85
15	Ventilation and Air Coditioning	53	55
16	Cement Handling System, Payload 8000 T	103	103
17	Live Saving Appliances	48	48
18	Fire Fighting Equipment	69	69
19	Spare Part Deck Dept.	21	21
20	Independent Tank	103	103
21	Machinery (Purchased)	94	155
22	Machinery (Fabricated)	114	204
23	Electric Outfitting ( Purchased )	44	105
24	Electric Outfitting (Fabricated)	71	161

No	Aktivitas	Rencana (hari)	Realisasi (hari)
25	External Hull Paint	19	19
26	FWT Paint	12	15
27	FOT Paint	12	15
28	WBT Coating	101	110
29	Void Tank Paint	47	50
30	Superstructure Paint	38	40
31	Engine Room & Steering Gear Room Paint	21	25
32	Cargo Hold	38	38
33	Wheater Exposed Deck	13	13

Tabel 4.4 menunjukkan perbandingan antara rencana dan realisasi hari pembuatan konstruksi dalam proyek pembangunan kapal Tonasa yang menunjukkan setiap aktivitas mengalami keterlambatan.

#### 4.2 Pengolahan data

Dalam penyusunan data untuk *Fault tree analysis* menggunakan bantuan *software* DPL 6.0 *fault tree demo*. Dalam proses penggunaannya input dari *software* ini adalah data *basic event* dan probabilitas hasil dari wawancara, kemudian diproses dalam *software* ini dalam bentuk diagram FTA sehingga nantinya didapatkan *output* yaitu diagram FTA yang telah tersusun dengan rapi dan juga *minimal cut set* masing – masing probabilitas *basic event*.

Selanjutnya untuk ETA tidak memakai *software* hanya membuat diagram berdasarkan data hasil wawancara responden untuk menyusun *initiating event*, *pivotal event*, dan *output* kemudian menentukan *probability* serta *severitiy* untuk digolongkan dalam *risk matrix*.

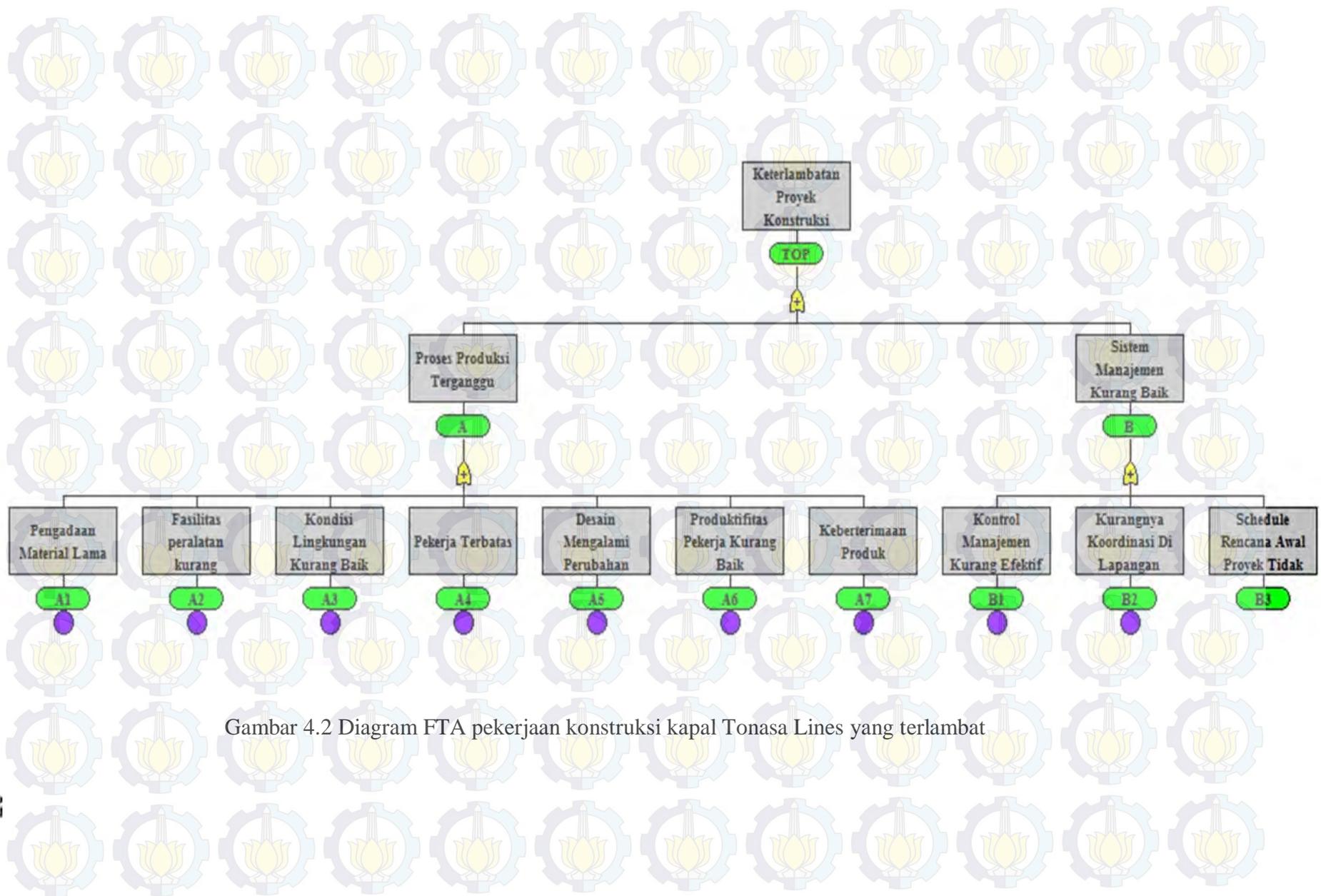
Sedangkan untuk diagram *bow-tie* menggunakan bantuan *software bow-tie xp*. Dengan proses urutan pengerjaan pertama menentukan *critical event*, kemudian input data dari *basic event* FTA dan *output* dari ETA yang telah dikerjakan, selanjutnya membuat *barier* pada sisi kiri dan kanan *critical event*. Pada sisi kiri

*critical event barrier* berfungsi sebagai pencegahan sebab keterlambatan (*prevention*) dan pada sisi kanan berfungsi sebagai peringatan dampak keterlambatan (*mitigation*). Kemudian pada setiap *barier* dianalisa *escalation factor* yaitu faktor penghambat *barier* tersebut terjadi.

### **4.3 Pengolahan Data Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Kapal Menggunakan FTA**

Diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) atau diagram pohon kesalahan adalah suatu metode analisa untuk mencari penyebab dari gagalnya suatu sistem dalam hal ini adalah keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo. Disini akan dijelaskan secara menyeluruh mengenai penyebab gagalnya suatu sistem produksi kapal mulai dari penyebab pengadaan material produksi terhambat, permasalahan pada proses produksi kapal dari desain hingga proses serah terima kapal kepada *owner*, serta pembahasan mengenai pengaruh sistem manajemen perusahaan kepada proyek pembangunan kapal. Semua proses tersebut akan dijabarkan dalam bentuk akar diagram pohon kesalahan FTA sehingga nantinya dapat diketahui penyebab dasar permasalahannya dan probabilitas masing- masing akar permasalahan tersebut.

Pada gambar 4.2 dibawah ini dijabarkan mengenai keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo dimana terbagi menjadi 2 cabang utama yaitu proses produksi terganggu dan sistem manajemen yang kurang baik. Dari cabang proses produksi terganggu akan terbagi menjadi 7 cabang yang berhubungan dengan proses produksi kapal kargo, sedangkan dari cabang sistem manajemen yang kurang baik terbagi menjadi 3 cabang utama. Dari setiap cabang ini akan dijabarkan lagi mengenai akar permasalahan masing-masing cabang kejadian tersebut pada sub bab pembahasan FTA yaitu 4.3.1 dan 4.3.2 dengan jelas.



Gambar 4.2 Diagram FTA pekerjaan konstruksi kapal Tonasa Lines yang terlambat

### 4.3.1 Proses Produksi Terganggu

Proses produksi terganggu disebabkan oleh beberapa hal yang saling berkaitan antara satu hal dan lainnya diantaranya adalah pengadaan material lama, Fasilitas peralatan kurang memadai, kondisi lingkungan kurang baik, pekerja terbatas, desain mengalami perubahan, produktivitas pekerja kurang baik, dan keberterimaan produk. Faktor-faktor ini didapat dari hasil wawancara masing masing manajer bagian yang mengerjakan proyek pembangunan kapal baru.

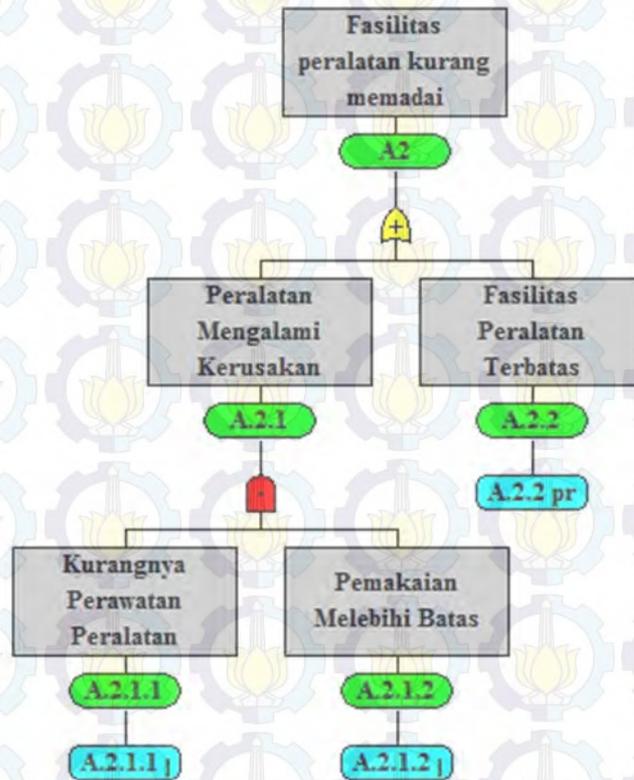
#### a. Pengadaan Material Lama



Gambar 4.3. Faktor - faktor pengadaan material lama

Pengadaan material lama disebabkan oleh beberapa faktor yang dijelaskan oleh bagian pengadaan barang (gambar 4.3.1 a) yaitu faktor pemesanan barang ke luar negeri (impor) karena penyedia material lokal tidak memiliki daftar material yang akan digunakan untuk proses produksi, material belum tersedia di pasaran yaitu beberapa material yang perlu mengirimkan desain pemesanan kepada vendor penyedia material, kualitas material kurang baik sehingga memerlukan pemesanan ulang disebabkan oleh beberapa material yang akan diproses dalam produksi terlebih dahulu melalui proses pensortiran dan pengecekan material apakah material tersebut sudah berstandar sesuai yang diharapkan oleh owner, permasalahan pembayaran membahas dana yang disediakan oleh owner apakah sesuai dengan harga daftar material yang dipesan jika tidak maka terjadi penundaan pembelian material.

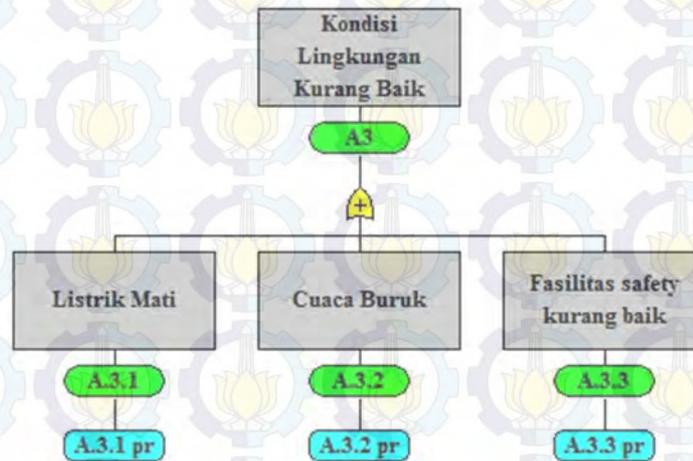
## b. Fasilitas Peralatan Kurang Memadai



Gambar 4.4 Faktor - faktor fasilitas peralatan kurang memadai

Beberapa faktor penyebab keterlambatan dari fasilitas dijelaskan oleh bagian sarana dan fasilitas. Kurangnya perawatan peralatan dan pemakaian melebihi batas menjadi faktor yang saling berkaitan dalam proses produksi. Jika peralatan digunakan melebihi batas maka akan mengalami kerusakan, dan perawatan peralatan yang tidak rutin juga menjadi penyebab kerusakan peralatan. Fasilitas peralatan terbatas adalah ketersediaan peralatan di dalam suatu galangan, jika peralatan tersebut terbatas maka otomatis proses produksi terganggu.

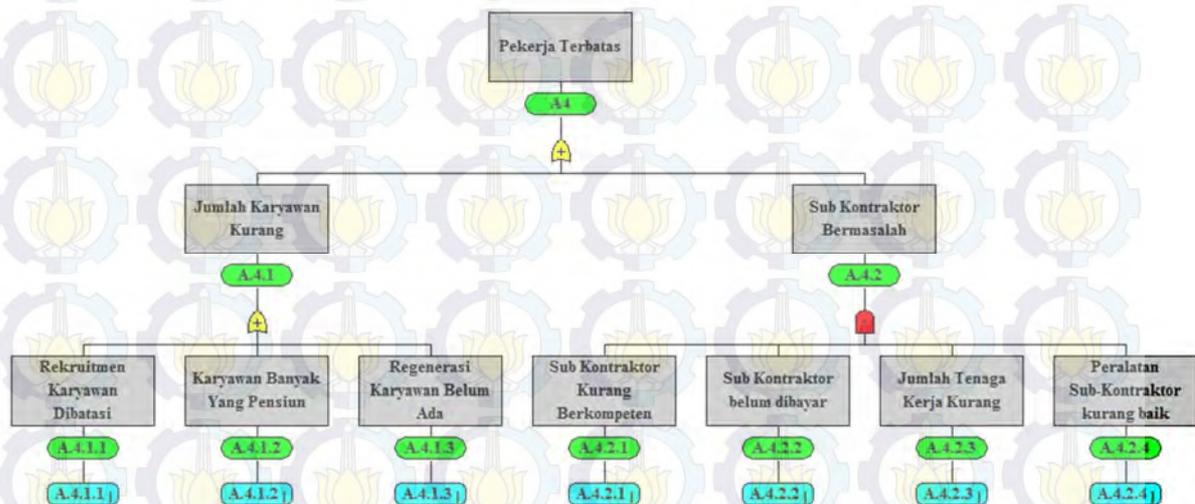
### c. Kondisi Lingkungan Kurang Baik



Gambar 4.5 Kondisi lingkungan kurang baik

Kondisi lingkungan disini bersifat relatif menyangkut ke dalam lingkungan kerja yang akan digunakan dalam proses produksi. Listrik mati akan menyebabkan berhentinya proses produksi untuk sementara khususnya di bagian departemen yang sangat bergantung pada ada tidaknya aliran listrik. Cuaca buruk sudah pasti terjadi tiap musim hujan datang sehingga proses produksi juga tertunda. Fasilitas keselamatan yang disediakan juga penting sehingga karyawan merasa aman saat proses produksi berlangsung.

### d. Pekerja Terbatas

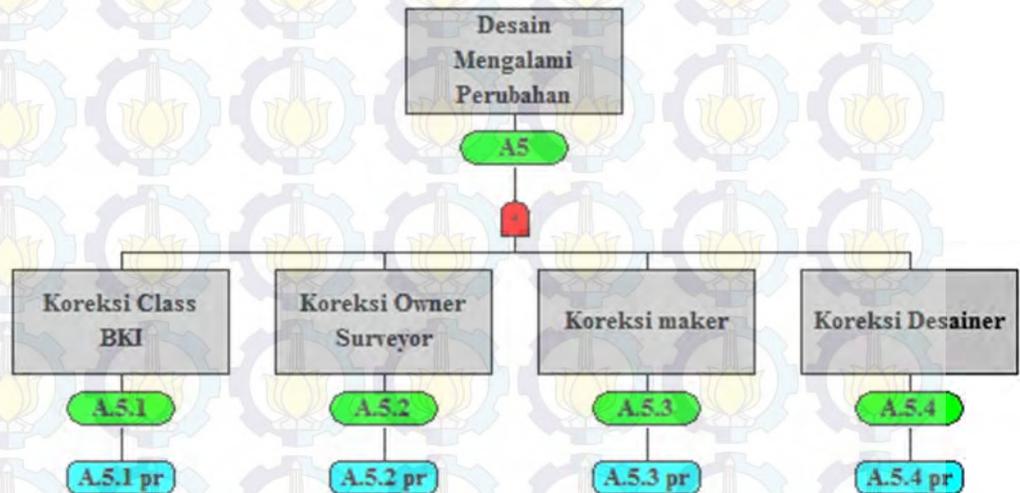


Gambar 4.6 Pekerja Terbatas

Faktor pekerja terbatas diperoleh melalui bagian sumber daya manusia dibagi menjadi 2 bagian yaitu jumlah karyawan kurang dan sub kontraktor

bermasalah. Pada bagan karyawan terdapat 3 permasalahan dasar yaitu rekrutmen, pensiun, dan regenerasi tidak ada. Pada bagan sub kontraktor membahas kurangnya skill pekerja, pembayaran kontraktor, jumlah tenaga kerja yang disediakan oleh perusahaan sub kontraktor kurang, peralatan sub kontraktor kurang baik. Jika terdapat permasalahan dengan keuangan maka otomatis bagian ini pun banyak mengalami gangguan.

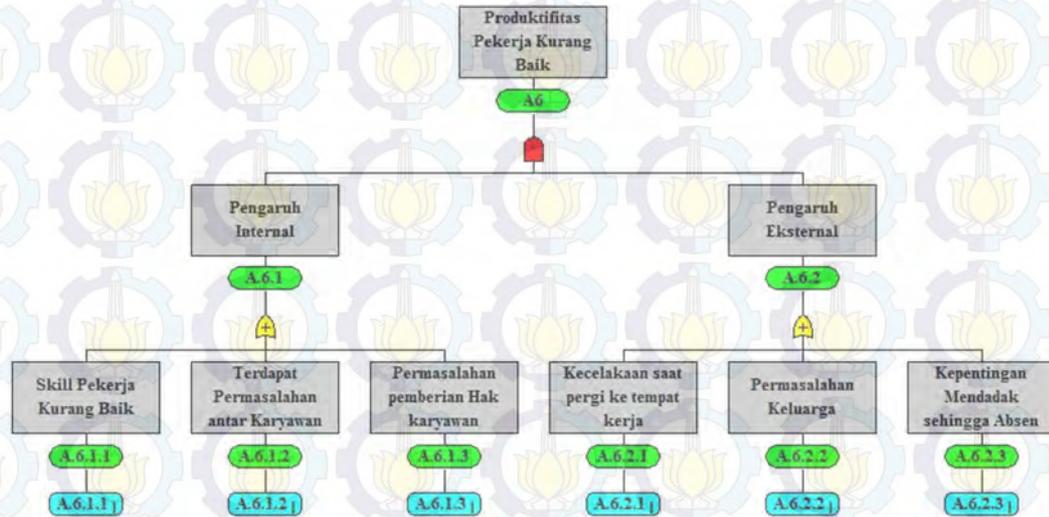
#### e. Desain Mengalami Perubahan



Gambar 4.7 Desain mengalami perubahan

Beberapa faktor penyebab perubahan pada desain saat proyek pembangunan kapal ini diperoleh dari keterangan bagian *engineering*. Mendapat penjelasan dari class BKI, owner surveyor, koreksi maker (pelaksana produksi), dan koreksi desainer (pembuat gambar desain). Masing-masing koreksi mempunyai dampak yang bisa menyebabkan terlambatnya konstruksi suatu proyek kapal baru.

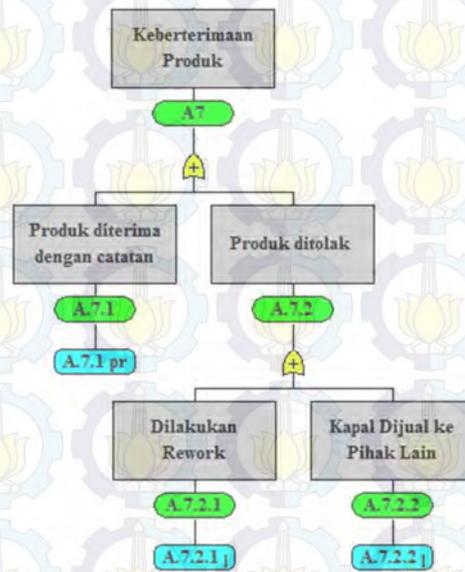
## f. Produktifitas Pekerja Kurang Baik



Gambar 4.8 Produktifitas pekerja kurang baik

Produktifitas pekerja ini diperoleh melalui keterangan dari bagian rencana dan pengawasan. Produktifitas pekerja dipengaruhi oleh dua hal yaitu pengaruh internal dan pengaruh eksternal. Pengaruh internal meliputi skill pekerja, permasalahan antar karyawan, masalah pemberian gaji/hak karyawan yang terlambat. Pengaruh eksternal meliputi kecelakaan saat menuju tempat kerja, permasalahan keluarga, dan keperluan mendadak sehingga absen kerja.

### g. Keberterimaan Produk



Gambar 4.9 Keberterimaan produk

Keberterimaan produk disini adalah poin tambahan dari bagian *quality control* yaitu saat kapal akan selesai diproduksi apakah kapal tersebut diterima oleh *owner* dengan beberapa catatan penambahan, ataupun nantinya kapal akan ditolak sehingga dilakukan *rework* atau pekerjaan ulang, dan bahkan ada opsi untuk kapal akan dijual ke pihak lain.

### 4.3.2 Sistem Manajemen Kurang Baik

Sistem manajemen ini dijelaskan oleh bagian rencana dan pengawasan. Pada bagian ini terbagi dari beberapa poin yaitu kontrol manajemen kurang efektif, kurangnya koordinasi di lapangan, dan *schedule* rencana awal proyek tidak terlaksana. Ketiga poin ini erat kaitannya dengan permasalahan komunikasi dan respon tindakan terhadap rencana, pengawasan, evaluasi yang telah dibuat.

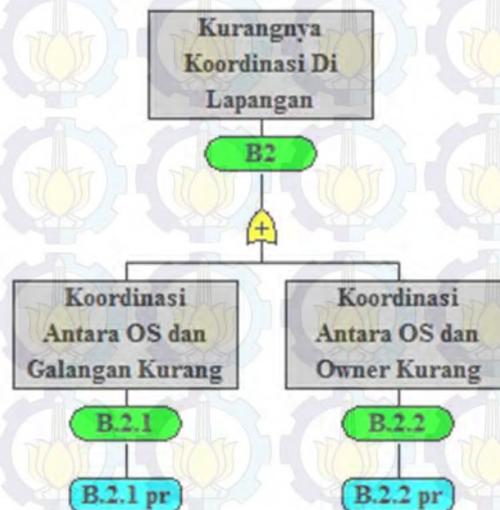
### a. Kontrol Manajemen Kurang Efektif



Gambar 4.10 Kontrol manajemen kurang efektif

Pada poin ini merupakan penjelasan dari bagian rencana pengawasan, dan *quality control* yaitu meliputi *action plan* setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik, dan hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan.

### b. Kurangnya Koordinasi di Lapangan



Gambar 4.11 Kurangnya koordinasi di lapangan

Pada poin ini merupakan penjelasan dari bagian rencana pengawasan, dan *quality control* yaitu menjelaskan permasalahan komunikasi yang terjadi baik antara *owner* dan pihak galangan, maupun *owner surveyor* dan *owner*.

c. Schedule Rencana Awal Proyek Tidak Terlaksana dengan Baik



Gambar 4.12 *Schedule* rencana awal proyek tidak terlaksana

Poin ini adalah permasalahan yang diperoleh dari tiap bagian departemen dalam proyek pembangunan kapal baru. Hampir semua mengatakan bahwa poin ini selalu belum bisa diaplikasikan dengan baik dalam setiap proyek pembangunan kapal baru.

Berikut merupakan daftar basic event dari skema fault tree pada gambar 4.2 hingga 4.12 yang ditunjukkan dalam tabel 4.5 :

Tabel 4.5 *Basic Event* FTA

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
1	A.1.1	Barang impor
2	A.1.2	Material belum tersedia di pasaran
3	A.1.3	Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pembelian ulang
4	A.1.4	Permasalahan pembayaran
5	A.2.1.1	Kurangnya perawatan peralatan
6	A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas
7	A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas
8	A.3.1	Listrik Mati
9	A.3.2	Cuaca buruk
10	A.3.3	Fasilitas safety kurang baik
11	A.4.1.1	Rekrutmen karyawan dibatasi

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
12	A.4.1.2	Karyawan banyak yang pensiun
13	A.4.1.3	Regenerasi karyawan belum ada
14	A.4.2.1	Sub kontraktor kurang berkompeten
15	A.4.2.2	Sub kontraktor belum dibayar
16	A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja kurang
17	A.4.2.4	Peralatan Sub kontraktor kurang baik
18	A.5.1	Koreksi Class
19	A.5.2	Koreksi Owner Surveyor
20	A.5.3	Koreksi dari maker
21	A.5.4	Koreksi desainer
22	A.6.1.1	Skill pekerja kurang baik
23	A.6.1.2	Terdapat permasalahan dengan Karyawan lain
24	A.6.1.3	Permasalahan pemberian hak karyawan
25	A.6.2.1	Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja
26	A.6.2.2	Permasalahan Keluarga
27	A.6.2.3	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja
28	A.7.1	Produk diterima dengan catatan
29	A.7.2.1	Dilakukan rework
30	A.7.2.2	Kapal dijual ke pihak lain
31	B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik
32	B.1.2	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
33	B.2.1	Koordinasi antara OS dan galangan kurang baik
34	B.2.2	Kooedinasi antara OS dan Owner kurang baik
35	B.3	Schedule rencana awal tidak terlaksana dengan baik

Tabel 4.6 menunjukkan responden dari wawancara yang telah dilakukan untuk penyusunan diagram FTA, ETA, *Bow Tie* yang dapat dilihat selengkapnya di lampiran. Data koresponden ini adalah dipilih berdasarkan dengan permasalahan keterlambatan pembangunan kapal baru.

Tabel 4.6 Data Responden

No	Jabatan	Jumlah	Pengalaman Kerja
1	Manajer Sarana dan Fasilitas	1 Orang	17 tahun
2	Manajer Outfitting	1 Orang	33 tahun
3	Manajer SDM dan Pendidikan	1 Orang	32 tahun
4	Manajer Engineering	1 Orang	17 tahun
5	Manajer Quality Control	1 Orang	16 tahun
6	Supervisor Outfitting	1 Orang	18 tahun
7	Supervisor Engineering	1 Orang	6 tahun
8	Supervisor SDM dan Pendidikan	1 Orang	22 tahun
9	Supervisor Quality Control	1 Orang	33 tahun
10	Supervisor Lambung Selatan	2 Orang	33 tahun
			32 tahun
11	Supervisor Rencana dan Pengawasan	1 Orang	7 tahun
12	Foreman Outfitting	2 Orang	19 tahun
			32 tahun
13	Foreman Lambung Selatan	2 Orang	20 tahun
			32 tahun
14	Foreman Lambung Selatan	3 Orang	34 tahun
			33 tahun
			23 tahun

Probabilitas dari masing-masing *Basic Event* pada Pembangunan Kapal 8000T *Self Propelled Cement Barge* Tonasa Lines didapatkan dari proses pencarian data melalui angket dan wawancara responden. Untuk frekuensi kejadian *basic event* FTA merujuk pada Indeks Frekuensi kejadian dari Det Norske Veritas (DNV) seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4.7 *Frequency Index*

FI	<i>Frequency</i>	<i>Definition</i>	F (Per event Year)
5	<i>Frequent</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 10 events.</i>	0.1
4	<i>Reasonably Probable</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 100 events.</i>	$10^{-2}$
3	<i>Remote</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-3}$
2	<i>Extremely Remote</i>	<i>Likely to occur once in 10 year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-4}$
1	<i>Extremely Improbable</i>	<i>Likely to occur once in 100 year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-5}$

(Sumber: DNV/Marine Risk Assessment, 2002)

#### 4.3.3 *Minimal Cut Set*

Setelah selesai penggambaran diagram FTA (Fault Tree Analysis), langkah selanjutnya adalah menentukan *cut set*. *Cut set* merupakan kombinasi kegagalan kejadian dasar atau kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi, sedangkan *minimal cut set* adalah kombinasi terkecil dari kegagalan kejadian dasar atau kombinasi peristiwa yang paling kecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan. Untuk dapat menentukan dan menghitung *cut set*, diperlukan data probabilitas dari masing-masing *basic event*. Metode yang digunakan adalah *expert judgement*. Responden yang mengisi kuesioner adalah orang berpengalaman di berbagai bidang dalam proyek pembuatan kapal baru. Data dari *expert judgement* kemudian disesuaikan dengan frequency index dari Det Norske Veritas (DNV).

Tabel 4.8 Probabilitas *Basic Event*

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A.1.1	Barang impor	0,0172
A.1.2	Material belum tersedia di pasaran	0,0056
A.1.3	Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pembelian ulang	0,0014
A.1.4	Permasalahan pembayaran	0,0022
A.2.1.1	Kurangnya perawatan peralatan	0,0029
A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas	0,0019
A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas	0,0024
A.3.1	Listrik Mati	0,0004
A.3.2	Cuaca buruk	0,0027
A.3.3	Fasilitas <i>safety</i> kurang baik	0,0020
A.4.1.1	Rekrutmen karyawan dibatasi	0,0031
A.4.1.2	Karyawan banyak yang pensiun	0,0108
A.4.1.3	Regenerasi karyawan belum ada	0,0203
A.4.2.1	Sub kontraktor kurang berkompeten	0,0140
A.4.2.2	Sub kontraktor belum dibayar	0,0183
A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja kurang	0,0188
A.4.2.4	Peralatan Sub kontraktor kurang baik	0,0135
A.5.1	Koreksi <i>Class</i>	0,0069
A.5.2	Koreksi <i>Owner Surveyor</i>	0,0069
A.5.3	Koreksi dari maker	0,0069
A.5.4	Koreksi desainer	0,0069
A.6.1.1	Skill pekerja kurang baik	0,0021
A.6.1.2	Terdapat permasalahan dengan Karyawan lain	0,0014
A.6.1.3	Permasalahan pemberian hak karyawan	0,0020
A.6.2.1	Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja	0,0004

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A.6.2.2	Permasalahan Keluarga	0,0003
A.6.2.3	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja	0,0025
A.7.1	Produk diterima dengan catatan	0,0025
A.7.2.1	Dilakukan <i>rework</i>	0,0006
A.7.2.2	Kapal dijual ke pihak lain	0,0006
B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik	0,0036
B.1.2	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan	0,0036
B.2.1	Koordinasi antara OS dan galangan kurang baik	0,0015
B.2.2	Kooedinasi antara OS dan <i>Owner</i> kurang baik	0,0010
B.3	<i>Schedule</i> rencana awal tidak terlaksana dengan baik	0,0093

Untuk melakukan perhitungan cut set digunakan bantuan *software* DPL *Syncopation*, langkah pertama adalah menentukan *pivotal event*, faktor dari *basic event* FTA, kemudian menentukan probabilitas masing – masing *basic event* dimana data probabilitas ini berasal dari wawancara responden, kemudian didapatkan hasil dari minimal *cut set* dari masing – masing cabang pertama diagram FTA.

Tabel 4.9 menjelaskan mengenai minimal cut set proses produksi terganggu diawali dengan faktor regenerasi karyawan yang belum ada dengan probabilitas 0,023 menjadi pilihan utama penyebab faktor keterlambatan dikarenakan memang jika tenaga sumber daya manusia yang digunakan sudah tidak memenuhi standar pekerjaan yang menuntut ketepatan waktu lebih baik dilakukan regenerasi.

Tabel 4.9 Minimal Cut Set Proses Produksi Terganggu

No	Nama Kejadian	Probabilitas
1	Regenerasi karyawan belum ada	0,023
2	Barang impor	0,0172
3	Karyawan banyak yang pensiun	0,0108
4	Material belum tersedia di pasaran	0,0056
5	Rekrutmen karyawan dibatasi	0,0031
6	Cuaca buruk	0,0027
7	Produk diterima dengan catatan	0,0025
8	Fasilitas peralatan terbatas kugunaanya	0,0024
9	Permasalahan pembayaran	0,0022
10	Fasilitas safety kurang baik	0,002
11	Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pembelian ulang	0,0014
12	Dilakukan rework	0,0006
13	Kapal dijual ke pihak lain	0,0006
14	Listrik mati	0,0004
TOTAL		0,0745

Dari proses regenerasi juga nantinya sistem transfer ilmu antara karyawan yang sudah saatnya pensiun dengan karyawan baru diharapkan berjalan baik sehingga didapat tenaga sumber daya manusia yang lebih berkualitas. Posisi kedua disebabkan faktor barang impor hal ini juga merupakan salah satu faktor penghambat proses pemesanan barang karena dengan memesan barang impor akan terhambat oleh lamanya waktu pengiriman material ke Indonesia sehingga proses produksi yang seharusnya bisa terlaksana menjadi terganggu. Untuk urutan berikutnya secara lengkapnya dapat dilihat di tabel 4.9.

Tabel 4.10 Minimal Cut Set Sistem Manajemen Kurang Baik

No	Nama Kejadian	Probabilitas
1	Schedule rencana awal tidak terlaksana dengan baik	0,0093
2	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan	0,0036
3	Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik	0,0036
4	Koordinasi antara OS dan galangan kurang baik	0,0015
5	Koordinasi antara OS dan Owner kurang baik	0,001
TOTAL		0,019

Pada tabel 4.10 menjelaskan tentang minimal cutset sistem manajemen kurang baik diawali dengan *schedule* rencana awal tidak terlaksana dengan baik sehingga dari ketiga proses pelaksanaan produksi yaitu *engineering*, *procurement*, dan *construction* tidak terlaksana dengan efektif/ mengalami keterlambatan dikarenakan penjadwalan yang kurang baik. Posisi kedua dikarenakan hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan. Proses evaluasi yang dilakukan tiap bulannya untuk melihat proses produksi dan standar yang digunakan dalam produksi kapal yang baik kadang terjadi kendala dikarenakan evaluasi yang telah dilakukan kurang mendapat bantuan dari segi sumber daya manusia yang mengerjakan proyek tersebut dan material yang digunakan kadang habis dikarenakan dana yang digunakan dalam proyek tidak berjalan lancar mendukung proses evaluasi produksi.

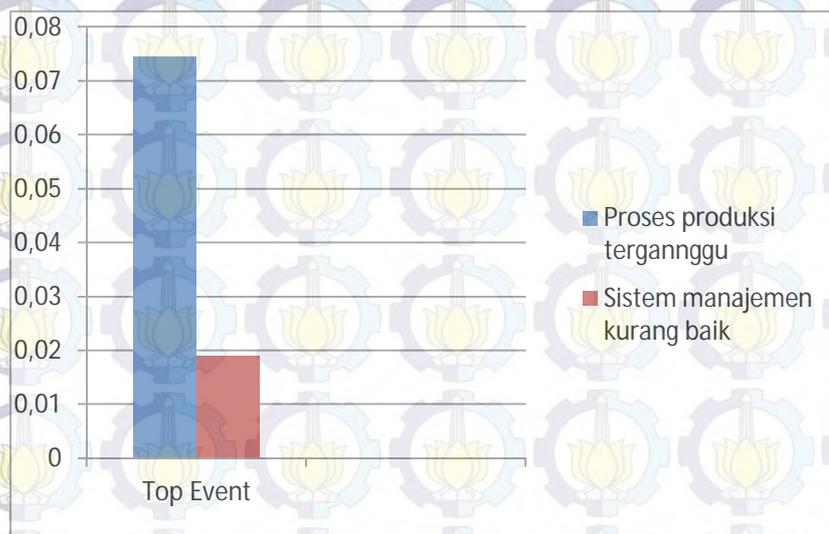
Pada tabel 4.9 hingga 4.10 telah diketahui masing-masing minimal cut set dari FTA. Untuk “Proses Produksi Terganggu” probabilitasnya adalah 0.0745, dan untuk “Sistem Manajemen Kurang Baik” yaitu 0.019. Jadi jumlah total probabilitas minimal cut set untuk Top Event adalah:

$$T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$T = C_I + C_{II}$$

$$= 0.0745 + 0.019$$

$$= 0.0935$$



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Probabilitas

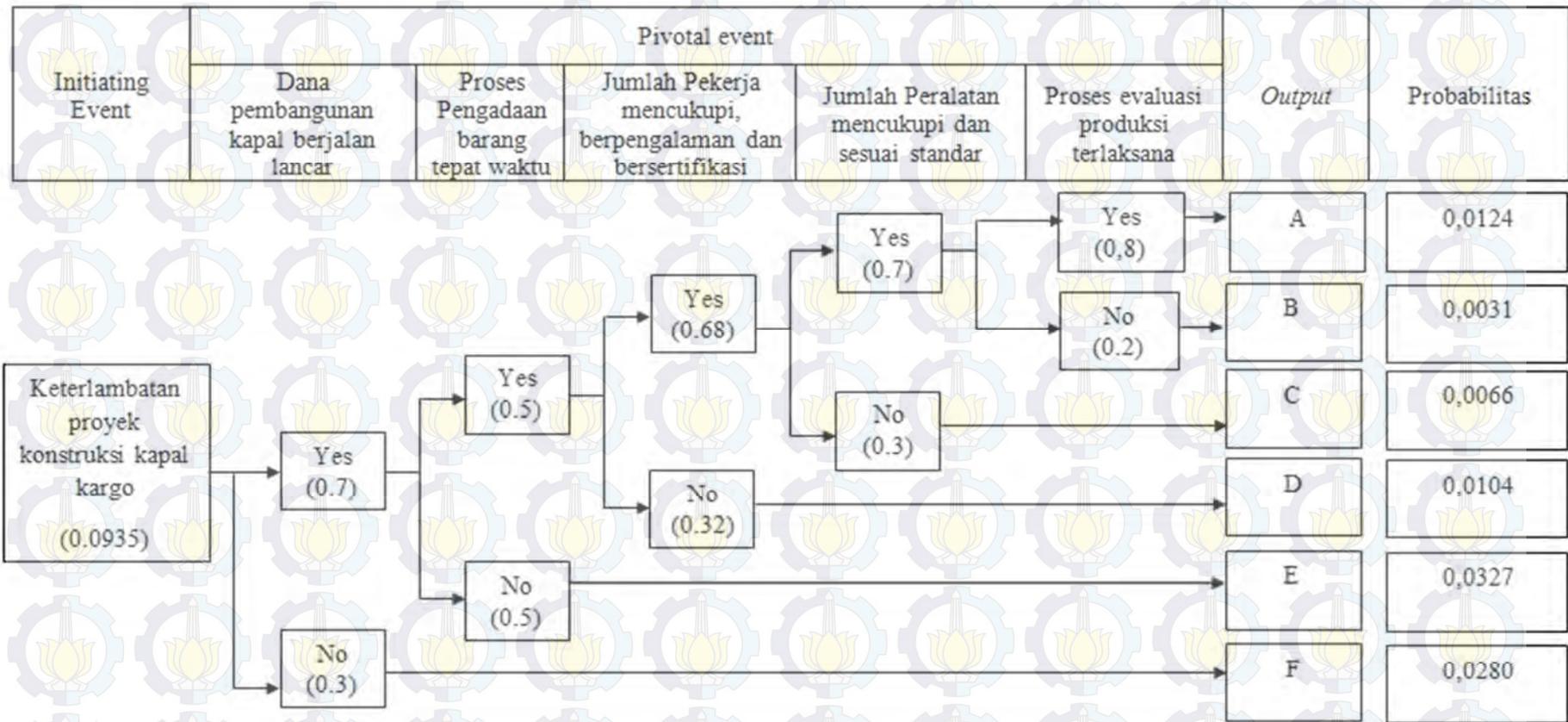
“Proses produksi terganggu” memiliki probabilitas lebih tinggi dibanding dengan “Sistem manajemen kurang baik”, karena proses produksi meliputi berbagai hal mulai dari desain, pemesanan barang, karyawan yang bekerja, fasilitas peralatan, lingkungan tempat bekerja dll. Permasalahan di perusahaan ini yang utama terletak pada proses regenerasi karyawan yang tidak berjalan baik karyawan yang pensiun lebih banyak dari pada karyawan yang baru direkrut sehingga proses transfer *knowledge* dalam proses produksi tidak berjalan baik. Faktor inilah yang menjadi penyebab seringnya terjadi keterlambatan di dalam proyek konstruksi kapal baru karena kurangnya pengalaman.

#### 4.4 Pengolahan Data Faktor Akibat Keterlambatan Proyek Konstruksi Kapal Menggunakan ETA

Diagram *Event Tree Analysis* (ETA) adalah suatu metode analisa untuk mencari akibat dari gagalnya suatu sistem dalam hal ini adalah keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo. Disini akan dijelaskan secara menyeluruh mengenai akibat gagalnya suatu sistem produksi kapal mulai dari akibat kegagalan dari *pivotal event* yang tidak berjalan maksimal, hingga *output* yang dihasilkan dari gagalnya suatu *pivotal event*. Semua proses tersebut akan dijabarkan dalam bentuk diagram ETA sehingga nantinya dapat diketahui akibat permasalahan, probabilitas, dan *risk matrix* nya.

Pada gambar 4.4 dibawah ini dijabarkan mengenai akibat dari keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo dimana terbagi menjadi 5 *pivotal event* yaitu dana pembangunan kapal, proses pengadaan material produksi, jumlah pekerja, jumlah peralatan, dan proses evaluasi produksi. Dari *pivotal event* tersebut akan terbagi menjadi 6 output yang akan dilengkapi dengan waktu keterlambatan dan denda akibat keterlambatan. Dari diagram FTA ini akan dijelaskan secara menyeluruh pembahasannya pada poin pembahasan ETA yaitu a sampai d dengan jelas.





Gambar 4.14 Diagram ETA akibat konstruksi kapal Tonasa Lines yang terlambat



Keterangan gambar 4.4 diagram ETA (*Event Tree Analysis*) :

a. *Initiating Event*

*Initiating Event* adalah kejadian awal dalam skenario kegagalan pada ETA dimana pada studi kasus ini adalah Keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo. Dengan hasil probabilitas dari FTA sebesar 0.0935.

b. *Pivotal Event*

Pada *pivotal event* terdapat 4 faktor yang merupakan kejadian gagal maupun sukses dari metode keselamatan yang ditetapkan untuk mencegah *Initiating Event* agar tidak mengakibatkan sebuah kecelakaan. Diantaranya adalah :

1. Dana pembangunan kapal berjalan lancar

Dana memegang peranan penting dalam suatu proyek konstruksi kapal kargo oleh sebab itu poin ini ditaruh di nomor pertama dengan konsekuensi apabila dana tidak lancar maka proyek tidak akan selesai dan gagal diproduksi.

2. Proses Pengadaan barang tepat waktu

Poin kedua yang vital dalam sebuah proyek adalah bahan produksi maka jika hal ini terlambat akan sangat mengganggu proses konstruksi kapal di bengkel kapal. Diestimasikan keterlambatan pada bagian ini berkisar antara 1 tahun - 2 tahun.

3. Jumlah Pekerja mencukupi, berpengalaman dan bersertifikasi

Jumlah pekerja dan peralatan yang digunakan juga sangat berpengaruh dalam sebuah proses produksi kapal karena kurangnya SDM yang menjalankan proses produksi, kurangnya pengalaman kerja, tidak adanya sertifikat standar kerja maka suatu pekerjaan tidak akan dapat terlaksana.

Diestimasikan keterlambatan pada bagian ini 1 tahun.

4. Jumlah Peralatan mencukupi, sesuai standar dan bersertifikasi

Jumlah pekerja dan peralatan yang digunakan juga sangat berpengaruh dalam sebuah proses produksi kapal karena jika peralatan yang digunakan mengalami kerusakan dan peralatan tidak sesuai standar maka suatu pekerjaan tidak akan dapat terlaksana dengan baik. Diestimasi keterlambatan pada bagian ini berkisar antara 6 bulan – 1 tahun.

5. Proses evaluasi produksi terlaksana

Dalam suatu proyek sebaiknya dilakukan suatu proses yang dinamakan pengawasan atau evaluasi terhadap pekerjaan yang dilakukan karena menyangkut terhadap kualitas dan umur suatu kapal beroperasi. Diestimasi keterlambatan pada bagian ini berkisar antara 1- 6 bulan.

### c. Output

*Output* pada ETA ini memiliki konsekuensi dimana masing – masing *output* memiliki probabilitas sesuai dengan *pivotal event* yang tidak terjadi. Keterangan mengenai masing masing *output* diantaranya :

1. A : Kapal selesai diproduksi namun mengalami sedikit keterlambatan antara 1 minggu – 1 bulan diakibatkan adanya koreksi dari *owner* selama proses produksi dikenai denda perhari akibat ke terlambatan yaitu 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> dari total nilai kontrak Rp 122.000.000.000 ,-. Jadi denda sebesar Rp 854.000.000,- sampai Rp 3.660.000.000 ,-.

*Output* A terjadi dengan probabilitas :

$$0,0935 \times 0,7 \times 0,5 \times 0,68 \times 0,63 \times 0,65 = 0,0091$$

2. B : Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1-6 bulan yang diakibatkan oleh tidak terlaksananya proses evaluasi produksi dengan baik sehingga dikenai denda perharinya akibat keterlambatan yaitu 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> dari total nilai kontrak Rp 122.000.000.000,-. Jadi

dikenai denda antara Rp 3.660.000.000,- sampai dengan Rp 21.960.000.000,- .

*Output B* terjadi dengan probabilitas :

$$0,0935 \times 0,7 \times 0,5 \times 0,68 \times 0,7 \times 0,2 = 0,0031$$

3. C : Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 6 bulan - 1 tahun yang diakibatkan oleh tidak adanya jumlah Peralatan mencukupi dan tidak sesuai standar sehingga dikenai denda perharinya akibat keterlambatan yaitu  $1\%$  dari total nilai kontrak 122.000.000.000,-. Jadi dikenai denda Rp 21.960.000.000,- sampai dengan Rp 43.920.000.000,- .

*Output C* terjadi dengan probabilitas :

$$0,0935 \times 0,7 \times 0,5 \times 0,68 \times 0,3 = 0,0066$$

4. D : Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1 tahun yang diakibatkan oleh tidak adanya jumlah pekerja yang tidak mencukupi, tidak berpengalaman dan juga tidak bersertifikasi sehingga dikenai denda perharinya akibat keterlambatan yaitu  $1\%$  dari total nilai kontrak Rp 122.000.000.000,- , jadi dikenai denda Rp 43.920.000.000,-.

*Output D* terjadi dengan probabilitas :

$$0,0935 \times 0,7 \times 0,5 \times 0,32 = 0,0104$$

5. E : Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1 – 1,5 tahun yang diakibatkan oleh proses pengadaan barang tidak tepat waktu sehingga dikenai denda akibat keterlambatan yaitu  $1\%$  dari total nilai kontrak perharinya Rp 122.000.000.000,- jadi dikenai denda Rp 43.920.000.000,- sampai Rp 65.880.000.000,- .

Output E terjadi dengan probabilitas :

$$0,0935 \times 0,7 \times 0,5 = 0,0327$$

6. F : Kapal tidak selesai diproduksi atau gagal diproduksi karena dana produksi dari *owner* yang tidak lancar.

Output F terjadi dengan probabilitas :

$$0,0935 \times 0,3 = 0,0280$$

Dari berbagai skenario output di atas dapat terbagi menjadi beberapa dampak lain selain denda akibat dari output yang dihasilkan oleh metode ETA diantaranya adalah :

1. Sertifikasi ulang material kapal
2. Pelaksanaan ulang proses proteksi terhadap korosi
3. Jadwal pengiriman dan uji coba kapal terlambat
4. Kapal terancam tidak diterima oleh *owner*
5. Nama baik perusahaan di kalangan *owner* pemesan kapal menjadi buruk

d. Konsekuensi ETA pada *risk matrix*

Probabilitas dari hasil ETA kemudian akan digunakan ke dalam penentuan kategori konsekuensi dalam *risk matrix* sesuai dengan standar acuan DNV - *Marine Risk Assessment*. Langkah pertama adalah penentuan dari *Frequency Index* (FI) dan *Severity Index* (SI) dari output yang dihasilkan pada *Event Tree Analysis* (ETA). Kemudian menghitung *Risk Index* (RI) untuk digolongkan ke dalam *risk matrix*.

Tabel 4.11 *Frequency Index* untuk *risk matrix*

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	<i>Frequent</i>	Kejadian terjadi tiap produksi kapal baru	1

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
4	<i>Reasonably Probable</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 5 kali produksi kapal baru	0,1 – 1
3	<i>Remote</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 25 kali produksi kapal baru	0,01 – 0,1
2	<i>Extremely Remote</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 75 kali produksi kapal baru	0,001 – 0,01
1	<i>Extremely Improbable</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 100 kali proyek produksi kapal baru	0,0001 – 0,001

(Sumber: DNV/Marine Risk Assessment, 2002)

Tabel 4.11 adalah tabel yang menjelaskan penggolongan data kuantitatif dan kualitatif dari ETA ke dalam FI dimana rating permasalahan terjadi menjelaskan tentang kurun waktu kejadian permasalahan pada produksi kapal baru. Penggolongan data ini juga meminta persetujuan dari responden ETA dengan metode wawancara.

Tabel 4.12 *Severity Index (SI)* untuk *risk matrix*

SI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
1	<i>Minor</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai denda 500 juta – 5 M dan kapal terlambat antara 1 minggu – 1 bulan.	< 0,01
2	<i>Moderate</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai denda 5 M – 50 M dan kapal terlambat 1 - 12 bulan	0,01 – 0,1
3	<i>Serious</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai denda 50 M – 500 M dan kapal terlambat > 1 tahun	0,1 – 1
4	<i>Catastrophic</i>	Proyek produksi kapal baru gagal dilaksanakan	1 – 10

(Sumber: DNV/Marine Risk Assessment, 2002)

Tabel 4.12 adalah tabel yang menjelaskan penggolongan data kuantitatif dan kualitatif dari ETA ke dalam SI dimana rating permasalahan terjadi menjelaskan tentang penggolongan dampak akibat permasalahan pada produksi kapal baru. Penggolongan data ini juga meminta persetujuan dari responden ETA dengan metode wawancara. Hasil dari wawancara responden terhadap *consequence* dapat dilihat pada tabel 4.13 dibawah ini :

Tabel 4.13 Hasil Wawancara Responden

No	Output	Frequency Index (FI)		Severity Index (SI)	
		Kuantitatif	Kualitatif	Kuantitatif	Kualitatif
1	Output A	0,0091	<i>Extremely Remote</i>	0,001	<i>Minor</i>
2	Output B	0,0031	<i>Extremely Remote</i>	0,05	<i>Moderate</i>
3	Output C	0,0066	<i>Extremely Remote</i>	0,075	<i>Moderate</i>
4	Output E	0,0104	<i>Remote</i>	0,1	<i>Moderate</i>
5	Output D	0,0327	<i>Remote</i>	0,5	<i>Serious</i>
6	Output F	0,0280	<i>Remote</i>	5	<i>Catastrophic</i>

Tabel 4.14 risk matrix

FI	Rating	SEVERITY (SI)			
		1	2	3	4
		<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Serious</i>	<i>Catastrophic</i>
5	<i>Frequent</i>	6	7	8	9
4	<i>Reasonably Probable</i>	5	6	7	8
3	<i>Remote</i>	4	5	6	7
2	<i>Extremely Remote</i>	3	4	5	6
1	<i>Extremely Improbable</i>	2	3	4	5

(Sumber: DNV/Marine Risk Assessment, 2002)

Keterangan :

2 – 4 *Low*, 5-7 *Moderate*, 8-9 *High*

Dari tabel 4.14 dapat dilakukan penggolongan terhadap hasil ETA ke dalam *risk matrix* dengan rumus risk index (RI) seperti di bawah ini :

$$RI = FI + SI$$

Keterangan :

RI : *Risk Index*

FI : *Frequency Index*

SI : *Severity Index*

Hasil dari perhitungan ini akan ditunjukkan pada tabel 4.15 yang menjelaskan tentang penggolongan output ke dalam *Risk Index* (RI).

Tabel 4.15 Hasil resiko keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo

No	Output	Frequency Index (FI)		Severity Index (SI)		Risk Index (RI)	
1	Output A	2	Extremely Remote	1	Minor	3	Low
2	Output B	2	Extremely Remote	2	Moderate	4	Low
3	Output C	2	Extremely Remote	2	Moderate	4	Low
4	Output D	3	Remote	2	Moderate	5	Moderate
5	Output E	3	Remote	3	Serious	6	Moderate
6	Output F	3	Remote	4	Catastrophic	7	Moderate

Dari tabel 4.13 dapat dijelaskan sebagai contoh bahwa *output* B hingga C berada pada bobot *low* ini berarti tingkat resikonya berada pada resiko rendah dengan *frekuensi index* berada pada *extremely remote* artinya tingkat frekuensi

kejadian sangat jarang dengan *severity index moderate* artinya tingkat bahaya sedang. Penjelasan mengenai *output* yang lain bisa dilihat pada tabel 4.15. Jika dimasukkan dalam risk matrix menjadi seperti pada tabel 4.16 dibawah ini :

Tabel 4.16 Hasil *output* pada *risk matrix*

FI	Rating	SEVERITY (SI)			
		1	2	3	4
		<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Serious</i>	<i>Catastrophic</i>
5	<i>Frequent</i>	6	7	8	9
4	<i>Reasonably Probable</i>	5	6	7	8
3	<i>Remote</i>	4	5	6	7
2	<i>Extremely Remote</i>	3	4	5	6
1	<i>Extremely Improbable</i>	2	3	4	5

A

B,C

E

F

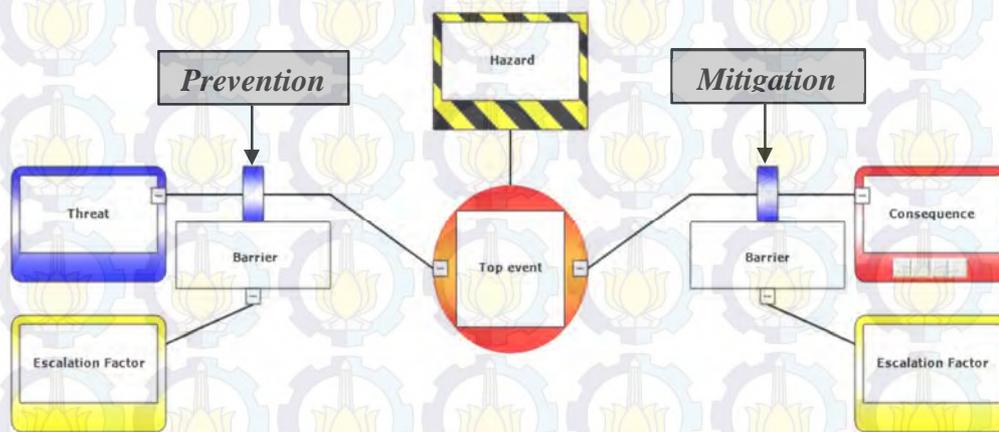
D

Keterangan :

2 – 4 *Low*, 5-7 *Moderate*, 8-9 *High*

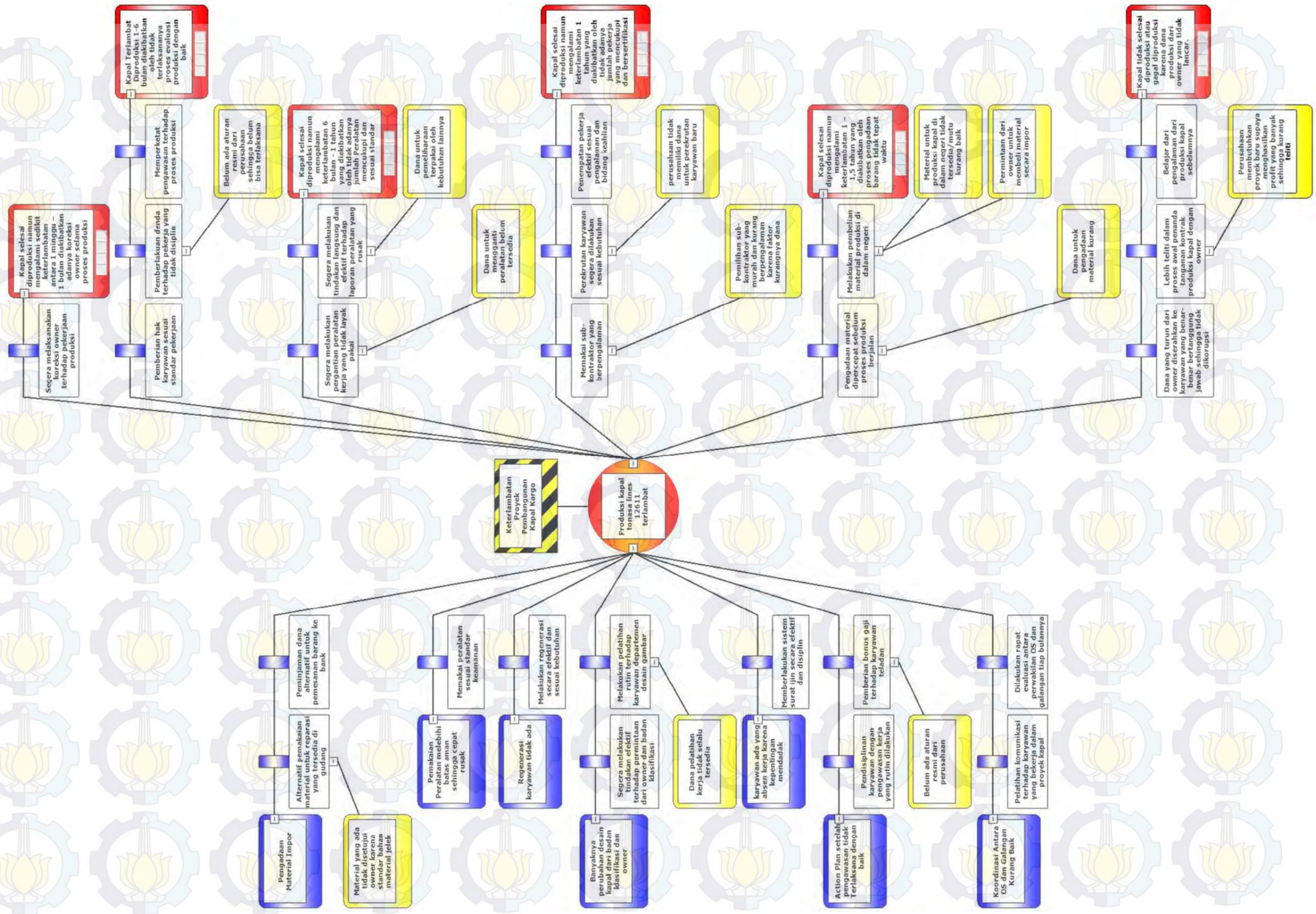
#### 4.5 Pengolahan data Keterlambatan Proyek Konstruksi Kapal dengan Metode *Bow – Tie Analysis*

Metode ini adalah penggabungan antara metode FTA dan ETA menjadi suatu kesatuan yang saling melengkapi sebab dan akibat permasalahan satu sama lain dalam diagram bow-tie analysis. Metode ini juga berfungsi dalam penyusunan *barrier* atau penghalang dalam hal ini terbagi menjadi 2 pencegahan sebab keterlambatan (*prevention*) dan peringanan dampak keterlambatan (*mitigation*).



Gambar 4.15 Diagram *Bow-Tie*

Langkah pertama adalah menentukan *top event*, kemudian menyusun *treat* dan *consequence* yang akan dimasukkan ke dalam diagram *bow-tie*. Untuk *treat* dapat diambil pada *basic event* FTA dan untuk *consequence* dapat diambil dari *output* ETA. Setelah itu membuat *barrier* dari hasil wawancara yang telah dilakukan maupun dari hasil evaluasi proyek pembangunan kapal sebagai langkah pencegahan *treat* dan peringanan dampak *consequence*. Setelah itu menentukan apakah ada faktor penghalang *barrier* itu terjadi dalam *escalation factor*.



Gambar 4.16 Hasil dari pengerjaan diagram bow-tie

Penjelasan mengenai *treat* yang terdapat dalam diagram *bow-tie* terdapat pada tabel 4.14 dimana seperti contoh pengadaan material impor menyebabkan keterlambatan proses *procurement* sehingga dilakukan barier alternatif pemakaian material reparasi kapal yang ada di gudang namun solusi ini mendapat penghalang yaitu material yang ada tidak disetujui *owner* karena standar bahan material jelek. Untuk penjelasan mengenai *treat* yang lain dapat dilihat di tabel 4.14 di bawah ini :

Tabel 4.17 Daftar *treat* pada diagram *bow-tie*

No	<i>Treat</i>	<i>Barier</i>	<i>Escalation factor</i>
1	Pengadaan material impor	Alternatif pemakaian material untuk reparasi yang tersedia di gudang	Material yang ada tidak disetujui owner karena standar bahan material jelek
		Peminjaman dana alternatif untuk pemesanan barang ke bank	Tidak ada, sudah terlaksana
2	Pemakaian Peralatan melebihi batas aman sehingga cepat rusak	Memakai peralatan sesuai standar keamanan	Tidak ada, sudah terlaksana
3	Regenerasi karyawan tidak ada	Melakukan regenerasi secara efektif dan sesuai kebutuhan	Tidak ada, sudah terlaksana
4	Banyaknya perubahan desain kapal dari badan klasifikasi dan owner	Segera melakukan tindakan efektif terhadap permintaan dari owner dan badan klasifikasi	Tidak ada, sudah terlaksana
		Melakukan pelatihan rutin terhadap karyawan departemen desain gambar	Dana pelatihan kerja tidak selalu tersedia
5	Karyawan ada yang absen kerja karena kepentingan mendadak	Memberlakukan sistem surat ijin secara efektif dan disiplin	Tidak ada, sudah terlaksana
6	Action Plan setelah pengawasan tidak Terlaksana dengan baik	Pendisiplinan karyawan dengan pengawasan kerja yang rutin dilakukan	Tidak ada, sudah terlaksana
		Pemberian bonus gaji terhadap karyawan teladan	Belum ada aturan resmi dari perusahaan

No	Treat	Barier	Escalation factor
7	Koordinasi Antara OS dan Galangan Kurang Baik	Pelatihan komunikasi terhadap karyawan yang bekerja dalam proyek kapal	Tidak ada, sudah terlaksana
		Dilakukan rapat evaluasi antara perwakilan OS dan galangan tiap bulannya	Tidak ada, sudah terlaksana

Penjelasan mengenai *consequence* yang terdapat dalam diagram *bow-tie* terdapat pada tabel 4.15 dimana seperti contoh Kapal Terlambat Diproduksi 1-6 bulan diakibatkan oleh tidak terlaksananya proses evaluasi produksi dengan baik sehingga dilakukan barier Pemberian hak karyawan sesuai standar pekerjaan, pemberlakuan denda terhadap pekerja yang tidak disiplin, memperketat pengawasan terhadap proses produksi namun solusi ini mendapat penghalang yaitu belum ada aturan resmi dari perusahaan sehingga belum bisa terlaksana. Diharapkan adanya kerjasama yang lebih baik kedepannya baik dari pihak pekerja galangan dan dewan direksi supaya dalam pelaksanaan proyek pembangunan kapal berikutnya bisa berjalan dengan baik. Untuk penjelasan mengenai *consequence* yang lain dapat dilihat di tabel 4.15 di bawah ini :

Tabel 4.18 Daftar *Consequence* pada diagram *bow-tie*

No	Consequence	Barier	Escalation factor
1	Kapal selesai diproduksi namun mengalami sedikit keterlambatan antara 1 minggu – 1 bulan diakibatkan adanya koreksi owner selama proses produksi	Segera melaksanakan koreksi owner terhadap pekerjaan produksi	Tidak ada, sudah terlaksana
2	Kapal Terlambat Diproduksi 1-6 bulan diakibatkan oleh tidak terlaksananya proses evaluasi produksi dengan baik	Pemberian hak karyawan sesuai standar pekerjaan	Tidak ada, sudah terlaksana

No	Consequence	Barier	Escalation factor
		Pemberlakuan denda terhadap pekerja yang tidak disiplin	Belum ada aturan resmi dari perusahaan sehingga belum bisa terlaksana
		Memperketat pengawasan terhadap proses produksi	Tidak ada, sudah terlaksana
3	Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 6 bulan - 1 tahun yang diakibatkan oleh tidak adanya jumlah Peralatan mencukupi dan sesuai standar	Segera melakukan pergantian peralatan kerja yang tidak layak pakai	Dana untuk mengganti peralatan belum tersedia
		Segera melakukan tindakan langsung dan efektif terhadap laporan peralatan yang rusak	Dana untuk pemeliharaan terpakai oleh kebutuhan lainnya
4	Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1 tahun yang diakibatkan oleh tidak adanya jumlah pekerja yang mencukupi dan bersertifikasi	Memakai sub-kontraktor yang berpengalaman	Pemilihan sub-kontraktor yang murah dan kurang berpengalaman karena faktor kurangnya dana
		Perekrutan karyawan segera dilakukan sesuai kebutuhan	Perusahaan tidak memiliki dana untuk perekrutan karyawan baru
		Penempatan pekerja efektif sesuai pengalaman dan bidang keahlian	Tidak ada, sudah terlaksana

No	Consequence	Barrier	Escalation factor
5	Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1 – 1,5 tahun yang diakibatkan oleh proses pengadaan barang tidak tepat waktu	Pengadaan material dipercepat sebelum proses produksi berjalan	Dana untuk pengadaan material kurang
		Melakukan pembelian material produksi di dalam negeri	Material untuk produksi kapal di dalam negeri tidak tersedia/mutu kurang baik
			Permintaan dari owner untuk membeli material secara impor
6	Kapal tidak selesai diproduksi atau gagal diproduksi karena dana produksi dari owner yang tidak lancar.	Dana yang turun dari owner diserahkan ke karyawan yang benar-benar bertanggung jawab sehingga tidak dikorupsi	Tidak ada, sudah terlaksana
		Lebih teliti dalam proses awal penanda tanganan kontrak produksi kapal dengan owner	Perusahaan membutuhkan proyek baru supaya menghasilkan profit yang banyak sehingga kurang teliti
		Belajar dari pengalaman dari produksi kapal sebelumnya	Tidak ada, sudah terlaksana

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya adalah:

1. Faktor utama penyebab keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo menggunakan metode *Fault Tree Analysis* adalah proses produksi terganggu dan sistem manajemen kurang baik.

Hasil perhitungan minimal cut set yang diperoleh dari masing-masing pokok permasalahan:

- a. Proses produksi terganggu memiliki 14 *minimal cut set*, dengan probabilitas 0,0745.
- b. Sistem manajemen kurang baik memiliki 5 *minimal cut set*, dengan probabilitas 0,019.

Probabilitas dari keseluruhan keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo dari FTA adalah 0,0935.

2. Dampak – dampak dari keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo menggunakan metode *Event Tree Analysis* adalah :

- a. Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan berkisar antara 1 minggu – 1,5 tahun diakibatkan berbagai macam faktor dan dikenai denda perharinya yaitu 1 ‰ dari total nilai kontrak Rp 122.000.000.000,-. Jadi denda berkisar antara Rp 854.000.000,- hingga Rp 65.880.000.000,-.

- b. Akibat selain denda bagi perusahaan galangan akibat keterlambatan produksi kapal kargo :

1. Sertifikasi ulang material kapal
2. Pelaksanaan ulang proses proteksi terhadap korosi

3. Jadwal pengiriman dan uji coba kapal terlambat

4. Kapal terancam tidak diterima oleh *owner*

5. Nama baik perusahaan di kalangan *owner* pemesan kapal menjadi buruk

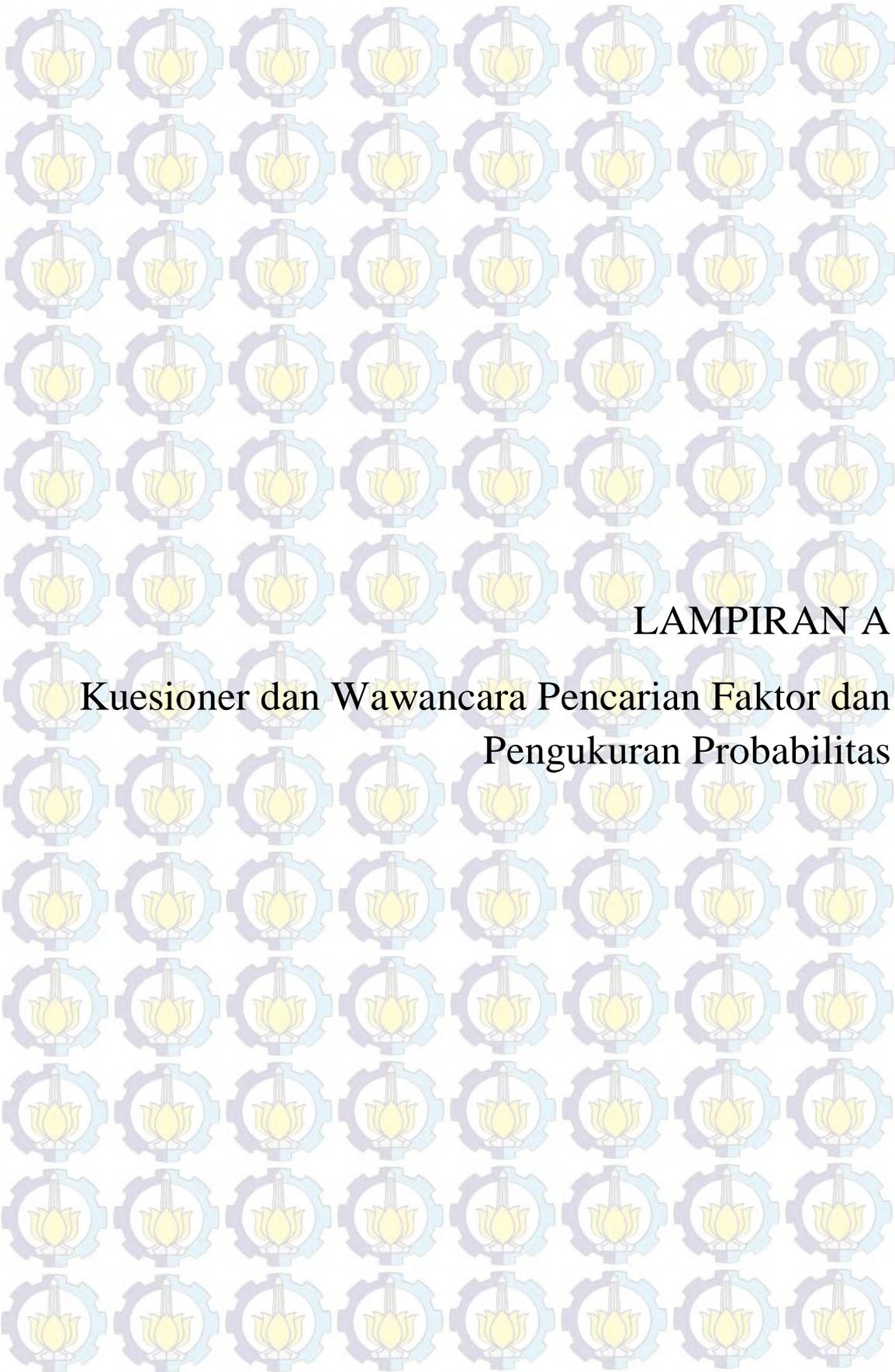
3. Hasil dari diagram *bow-tie analysis* dari keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo dalam bentuk pencegahan *treat* dan pengurangan *consequence* dengan bantuan *barrier* dapat dilihat pada gambar 4.16.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan bagi penelitian tugas akhir ini, yaitu berkaitan dengan faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo adalah:

1. Keseluruhan data yang diambil dalam penelitian ini didapat hanya dari wawancara karyawan galangan, data koreksi badan klasifikasi, dan data hasil diskusi dengan *owner surveyor* untuk studi kasus pada 1 perusahaan saja. Untuk itu diharapkan dalam penelitian berikutnya bisa dibandingkan studi kasus antar perusahaan.

2. Untuk kebermanfaatan dari penelitian ini, akan lebih baik dilakukan validasi lebih lanjut ke *owner surveyor* agar lebih terpercaya hasil solusi yang ditawarkan pada *barrier preventive* dan *barrier mitigation* pada diagram *bow-tie analysis* sehingga manfaat dari penelitian ini bisa diterapkan dalam pemesanan kapal kargo kedepannya.



LAMPIRAN A

Kuesioner dan Wawancara Pencarian Faktor dan Pengukuran Probabilitas

## KUISIONER PENCARIAN BASIC EVENT FTA

- A. Umur : ..... Tahun
- B. Jenis Kelamin :  Laki-laki  Perempuan
- C. Status :  Karyawan Tetap  Karyawan Kontrak
- D. Jabatan :  Supervisor  Foreman  Karyawan  Manager
- E. Lama Bekerja : ..... Tahun

### CARA MENGISI KUISIONER

Beri Tanda √ pada kotak yang jawabannya anda anggap benar. Jika anda menempatkan tanda √ pada kotak yang salah, hitamkan kotak tersebut hingga penuh, kemudian tempatkan tanda √ yang baru di kotak yang anda anggap benar.

### Permasalahan selama proses konstruksi kapal

#### A. Proses Produksi Terganggu

##### Indikator 1 Ketersediaan Bahan Material

1. Biasanya dalam proses pembangunan bangunan kapal baru apakah ketersediaan material telah dipersiapkan oleh galangan tempat anda bekerja?

- Tidak Pernah Sekali (1 Orang)     Kadang-kadang (5 Orang)     Normal (8 Orang)     Sering (5 Orang)     Sering (1 Orang)

2. Apakah sering mengalami gangguan kehabisan material selama proses produksi kapal?

- Tidak Pernah Sekali (3 Orang)     Kadang-kadang (10 Orang)     Normal (2 Orang)     Sering (5 Orang)     Sering (1 Orang)

3. Dalam Proses Procurement terkadang memakan waktu yang lama, penyebab apa yang sering timbul?

- Barang Impor (14)
- Barang belum tersedia di pasaran (8)
- Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pemesanan ulang (8)
- Semua pilihan (5 include)

Lainnya (3 Dana)

**Indikator 2 Fasilitas Peralatan**

4. Dalam proses produksi bangunan kapal baru apakah ada kendala dalam hal pemakaian peralatan yang digunakan selama proses produksi melebihi batas sehingga mengalami kerusakan?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(2 Orang)                      (13 Orang)                      (4 Orang)    (2 Orang)                      (0 Orang)

5. Permasalahan peralatan yang rusak apakah mempengaruhi kinerja pekerjaan pembangunan kapal baru?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(3 Orang)                      (8 Orang)                      (2 Orang)    (5 Orang)                      (3 Orang)

6. Terkadang terdapat peralatan yang belum memenuhi standar pekerjaan selama proses produksi kapal, apakah permasalahan tersebut juga ada?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(0 Orang)                      (12 Orang)                      (4 Orang)    (5 Orang)                      (0 Orang)

7. Apakah peralatan yang tersedia telah dilakukan perawatan secara rutin oleh perusahaan galangan tempat anda bekerja?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(0 Orang)                      (8 Orang)                      (4 Orang)    (8 Orang)                      (1 Orang)

**Indikator 3 Kondisi Lingkungan**

8. Selama proses produksi kapal di galangan tempat anda bekerja apakah pernah mengalami bencana alam yang membuat proses produksi terhenti?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(18 Orang)                      (3 Orang)                      (0 Orang)    (0 Orang)                      (0 Orang)

9. Jika cuaca sedang buruk apakah juga menunda proses produksi kapal?

Tidak Pernah Sekali     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering

(1 Orang)    (12 Orang)    (5 Orang)    (3 Orang)    (0 Orang)

10. Apakah keadaan berikut pernah anda alami selama di tempat kerja?

Hujan lebat sehingga malas pergi ke tempat kerja.(15)

Terdapat perselisihan dengan karyawan lain sehingga mengganggu kinerja anda.(7)

Tempat bekerja tidak memberikan fasilitas *safety* yang memadai.(13)

Semua pilihan pernah mengalami.(7 include)

Lainnya (1 listrik mati)

#### Indikator 4 Pekerja Terbatas

11. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan karyawan galangan berikut berpengaruh ke proses produksi kapal baru?

Rekrutmen karyawan dibatasi sehingga kekurangan karyawan selama proses produksi.(9)

Karyawan banyak yang pensiun , sehingga karyawan yang ada kurang berpengalaman.(16)

Proses regenerasi karyawan belum ada, sehingga produktivitas karyawan menurun karena faktor umur.(13)

Semua pilihan berpengaruh.(4include)

Lainnya (1 penempatan karyawan tidak sesuai skill)

12. Jika dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal di atas?

Kecil Pengaruhnya     Normal     Besar     Besar Sekali

(3 Orang)    (4 Orang)    (10 Orang)    (4 Orang)

13. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan sub-kontraktor berikut berpengaruh ke proses produksi kapal baru?

Sub-kontraktor kurang berkompeten selama proses produksi.(13)

Sub-kontraktor melanggar kontrak.(12)

Jumlah tenaga kerja sub-kontraktor kurang.(16)

Peralatan sub-kontraktor kurang memadai.(15)

Semua pilihan berpengaruh.(10 include)

Lainnya (1 pengaruh telat membayar sub kontraktor)

14. Jika dimasukkan ke dalam *probability* dalam suatu proyek pembangunan kapal baru seberapa seringkah kejadian diatas terjadi?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(3 Orang)

(9 Orang)

(2 Orang)

(6 Orang)

(1 Orang)

Jika dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal di atas?

Kecil Pengaruhnya     Sedang     Besar     Besar Sekali

(3 Orang)

(3 Orang)

(7 Orang)

(4 Orang)

**Indikator 5** Perbaikan gambar desain

15. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan revisi gambar desain berikut berpengaruh ke proses produksi kapal baru?

Perubahan tata letak benda.(17)

Perubahan ukuran benda.(18)

Penambahan komponen kapal.(18)

Detail gambar kurang lengkap.(16)

Semua pilihan berpengaruh.(14 include)

Lainnya (1 desain tidak bisa diaplikasikan)

16. Jika dimasukkan ke dalam *probability* dalam suatu proyek pembangunan kapal baru seberapa seringkah kejadian diatas terjadi?

Tidak Pernah     Kadang-kadang     Normal     Sering     Sering Sekali

(1 Orang)

(11 Orang)

(4 Orang)

(4 Orang)

(0 Orang)

Jika dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal di atas?

Kecil Pengaruhnya     Sedang     Besar     Besar Sekali

(3 Orang)

(9 Orang)

(3 Orang)

(2 Orang)

**Indikator 6** Produktivitas pekerja kurang baik

17. Apakah faktor-faktor (internal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut berpengaruh ke proses produksi kapal baru?

Skill pekerja kurang baik atau belum bersertifikasi.(16)

Terdapat permasalahan dengan karyawan lain atau atasan.(11)

Mengalami kecelakaan di tempat kerja(11)

Semua pilihan berpengaruh.(8 include)

Lainnya (3 hak-hak pekerja belum terpenuhi,kurangnya tenaga)

18. Jika dimasukkan ke dalam *probability* dalam suatu proyek pembangunan kapal baru seberapa seringkah kejadian diatas terjadi?

Tidak Pernah  
Sekali

Kadang-kadang

Normal

Sering

Sering  
Sering

(3 Orang)

(9 Orang)

(4 Orang)

(4 Orang)

(0 Orang)

Jika dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal di atas?

Kecil Pengaruhnya

Sedang

Besar

Besar Sekali

(3 Orang)

(9 Orang)

(3 Orang)

(2 Orang)

19. Apakah faktor-faktor (eksternal) yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berikut pernah anda alami selama menangani proyek produksi kapal baru?

Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja(2)

Terdapat permasalahan dengan keluarga sehingga malas bekerja. (1)

Terdapat kepentingan mendadak sehingga absen masuk kerja(8)

Semua pilihan pernah mengalami.(8)

Lainnya (1 keterlambatan industrial)

**Indikator 8** Keberterimaan Produk

20. Setelah proses produksi kapal dilakukan hingga selesai pernahkah kejadian berikut dialami oleh galangan tempat anda bekerja?

Kapal 100% diterima tanpa komplain (7)

Kapal diterima dengan catatan beberapa hal diperbaiki. (13)

Kapal ditolak oleh owner sehingga dilakukan opsi penjualan ke pihak lain

Semua pilihan pernah mengalami.(2)

Lainnya .....

21. Jika dimasukkan ke dalam *probability* dalam suatu proyek pembangunan kapal baru seberapa seringkah kejadian diatas terjadi?

Tidak Pernah Sekali       Kadang-kadang       Normal       Sering       Sering Sekali

(3 Orang)

(10 Orang)

(4 Orang)

(3 Orang)

(0 Orang)

**Indikator 9** Sistem manajemen kurang baik

22. Berkaitan dengan sistem manajemen proyek pembangunan kapal baru di galangan tempat anda bekerja beberapa hal ini apakah pernah terjadi?

Schedule awal rencana pelaksanaan proyek tidak terlaksana dengan baik (13)

Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik (7)

Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan (7)

Koordinasi antara OS dan galangan kurang baik (2)

Koordinasi antara OS dan owner kurang baik (1)

Semua hal diatas pernah terjadi (4)

Lainnya .....

23. Jika dimasukkan ke dalam *probability* dalam suatu proyek pembangunan kapal baru seberapa seringkah kejadian diatas terjadi?

Tidak Pernah Sekali       Kadang-kadang       Normal       Sering       Sering Sekali

(4 Orang)

(8 Orang)

(1 Orang)

(6 Orang)

(1 Orang)

Jika dimasukkan ke dalam penilaian seberapa besar pengaruh hal di atas?

Kecil Pengaruhnya       Sedang       Besar       Besar Sekali

(3 Orang)

(5 Orang)

(11 Orang)

(2 Orang)

## KUESIONER PENGUKURAN PROBABILITAS *BASIC EVENT*

Nama :

Jabatan Pada Proyek :

Berikut akan disajikan daftar *Basic Event* yang ada pada *Fault Tree*. Menurut anda Bagaimana probabilitas dari masing-masing *Basic Event* pada Pembangunan Kapal 8000T *Self Propeled Cement Barge* Tonasa Lines (Untuk keterangan *Basic Event* dapat dilihat di *Fault Tree*). Untuk frekuensi kejadian merujuk pada *Frequency Index* dari Det Norske Veritas (DNV) seperti tabel dibawah ini:

<i>FI</i>	<i>Frequency</i>	<i>Definition</i>	<i>F</i> (Per event Year)
5	<i>Frequent</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 10 events.</i>	0.1
4	<i>Reasonably Probable</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 100 events.</i>	$10^{-2}$
3	<i>Remote</i>	<i>Likely to occur once per year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-3}$
2	<i>Extremely Remote</i>	<i>Likely to occur once in 10 year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-4}$
1	<i>Extremely Improbable</i>	<i>Likely to occur once in 100 year in a fleet of 1000 events.</i>	$10^{-5}$

(Sumber: DNV/Marine Risk Assesment, 2002)

Kode Kejadian	Nama Kejadian	<i>Frequency Index (FI)</i>				
		1	2	3	4	5
A.1.1	Barang impor					
A.1.2	Material belum tersedia di pasaran					
A.1.3	Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pembelian ulang					

A.1.4	Permasalahan pembayaran				
A.2.1.1	Kurangnya perawatan peralatan				
A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas				
A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas				
A.3.1	Listrik Mati				
A.3.2	Cuaca buruk				
A.3.3	Fasilitas safety kurang baik				
A.4.1.1	Rekrutmen karyawan dibatasi				
A.4.1.2	Karyawan banyak yang pensiun				
A.4.1.3	Regenerasi karyawan belum ada				
A.4.2.1	Sub kontraktor kurang berkompeten				
A.4.2.2	Sub kontraktor belum dibayar				
A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja kurang				
A.4.2.4	Peralatan Sub kontraktor kurang baik				
A.5.1	Koreksi Class				
A.5.2	Koreksi Owner Surveyor				
A.5.3	Koreksi dari maker				

A.5.4	Koreksi desainer					
A.6.1.1	Skill pekerja kurang baik					
A.6.1.2	Terdapat permasalahan dengan Karyawan lain					
A.6.1.3	Permasalahan pemberian hak karyawan					
A.6.2.1	Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja					
A.6.2.2	Permasalahan Keluarga					
A.6.2.3	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja					
A.7.1	Produk diterima dengan catatan					
A.7.2.1	Dilakukan rework					
A.7.2.2	Kapal dijual ke pihak lain					
B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik					
B.1.2	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan					
B.2.1	Koordinasi antara OS dan galangan					

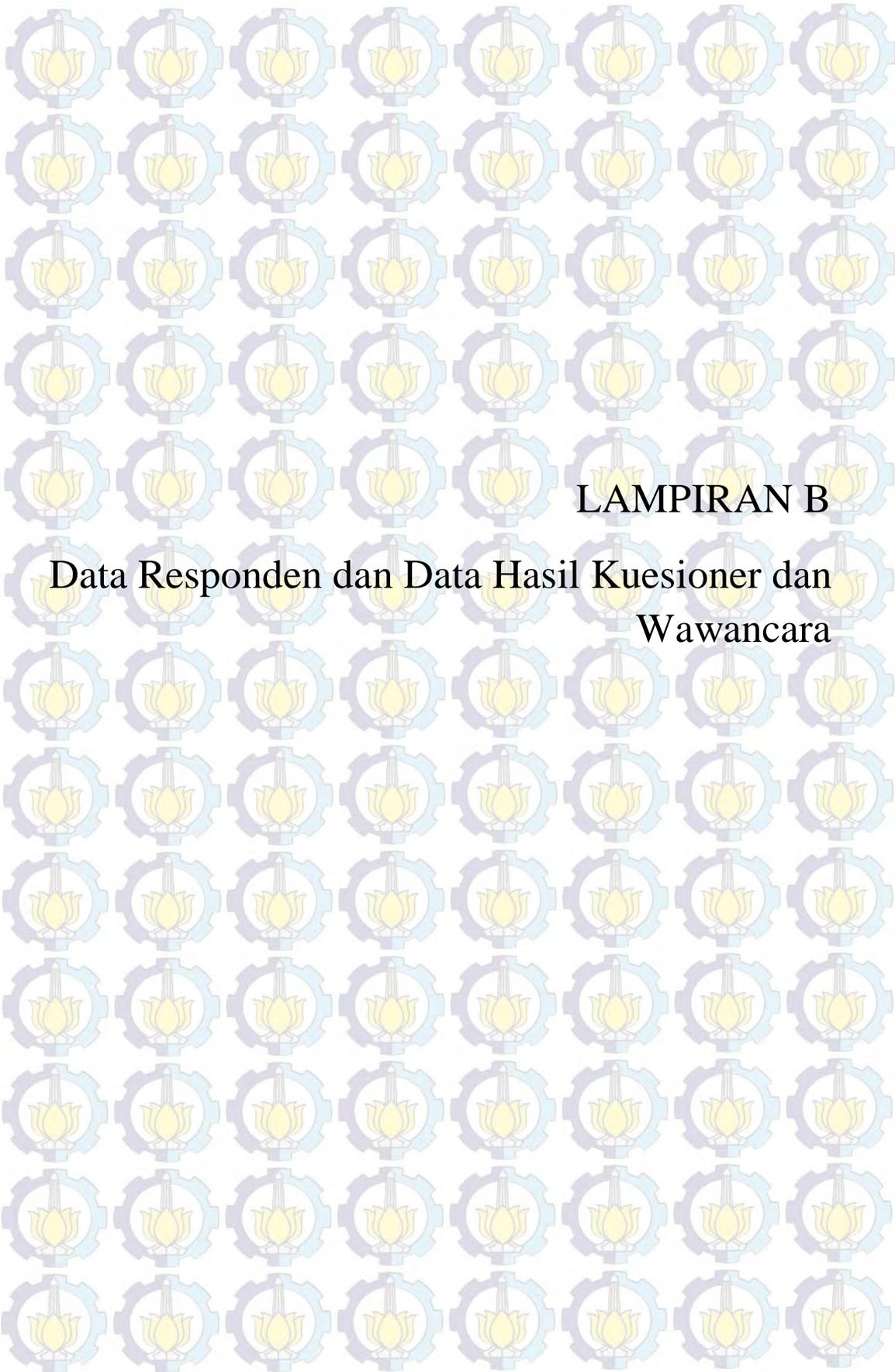
	kurang baik					
B.2.2	Koordinasi antara OS dan pusat PT. Tonasa kurang baik					
B.3	Schedule rencana awal tidak terlaksana dengan baik					

### **LANGKAH – LANGKAH WAWANCARA ETA**

1. Menjelaskan tentang pengertian dari ETA beserta contohnya
2. Membuat diagram ETA dan meminta pendapat mengenai *pivotal event* dan *outputnya*
3. Melakukan konsultasi *Severity Index* dan *Frekuensi Index* dari DNV
4. Menggolongkan *output* ETA ke dalam masing – masing index
5. Membuat *Risk Matrix* diagram

### **LANGKAH – LANGKAH WAWANCARA BOW-TIE ANALYSIS**

1. Menjelaskan tentang pengertian dari bow-tie analysis
2. Melakukan konsultasi *Treat* dan *consequence* dari *bow-tie* diagram
3. Konsultasi solusi *barrier preventive* dan *mitigation* dari *bow-tie analysis*
4. Menunjukkan hasil Bow-tie diagram



LAMPIRAN B

Data Responden dan Data Hasil Kuesioner dan  
Wawancara

TABEL DATA KORESPONDEN ANALISA *FTA, ETA, BOW-TIE*

No	Jabatan	Jumlah	Pengalaman Kerja
1	Manajer Sarana dan Fasilitas	1 Orang	17 tahun
2	Manajer Outfitting	1 Orang	33 tahun
3	Manajer SDM dan Pendidikan	1 Orang	32 tahun
4	Manajer Engineering	1 Orang	17 tahun
5	Manajer Quality Control	1 Orang	16 tahun
6	Supervisor Outfitting	1 Orang	18 tahun
7	Supervisor Engineering	1 Orang	6 tahun
8	Supervisor SDM dan Pendidikan	1 Orang	22 tahun
9	Supervisor Quality Control	1 Orang	33 tahun
10	Supervisor Lambung Selatan	2 Orang	33 tahun
			32 tahun
11	Supervisor Rencana dan Pengawasan	1 Orang	7 tahun

TABEL *BASIC EVENT FTA*

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.1.1	Barang impor
A.1.2	Material belum tersedia di pasaran
A.1.3	Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pembelian ulang
A.1.4	Permasalahan pembayaran
A.2.1.1	Kurangnya perawatan peralatan
A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas
A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas
A.3.1	Listrik Mati
A.3.2	Cuaca buruk
A.3.3	Fasilitas safety kurang baik
A.4.1.1	Rekrutmen karyawan dibatasi

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.4.1.2	Karyawan banyak yang pensiun
A.4.1.3	Regenerasi karyawan belum ada
A.4.2.1	Sub kontraktor kurang berkompeten
A.4.2.2	Sub kontraktor belum dibayar
A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja kurang
A.4.2.4	Peralatan Sub kontraktor kurang baik
A.5.1	Koreksi Class
A.5.2	Koreksi Owner Surveyor
A.5.3	Koreksi dari maker
A.5.4	Koreksi desainer
A.6.1.1	Skill pekerja kurang baik
A.6.1.2	Terdapat permasalahan dengan Karyawan lain
A.6.1.3	Permasalahan pemberian hak karyawan
A.6.2.1	Kecelakaan saat pergi ke tempat kerja
A.6.2.2	Permasalahan Keluarga
A.6.2.3	Kepentingan mendadak sehingga absen kerja
A.7.1	Produk diterima dengan catatan
A.7.2.1	Dilakukan rework
A.7.2.2	Kapal dijual ke pihak lain
B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik
B.1.2	Hasil evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan pada rencana lanjutan
B.2.1	Koordinasi antara OS dan galangan kurang baik
B.2.2	Kooedinasi antara OS dan Owner kurang baik
B.3	Schedule rencana awal tidak terlaksana dengan baik

### HASIL PROBABILITAS FTA

Kode Event	Hasil Kuisisioner(Manajer)					Hasil Kuisisioner (Supervisor)							Total	Probabilitas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
A.1.1	0,001	0,1	0,0001	0,001	0,01	0,0001	0,1	0,001	0,001	0,00001	0,0001	0,01	0,32752	0,0172
A.1.2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00001	0,001	0,001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,10657	0,0056
A.1.3	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,01	0,001	0,001	0,00001	0,00001	0,00001	0,0001	0,00001	0,02575	0,0014
A.1.4	0,01	0,001	0,001	0,0001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,0001	0,04132	0,0022
A.2.1.1	0,0001	0,01	0,001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,01	0,0001	0,0001	0,01	0,05491	0,0029
A.2.1.2	0,001	0,0001	0,0001	0,001	0,01	0,0001	0,01	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,037	0,0019
A.2.2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,0001	0,0001	0,01	0,0001	0,001	0,01	0,046	0,0024
A.3.1	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00001	0,0001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,00001	0,00667	0,0004
A.3.2	0,01	0,001	0,01	0,0001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,0001	0,01	0,001	0,0514	0,0027
A.3.3	0,0001	0,0001	0,0001	0,01	0,00001	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,0001	0,03763	0,0020
A.4.1.1	0,01	0,01	0,0001	0,001	0,01	0,001	0,00001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001	0,05914	0,0031

A.4.1.2	0,01	0,01	0,0001	0,1	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,20611	0,0108
A.4.1.3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,1	0,1	0,38611	0,0203
A.4.2.1	0,01	0,001	0,01	0,1	0,01	0,0001	0,01	0,01	0,001	0,001	0,1	0,01	0,26632	0,0140
A.4.2.2	0,01	0,001	0,01	0,1	0,01	0,0001	0,001	0,1	0,001	0,001	0,1	0,01	0,34732	0,0183
A.4.2.3	0,01	0,001	0,01	0,1	0,01	0,0001	0,1	0,01	0,001	0,001	0,1	0,01	0,35731	0,0188
A.4.2.4	0,01	0,001	0,01	0,1	0,01	0,001	0,00001	0,01	0,001	0,001	0,1	0,01	0,25723	0,0135
A.5.1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,13132	0,0069
A.5.2	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,13132	0,0069
A.5.3	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,13132	0,0069
A.5.4	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,13132	0,0069
A.6.1.1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,0001	0,0001	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,04042	0,0021
A.6.1.2	0,00001	0,001	0,001	0,00001	0,001	0,0001	0,0001	0,01	0,001	0,00001	0,00001	0,0001	0,02656	0,0014
A.6.1.3	0,00001	0,001	0,001	0,00001	0,01	0,0001	0,01	0,001	0,001	0,00001	0,001	0,0001	0,03745	0,0020

A.6.2.1	0,0001	0,0001	0,000001	0,000001	0,000001	0,0001	0,000001	0,001	0,000001	0,001	0,001	0,0001	0,00676	0,0004
A.6.2.2	0,001	0,0001	0,000001	0,000001	0,001	0,0001	0,000001	0,001	0,000001	0,000001	0,0001	0,000001	0,00658	0,0003
A.6.2.3	0,0001	0,0001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,01	0,001	0,001	0,000001	0,0001	0,000001	0,04753	0,0025
A.7.1	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,001	0,01	0,01	0,0001	0,0001	0,001	0,01	0,0001	0,0478	0,0025
A.7.2.1	0,000001	0,000001	0,0001	0,0001	0,0001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,01144	0,0006
A.7.2.2	0,000001	0,000001	0,0001	0,0001	0,0001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,01144	0,0006
B.1.1	0,001	0,01	0,001	0,001	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,000001	0,01	0,001	0,06814	0,0036
B.1.2	0,001	0,01	0,001	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,001	0,000001	0,01	0,001	0,06913	0,0036
B.2.1	0,001	0,01	0,001	0,000001	0,01	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,000001	0,000001	0,001	0,02827	0,0015
B.2.2	0,001	0,01	0,001	0,0001	0,000001	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,000001	0,000001	0,001	0,01936	0,0010
B.3	0,001	0,01	0,01	0,1	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,001	0,17713	0,0093

TABEL PROBABILITAS ETA

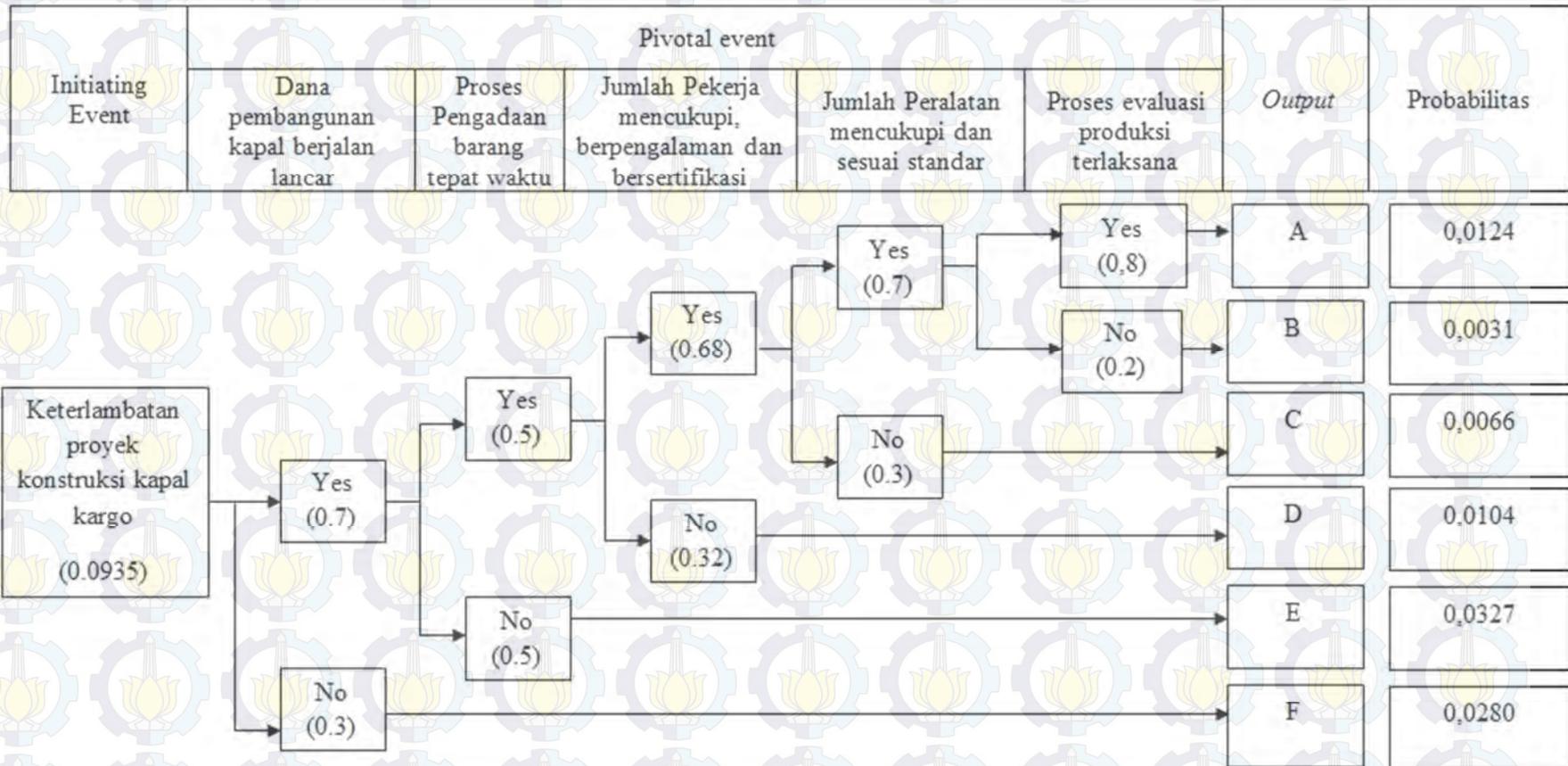
No	Jabatan	Pivotal event	Probabilitas pelaksanaan	Alasan probailitas (realita di lapangan)
1	Manajer Sarana dan Fasilitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengecekan peralatan rutin yang kami lakukan 3 bulan sekali</li> <li>- Penanganan/ respon yang baik jika terjadi kerusakan pada peralatan produksi</li> <li>- Sertifikasi peralatan agar sesuai dengan standar Badan Klasifikasi</li> </ul>	<p>0,8</p> <p>0,5</p> <p>0,75</p>	karena kadang sudah ada laporan masuk tetapi dana untuk perawatan dan perbaikan belum turun dari dept.keuangan.
2	Manajer Outfitting	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan pekerja di lapangan harus sudah bersertifikasi baik dan memiliki pengalaman</li> <li>- Pengecekan hasil pekerjaan dan laporan pekerjaan yang telah dilakukan tiap harinya</li> <li>- Ketersediaan bahan produksi harus tepat waktu</li> <li>- Penerapan sistem denda kepada sub-kontraktor yang dipekerjakan jika mengalami keterlambatan target dan kualitas pekerjaan yang kurang baik.</li> <li>- Pemberian hak kepada karyawan harus tepat waktu</li> </ul>	<p>0,7</p> <p>0,95</p> <p>0,8</p> <p>0,5</p> <p>0,6</p>	Permasalahan yang biasanya terjadi adalah pemberian hak dan penerapan denda
3	Manajer Dept. Pendidikan (berpengalaman bekerja di bengkel mesin dan kelistrikan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan pekerja di lapangan harus sudah bersertifikasi baik dan memiliki pengalaman</li> <li>- Ketersediaan bahan produksi harus tepat waktu</li> <li>- Pengecekan hasil pekerjaan dan laporan pekerjaan</li> </ul>	<p>0,8</p> <p>0,4</p> <p>0,9</p>	Permasalahan biasanya terjadi di pengadaan barang dan belum diterapkan sistem denda

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- yang telah dilakukan tiap harinya</li> <li>- Penerapan sistem denda kepada sub-kontraktor dan juga pekerja yang dipekerjakan jika mengalami keterlambatan target dan kualitas pekerjaan yang kurang baik.</li> </ul>	0,5	
4	Manajer Engineering	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengawasan terhadap kinerja para <i>engineer</i> yang membuat gambar desain</li> <li>- Membuat standar gambar yang sesuai dengan yang diterapkan oleh Badan Klasifikasi</li> <li>- Segera mendiskusikan dan melaksanakan request perubahan desain yang diajukan oleh <i>Owner surveyor</i></li> </ul>	0,8 0,75 0,6	Permasalahan biasanya terdapat pada request tambahan desain dari owner apakah sesuai dengan standar badan klasifikasi dan dana yang diberikan mencukupi sehingga perlu waktu juga untuk mendiskusikan
5	Manajer Quality Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penerapan standar perekrutan karyawan yang baik</li> <li>- Pembelian peralatan yang sesuai standar pekerjaan sehingga hasilnya baik dan cepat selesai</li> <li>- Pemilihan sub-kontraktor yang baik dan berpengalaman</li> <li>- Pelaksanaan jadwal pekerjaan yang baik dan disiplin</li> <li>- Pemberian hak kepada karyawan harus tepat waktu</li> <li>- Penerapan pengadaan barang harus selesai sebelum proses produksi berjalan</li> </ul>	0,6 0,5 0,7 0,5 0,6 0,4	<p>Permasalahan terletak pada hasil pekerjaan yang kurang baik karena peralatan las masih memakai peralatan manual atau terkadang tidak sesuai kebutuhan sehingga terdapat cukup banyak koreksi dan las ulang pada bengkel.</p> <p>Pengadaan barang juga masih belum bisa tepat waktu sesuai jadwal karena kadang impor.</p> <p>Jadwal kurang terlaksana baik dikarenakan 2 hal diatas.</p>
7	Manajer Lambung utara (berpengalaman juga di	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jika memakai jasa sub-kontraktor harus dipilih yang disiplin dan berpengalaman jika terbukti</li> </ul>	0,7	Permasalahan utama terdapat pada jadwal yang tidak adil diberikan

	bagian Pengadaan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tidak tepat waktu dan pekerjaan kurang baik wajib diberlakukan denda (pengawasan)</li> <li>- Peralatan dan jumlah sub-kontraktor juga harus lengkap sesuai kontrak awal</li> <li>- Pelaksanaan jadwal pekerjaan yang baik dan disiplin</li> <li>- Pemberian hak kepada karyawan harus tepat waktu</li> <li>- Pengadaan barang harus sudah beres sebelum proses produksi dilakukan untuk itu turunnya dana dari owner harus secara bertahap sesuai dengan proses produksi</li> </ul>	0,5 0,4 0,7 0,4	kepada bagian produksi yaitu jadwal desain dan pengadaan barang disamakan dengan jadwal produksi bengkel sehingga terkadang muncul permasalahan bengkel baru bisa aktif berproduksi minimal 3 bulan setelah kontrak awal dilakukan.
8	Supervisor Outfitting	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standar pekerja yang dipekerjakan harus sesuai dengan kebutuhan di lapangan</li> <li>- Komunikasi dengan owner surveyor dan badan klasifikasi harus sejalan dan berjalan baik</li> </ul>	0,75 0,5	Permasalahan pada komunikasi yang kurang baik dengan <i>owner surveyor</i>
9	Supervisor Engineering	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kesesuaian gambar desain perlu terus diawasi selama proses produksi di bengkel dilaksanakan</li> </ul>	0,6	Terkadang ada beberapa gambar yang tidak sesuai setelah dilakukan proses produksi sehingga dilakukan revisi
10	Supervisor Dept. Pendidikan (berpengalaman di departemen keuangan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses pembayaran dalam suatu produksi kapal dari Owner harus sejalan dengan proses produksi sehingga tidak terjadi keterlambatan</li> <li>- Pengadaan barang harus diusahakan tepat waktu sesuai dengan standar dan kebutuhan di lapangan</li> </ul>	0,5 0,5	Permasalahan utama pada turunnya dana dari owner pemesan kapal
11	Supervisor Dept. SDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses penyaringan karyawan harus sesuai standar dan kriteria perusahaan serta dilaksanakan secara kontinyu tiap tahunnya.</li> </ul>	0,75	Dari proses perekrutan tidak terdapat masalah yang begitu besar namun pelaksanaan perekrutan

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendisiplinan pekerja dalam hal jam kerja dan jam masuk kerja harus diberlakukan bila perlu diberikan denda kepada pekerja yang ketahuan tidak melaksanakan pekerjaan sesuai dengan waktu yang diberlakukan</li> <li>- Jika memakai jasa sub-kontraktor harus dipilih yang disiplin dan berpengalaman jika terbukti tidak tepat waktu dan pekerjaan kurang baik wajib diberlakukan denda</li> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> </ul>	0,8	yang kadang tidak terjadwal tetap tiap tahunnya.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semua departemen wajib menaati jadwal yang telah disepakati oleh pihak galangan dan owner</li> <li>- Jumlah pekerja di tiap bengkel produksi harus sesuai standar dan berdisiplin tinggi</li> <li>- Jika terdapat koreksi dari setiap pekerjaan yang telah dilakukan wajib melakukan solusi yang telah diberikan untuk permasalahan di tiap departemen dengan baik dan tepat waktu.</li> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> <li>- Komunikasi dengan Owner dan Badan Klasifikasi harus berjalan baik</li> </ul>	0,8	
11	Supervisor Rencana dan Pengawasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> </ul>	0,75	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semua departemen wajib menaati jadwal yang telah disepakati oleh pihak galangan dan owner</li> <li>- Jumlah pekerja di tiap bengkel produksi harus sesuai standar dan berdisiplin tinggi</li> <li>- Jika terdapat koreksi dari setiap pekerjaan yang telah dilakukan wajib melakukan solusi yang telah diberikan untuk permasalahan di tiap departemen dengan baik dan tepat waktu.</li> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> <li>- Komunikasi dengan Owner dan Badan Klasifikasi harus berjalan baik</li> </ul>	0,4	Komunikasi berjalan dengan baik ke pihak owner dan badan klasifikasi tetapi untuk ke pelaksanaan sesuai jadwal masih belum bisa terlaksana dengan baik disebabkan berbagai macam hal salah satunya pengadaan barang.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah pekerja di tiap bengkel produksi harus sesuai standar dan berdisiplin tinggi</li> <li>- Jika terdapat koreksi dari setiap pekerjaan yang telah dilakukan wajib melakukan solusi yang telah diberikan untuk permasalahan di tiap departemen dengan baik dan tepat waktu.</li> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> <li>- Komunikasi dengan Owner dan Badan Klasifikasi harus berjalan baik</li> </ul>	0,75	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jika terdapat koreksi dari setiap pekerjaan yang telah dilakukan wajib melakukan solusi yang telah diberikan untuk permasalahan di tiap departemen dengan baik dan tepat waktu.</li> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> <li>- Komunikasi dengan Owner dan Badan Klasifikasi harus berjalan baik</li> </ul>	0,5	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hak karyawan harus diberikan sesuai dengan waktunya</li> <li>- Komunikasi dengan Owner dan Badan Klasifikasi harus berjalan baik</li> </ul>	0,75	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komunikasi dengan Owner dan Badan Klasifikasi harus berjalan baik</li> </ul>	0,8	
12	Supervisor Lambung Utara	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengadaan barang harus sudah beres sebelum proses produksi dilakukan untuk itu turunnya dana dari owner harus secara bertahap sesuai dengan proses produksi</li> </ul>	0,5	Pengadaan barang ini harus dibarengi dengan pemberian dana dari owner pemesan kapal untuk hasil produksi tepat waktu

### HASIL TABEL ETA



Gambar 10 Diagram ETA akibat konstruksi kapal Tonasa Lines yang terlambat

TABEL SEVERITY INDEX ETA

SI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
1	<i>Minor</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai denda 500 juta – 5 M dan kapal terlambat antara 1 minggu – 1 bulan.	< 0,01
2	<i>Moderate</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai denda 5 M – 50 M dan kapal terlambat 1 - 12 bulan	0,01 – 0,1
3	<i>Serious</i>	Proyek produksi kapal baru dikenai denda 50 M – 500 M dan kapal terlambat > 1 tahun	0,1 – 1
4	<i>Catastrophic</i>	Proyek produksi kapal baru gagal dilaksanakan	1 – 10

TABEL FREQUENCY INDEX ETA

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	<i>Frequent</i>	Kejadian terjadi tiap produksi kapal baru	1
4	<i>Reasonably Probable</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 5 kali produksi kapal baru	0,1 – 1
3	<i>Remote</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 25 kali produksi kapal baru	0,01 – 0,1
2	<i>Extremely Remote</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 75 kali produksi kapal baru	0,001 – 0,01
1	<i>Extremely Improbable</i>	Kejadian terjadi tiap produksi dalam rentang 100 kali proyek produksi kapal baru	0,0001 – 0,001

### HASIL RISK MATRIX

FI	Rating	SEVERITY (SI)			
		1	2	3	4
		<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Serious</i>	<i>Catastrophic</i>
5	<i>Frequent</i>	6	7	8	9
4	<i>Reasonably Probable</i>	5	6	7	8
3	<i>Remote</i>	4	5	6	7
2	<i>Extremely Remote</i>	3	4	5	6
1	<i>Extremely Improbable</i>	2	3	4	5

D

A

B,C

E

F

Keterangan :

2 – 4 Low, 5-7 Moderate, 8-9 High

TABEL BARRIER PREVENTIVE dan MITIGATION diagram BOW-TIE

No	Treat	Barier	Escalation factor
1	Pengadaan material impor	Alternatif pemakaian material untuk reparasi yang tersedia di gudang	Material yang ada tidak disetujui owner karena standar bahan material jelek
		Peminjaman dana alternatif untuk pemesanan barang ke bank	Tidak ada, sudah terlaksana
2	Pemakaian Peralatan melebihi batas aman sehingga cepat rusak	Memakai peralatan sesuai standar keamanan	Tidak ada, sudah terlaksana
3	Regenerasi karyawan tidak ada	Melakukan regenerasi secara efektif dan sesuai kebutuhan	Tidak ada, sudah terlaksana
4	Banyaknya perubahan desain kapal dari badan klasifikasi dan owner	Segera melakukan tindakan efektif terhadap permintaan dari owner dan badan klasifikasi	Tidak ada, sudah terlaksana
		Melakukan pelatihan rutin terhadap karyawan departemen desain gambar	Dana pelatihan kerja tidak selalu tersedia
5	Karyawan ada yang absen kerja karena kepentingan mendadak	Memberlakukan sistem surat ijin secara efektif dan disiplin	Tidak ada, sudah terlaksana
6	Action Plan setelah pengawasan tidak Terlaksana dengan baik	Pendisiplinan karyawan dengan pengawasan kerja yang rutin dilakukan	Tidak ada, sudah terlaksana
		Pemberian bonus gaji terhadap karyawan teladan	Belum ada aturan resmi dari perusahaan
7	Koordinasi Antara OS dan Galangan Kurang Baik	Pelatihan komunikasi terhadap karyawan yang bekerja dalam proyek kapal	Tidak ada, sudah terlaksana
		Dilakukan rapat evaluasi antara perwakilan OS dan galangan tiap bulannya	Tidak ada, sudah terlaksana

No	Consequence	Barier	Escalation factor
1	Kapal selesai diproduksi namun mengalami sedikit keterlambatan antara 1 minggu – 1 bulan diakibatkan adanya koreksi owner selama proses produksi	Segera melaksanakan koreksi owner terhadap pekerjaan produksi	Tidak ada, sudah terlaksana
2	Kapal Terlambat Diproduksi 1-6 bulan diakibatkan oleh tidak terlaksananya proses evaluasi produksi dengan baik	Pemberian hak karyawan sesuai standar pekerjaan	Tidak ada, sudah terlaksana
		Pemberlakuan denda terhadap pekerja yang tidak disiplin	Belum ada aturan resmi dari perusahaan sehingga belum bisa terlaksana
		Memperketat pengawasan terhadap proses produksi	Tidak ada, sudah terlaksana
3	Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 6 bulan - 1 tahun yang diakibatkan oleh tidak adanya jumlah Peralatan mencukupi dan sesuai standar	Segera melakukan pergantian peralatan kerja yang tidak layak pakai	Dana untuk mengganti peralatan belum tersedia
		Segera melakukan tindakan langsung dan efektif terhadap laporan peralatan yang rusak	Dana untuk pemeliharaan terpakai oleh kebutuhan lainnya

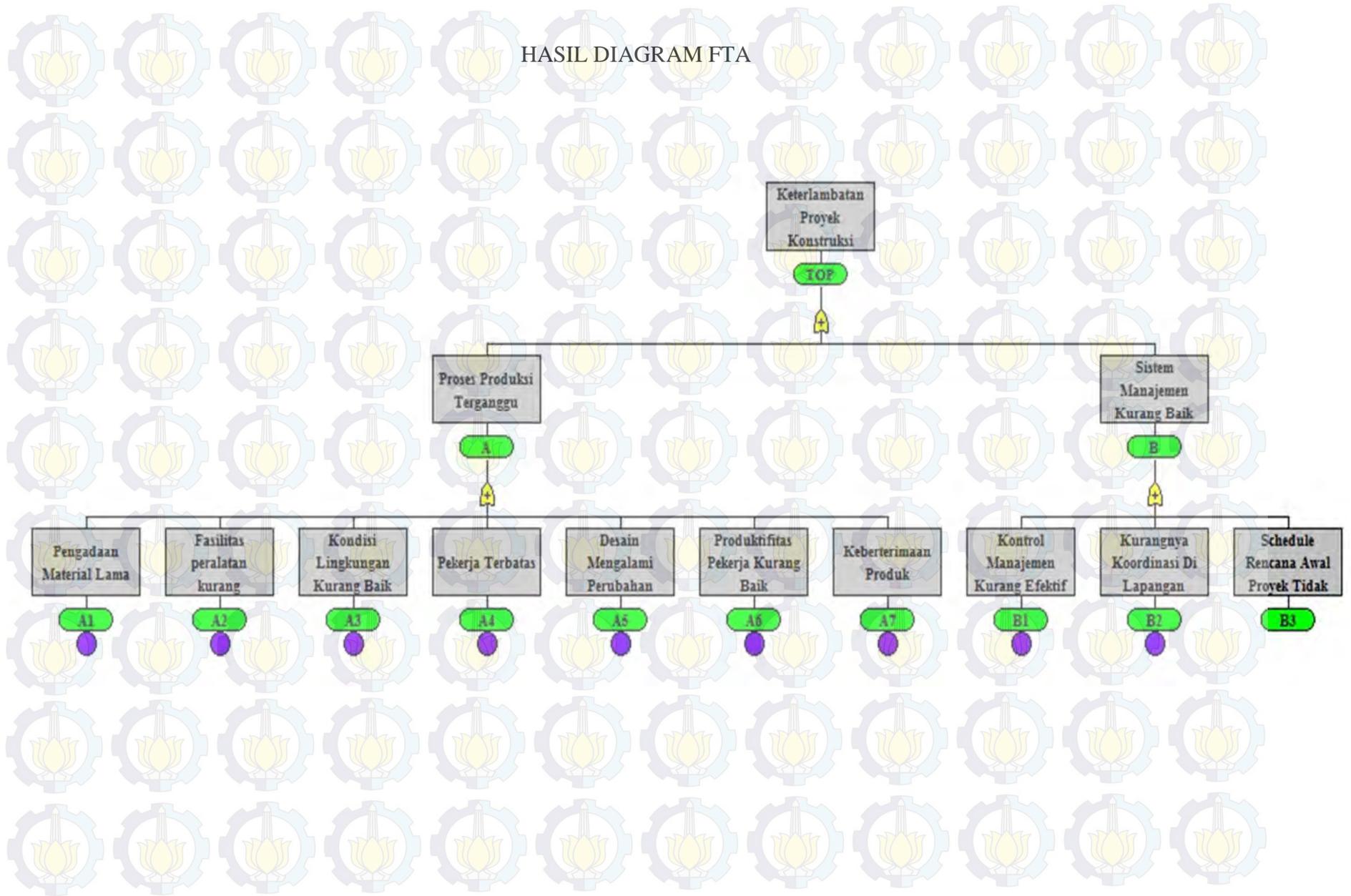
No	Consequence	Barier	Escalation factor
4	Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1 tahun yang diakibatkan oleh tidak adanya jumlah pekerja yang mencukupi dan bersertifikasi	Memakai sub-kontraktor yang berpengalaman	Pemilihan sub-kontraktor yang murah dan kurang berpengalaman karena faktor kurangnya dana
		Perekrutan karyawan segera dilakukan sesuai kebutuhan	Perusahaan tidak memiliki dana untuk perekrutan karyawan baru
		Penempatan pekerja efektif sesuai pengalaman dan bidang keahlian	Tidak ada, sudah terlaksana
5	Kapal selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan 1 – 1,5 tahun yang diakibatkan oleh proses pengadaan barang tidak tepat waktu	Pengadaan material dipercepat sebelum proses produksi berjalan	Dana untuk pengadaan material kurang
		Melakukan pembelian material produksi di dalam negeri	Material untuk produksi kapal di dalam negeri tidak tersedia/mutu kurang baik
			Permintaan dari owner untuk membeli material secara impor

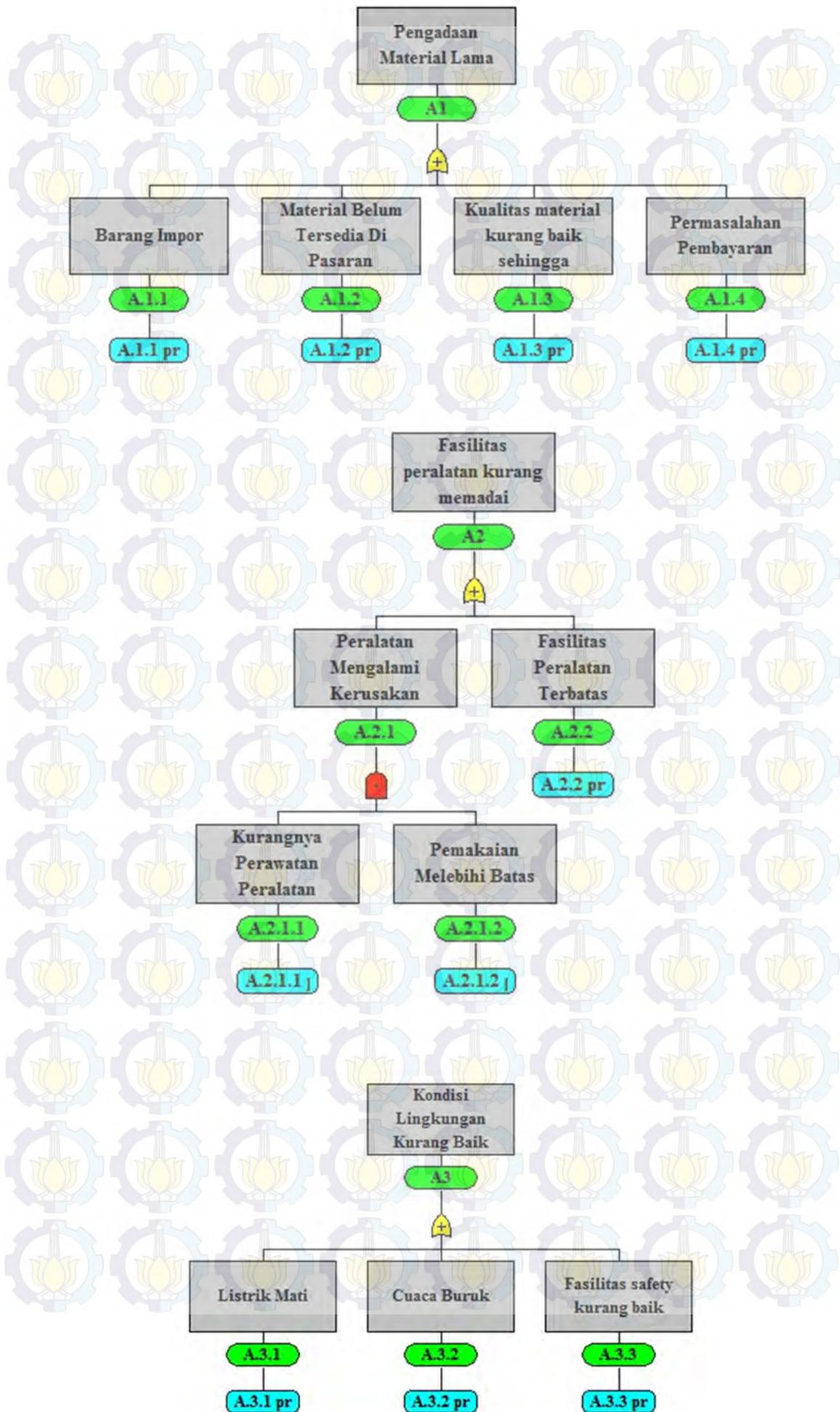
No	Consequence	Barrier	Escalation factor
		Dana yang turun dari owner diserahkan ke karyawan yang benar-benar bertanggung jawab sehingga tidak dikorupsi	Tidak ada, sudah terlaksana
6	Kapal tidak selesai diproduksi atau gagal diproduksi karena dana produksi dari owner yang tidak lancar.	Lebih teliti dalam proses awal penanda tangan kontrak produksi kapal dengan owner	Perusahaan membutuhkan proyek baru supaya menghasilkan profit yang banyak sehingga kurang teliti
		Belajar dari pengalaman dari produksi kapal sebelumnya	Tidak ada, sudah terlaksana

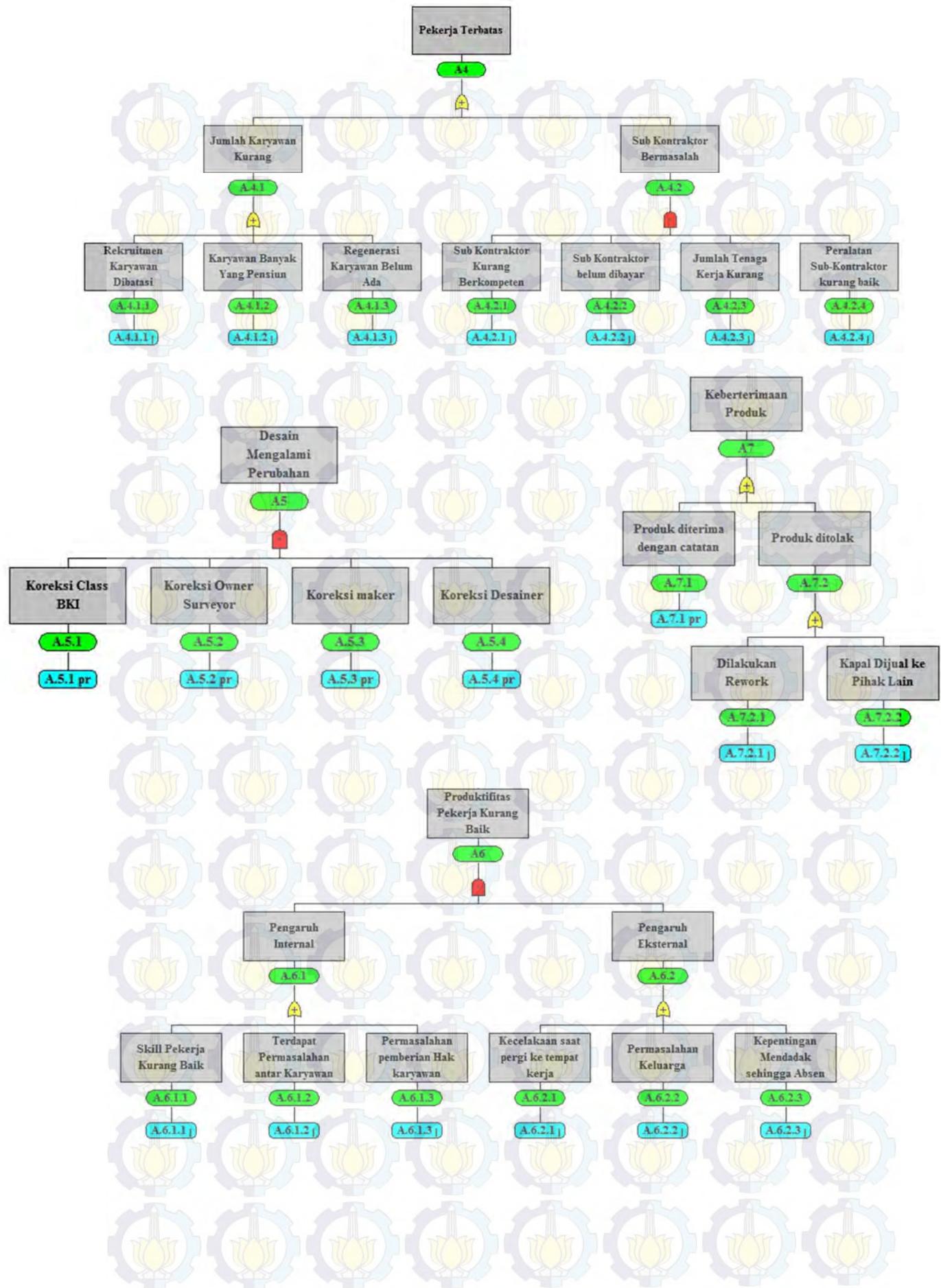


LAMPIRAN C  
Hasil Analisis FTA dan Minimal Cut Set  
Menggunakan Software DPL Syncopation

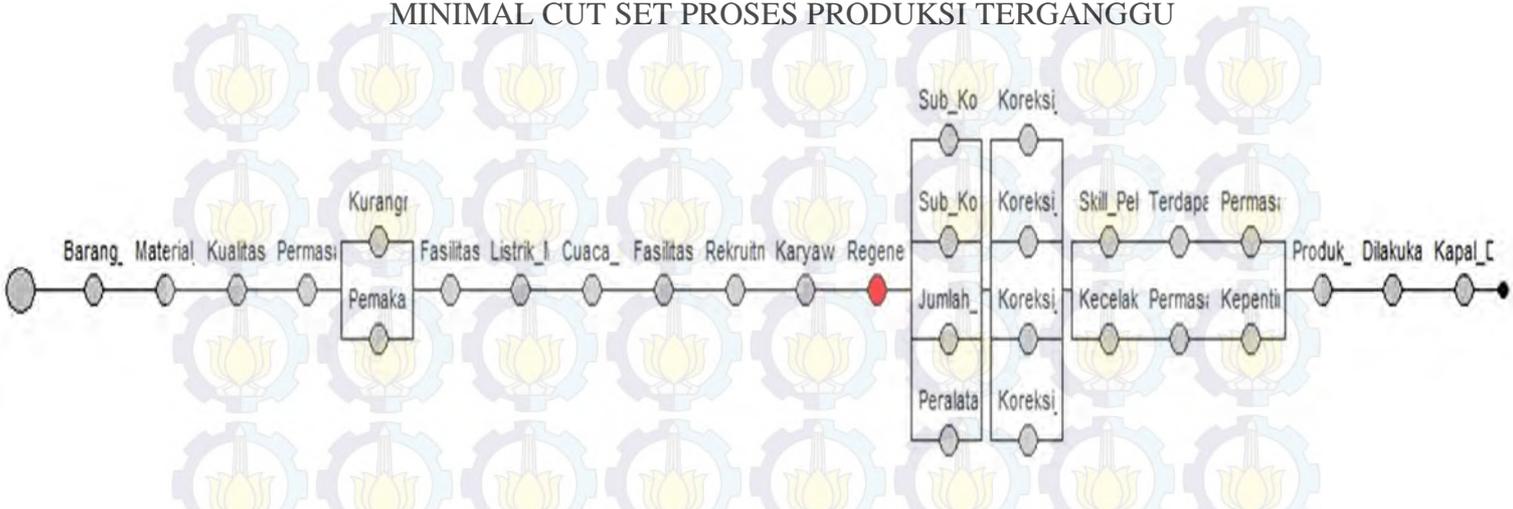
HASIL DIAGRAM FTA







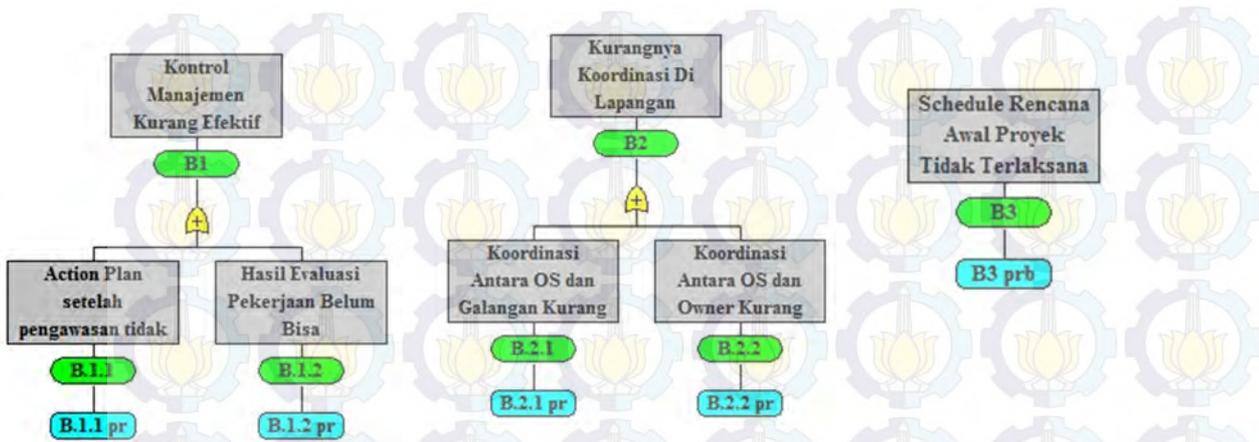
## MINIMAL CUT SET PROSES PRODUKSI TERGANGGU



Probability	Events
0.0203	Regenerasi_Karyawan_Belum_Ada
0.0172	Barang_Import
0.0108	Karyawan_Banyak_Yang_Pensiun
0.0056	Material_Belum_Tersedia_Di_Pasaran
0.0031	Rekrutmen_Karyawan_Dibatasi
0.0027	Cuaca_Buruk
0.0025	Produk_diterima_dengan_catatan
0.0024	Fasilitas_Peralatan_Terbatas_Kegunaannya
0.0022	Permasalahan_Pembayaran
0.002	Fasilitas_safety_kurang_baik
0.0014	Kualitas_material_kurang_baik_sehingga_dilakukan_pembelian_ulang
0.0006	Dilakukan_Rework
0.0006	Kapal_Dijual_ke_Pihak_Lain
0.0004	Listrik_Mati

Displaying from 1 with 13

Buttons: Prev, Next, OK, Cancel



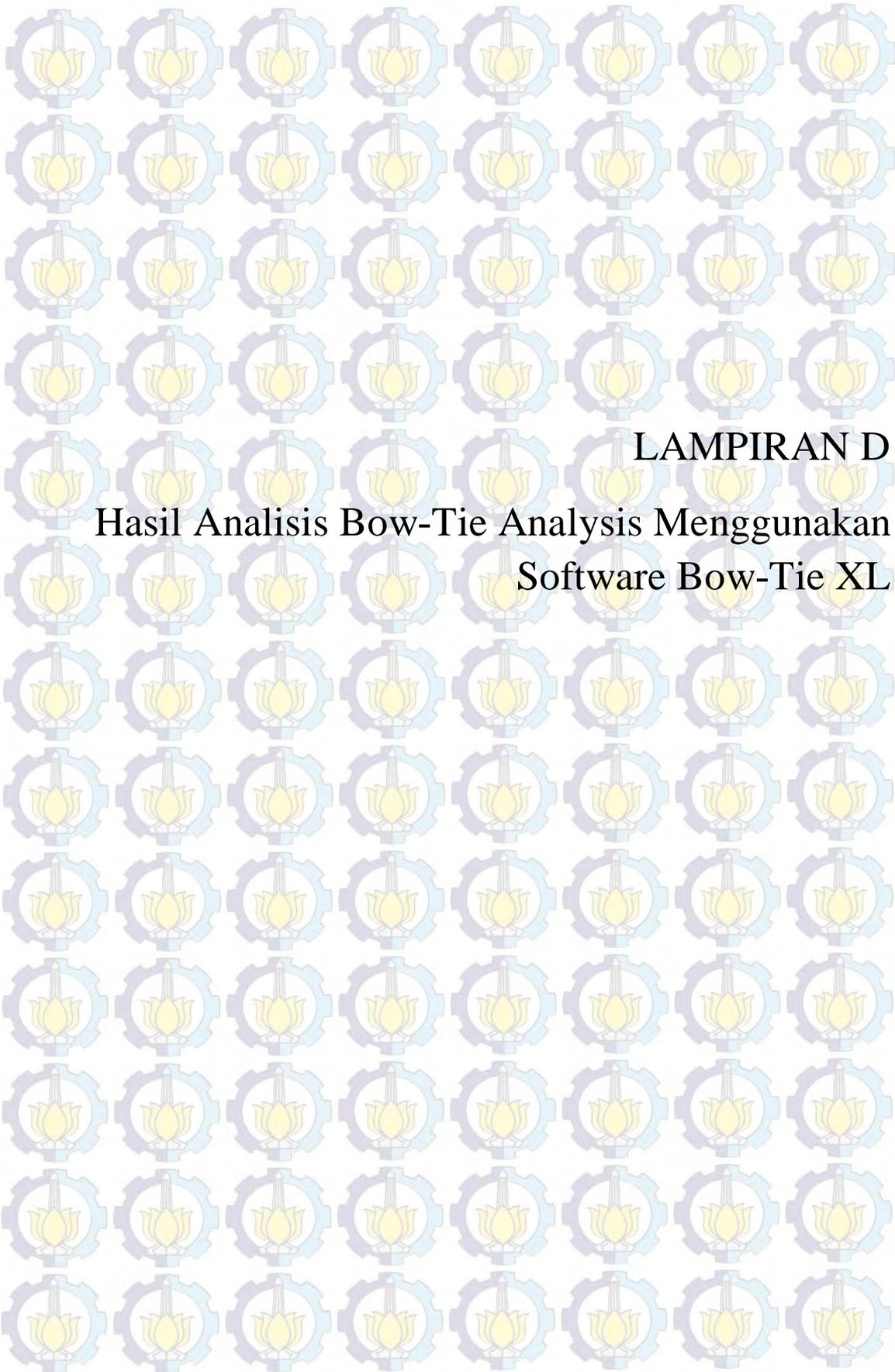
MINIMAL CUT SET SISTEM MANAJEMEN KURANG BAIK



Select Cut Set

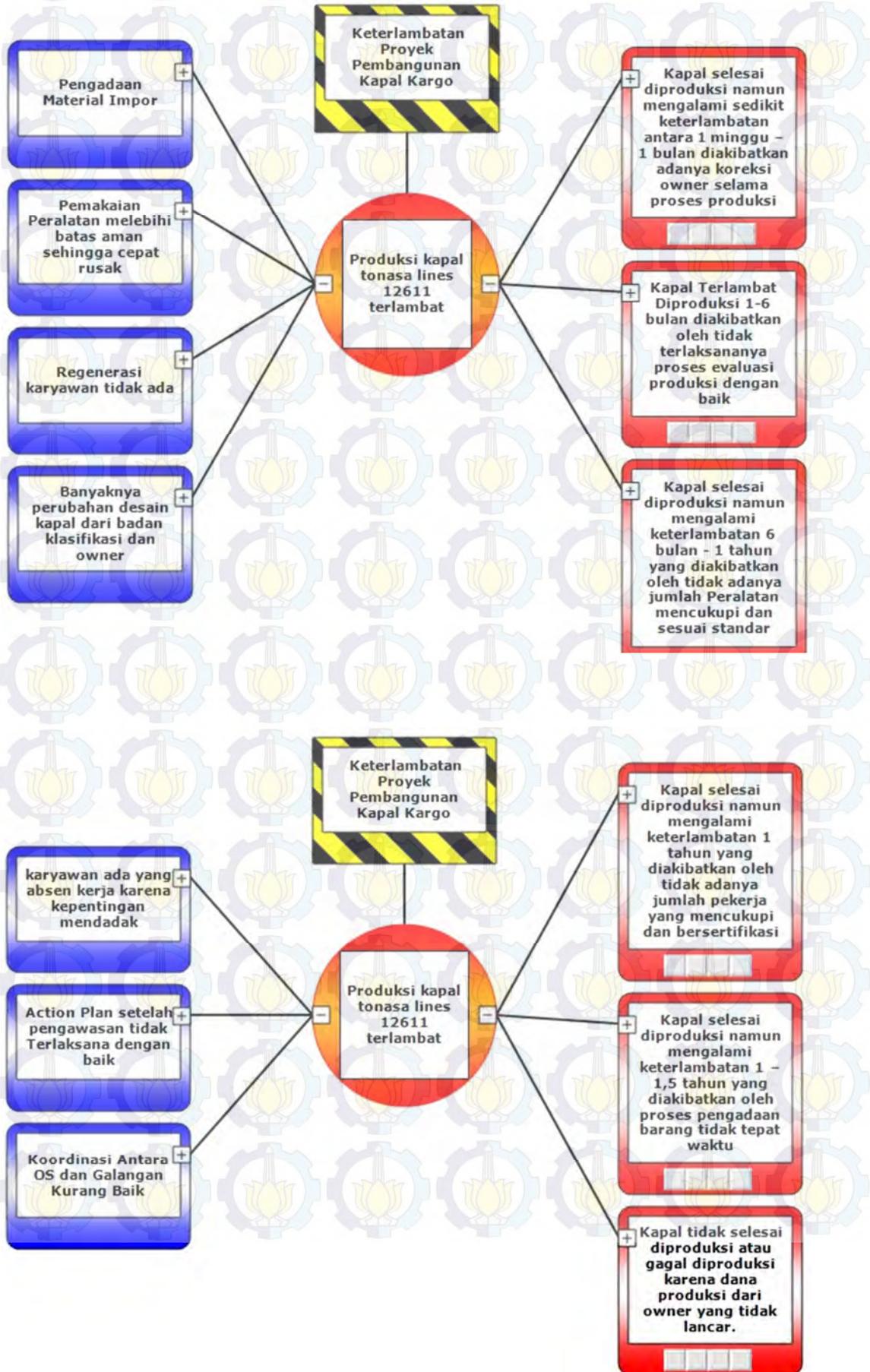
Probability	Events
0.0093	Scedule_Pencana_Awal_Tidak_Terlaksana_dengan_Baik
0.0036	Hasil_evaluasi_pekerjaan_belum_bisa_diaplikasikan_pada_rencana_lanjutan
0.0036	Action_Plan_Setelah_Pengawasan_tidak_Terlaksana_dengan_Baik
0.0015	Koordinasi_antara_OS_dan_galangan_kurang_baik
0.001	Kooedinasi_antara_OS_dan_Owner_kurang_baik

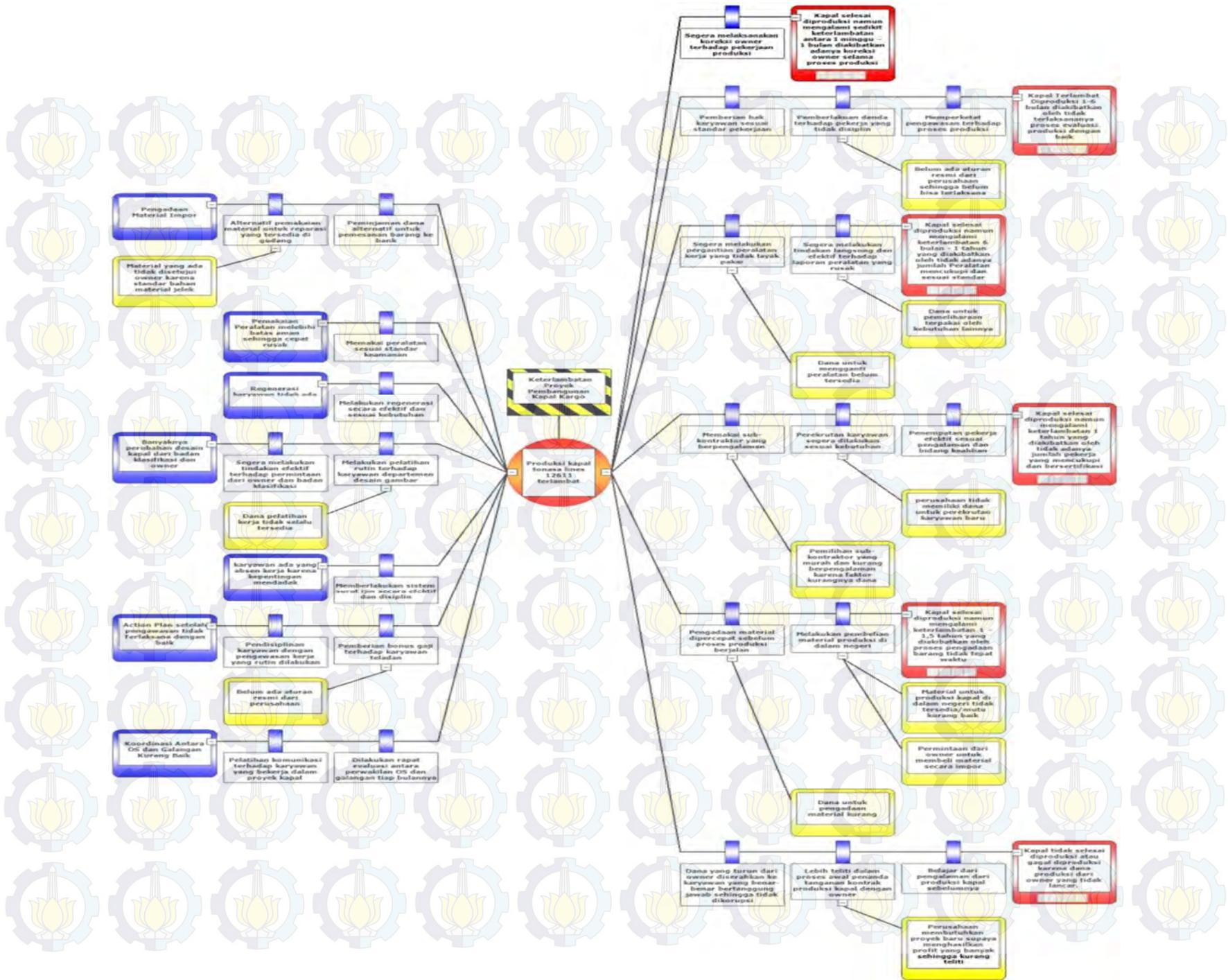
Prev Next OK Cancel



LAMPIRAN D  
Hasil Analisis Bow-Tie Analysis Menggunakan  
Software Bow-Tie XL

## HASIL DIAGRAM BOW-TIE





## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Kuesioner dan Wawancara Pencarian Faktor dan Pengukuran Probabilitas

LAMPIRAN B Data Responden dan Data Hasil Kuesioner dan Wawancara

LAMPIRAN C Hasil Analisis FTA dan Minimal Cut Set Menggunakan Software DPL Syncopation

LAMPIRAN D Hasil Analisis Bow-Tie Analysis Menggunakan Software Bow-Tie XL