

# Analisis Keterlambatan Proyek Jatibarang Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) di PT Pertamina EP Aset 3

Setya Intan Fitria Arifin<sup>1</sup>, Ade Suryatman Margana<sup>2</sup>, Sri Murniati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

<sup>1</sup>E-mail : setya.intan.tptu19@polban.ac.id

<sup>2</sup>E-mail : adesmargana@polban.ac.id

<sup>3</sup>E-mail : sri.murniati@polban.ac.id

## ABSTRAK

Keterlambatan proyek yang tidak ditangani dengan segera dapat berpengaruh terhadap kualitas kinerja suatu perusahaan. Untuk itu, perlu diketahui penyebab-penyebabnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterlambatan proyek berdasarkan perhitungan nilai tingkat kegagalan (*failure*) dan risiko-risiko yang terjadi. Metode FTA digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi peristiwa kegagalan, menentukan penyebab peristiwa kegagalan, mengklasifikasikan AND/OR, dan membuat diagram *fault tree* pada keterlambatan proyek Jatibarang. Berdasarkan hasil analisis diagram *fault tree*, diketahui bahwa proyek Jatibarang telah mengalami keterlambatan selama tiga bulan, ini disebabkan oleh tiga belas kejadian dasar (sebelas kejadian dasar disebabkan oleh faktor kontraktor dan dua kejadian dasar disebabkan oleh faktor *owner*) dan nilai reliabilitas pada proyek Jatibarang ini sebesar 0,59. Hal tersebut berarti proyek dalam keadaan hampir tidak bekerja tetapi masih terselamatkan

## Kata Kunci

Keterlambatan Proyek, *Failure*, *Fault Tree Analysis*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, di Indonesia sedang gencar dicari sumber minyak, karena total konsumsi minyak nasional hingga saat ini sekitar 1,63 juta barel per hari (bph). Konsumsi ini terus naik seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan produktivitas masyarakat. Hal ini menjadi sebuah permasalahan apabila konsumsi minyak tidak diimbangi dengan jumlah produksi nasional [1].

PT Pertamina EP Asset 3 dibangun untuk memenuhi kebutuhan minyak yang ada di Indonesia. Proyek Jatibarang ini merupakan proyek penggantian sistem *Heating, Ventilation and Air Conditioning* pada ruangan *switchgear*. Jika hal ini terlambat, maka akan berpengaruh terhadap pengeboran minyak. Hal ini akan memengaruhi jadwal proyek yang sudah ditetapkan.

Keterlambatan ini perlu dianalisis sehingga dapat diketahui hal-hal apa saja yang memengaruhi keterlambatan pelaksanaan

proyek dan dapat segera diatasi. Keterlambatan pada suatu proyek dapat diketahui salah satunya dengan pengamatan *fault tree analysis*. Dengan metode ini, dapat dilihat kondisi-kondisi yang menyebabkan terjadinya kegagalan puncak, baik yang disebabkan oleh kondisi tunggal maupun beberapa dari berbagai macam kondisi.

## 2. PERMASALAHAN

Jika suatu proyek mengalami keterlambatan, akan memberikan dampak yang besar bagi perusahaan seperti mendapatkan penalti harus membayar keterlambatan, penjadwalan ulang, reputasi perusahaan buruk, hingga hilangnya efisiensi tenaga kerja dalam menyelesaikan proyek. Oleh sebab itu, penelitian mengenai efisiensi proyek yang dilatarbelakangi oleh manajemen risiko dan proses perencanaan yang baik penting untuk dilakukan. Dalam penelitian ini, penulis memilih keterlambatan proyek Jatibarang dengan analisis FTA sebagai topik pembahasan yang dapat menjadi pengetahuan preventif bagi perusahaan kontraktor.

### 3. METODE

Teknik *Fault tree* adalah teknik yang menggambarkan diagram seperti pohon untuk mendefinisikan dari beberapa kegagalan yang menyebabkan terjadinya peristiwa puncak yang tidak diinginkan [2].

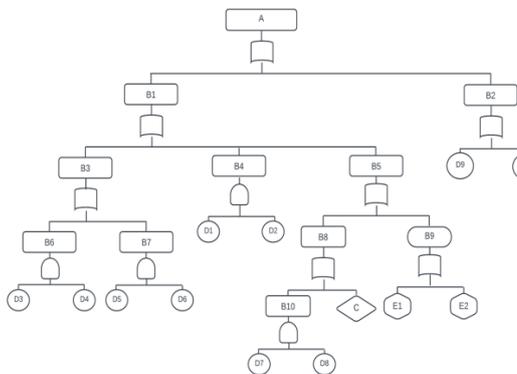
Metode *Fault tree* memberikan ilustrasi keadaan komponen-komponen antara sistem (*basic event*) dengan *top event* yang digambarkan keterhubungannya dalam diagram *fault tree*. Adapun langkah-langkah FTA sebagai berikut [3]:

1. Identifikasi peristiwa kegagalan
2. Menentukan penyebab peristiwa kegagalan
3. Mengklasifikasikan AND/OR
4. Membuat Diagram *Fault Tree*

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Diagram *Fault Tree*

Pada diagram FTA diberi penamaan *event* yang akan dipakai juga untuk perhitungan *minimal cut set* menggunakan aljabar Boolean. Ketika memberikan penamaan *event*, tidak ada regulasi khusus. Tetapi setiap kejadian diberi penamaan yang berbeda. Berikut adalah diagram *fault tree analysis*.



Berikut merupakan keterangan untuk nama-nama *event* pada diagram FTA diatas yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Keterangan *event* pada diagram FTA

Event	Kegiatan	Event	Kegiatan
A	Keterlambatan Proyek	D1	Terbatasnya jumlah tenaga kerja
B1	Faktor Kontraktor	D2	Pembagian tugas yang belum jelas
B2	Faktor owner: Estimasi me-review dokumen	D3	Data FEED tidak sesuai dengan aktual

	yang cukup lama		
B3	Faktor Dokumen	D4	Owner tidak mengetahui keadaan aktual
B4	Kurangnya persiapan dalam pembentukan tim	D5	Penambahan dan pengurangan jumlah dokumen di EDL
B5	Faktor Pengadaan	D6	Kurangnya koordinasi antara owner dan pihak kontraktor
B6	Site survei ulang	D7	Dokumen gambar belum lengkap
B7	Project Schedule berubah-ubah	D8	Dokumen spesifikasi teknis belum lengkap
B8	Pemesanan terlambat	D9	Dokumen direview dengan orang yang berbeda-beda
B9	Ketersediaan material	D10	Melibatkan mitra kerja dalam me-review
B10	Spesifikasi dokumen yang berubah-ubah	E1	Faktor cuaca
C	Keterlambatan melakukan down payment	E2	Keadaan pandemi

Dari analisis *fault tree* didapatkan keterlambatan proyek ini disebabkan oleh 13 kejadian dasar.

#### 4.2 Pembahasan Diagram

##### Faktor Dokumen

Faktor ini menjadi faktor dominan dalam keterlambatan proyek Jatibarang karena tahap konstruksi penggantian sistem *heating, ventilation and air conditioning* pada *switchgear room* tidak dapat dilakukan apabila dokumen-dokumen terhambat dan belum disetujui. Dokumen-dokumen *engineering* menjadi dasar dalam melakukan pekerjaan pemasangan, *quality control* dan *commissioning*. Berikut merupakan kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan faktor dokumen:

1. *Site survei ulang*  
Kejadian ini terjadi karena data *Front End Engineering Design* (FEED) yang menjadi acuan untuk keberlangsungan proyek tidak

sesuai dengan yang ada di lapangan.

2. *Project Schedule* berubah-ubah  
*Project Schedule* ini berhubungan dengan *Engineering Deliverable List* (EDL), dimana EDL ini berisi daftar dokumen-dokumen teknis seperti *general document*, *mechanical document*, *electrical document*, dan *quality assurance & quality control document*. Pihak *owner* ketika mereview dokumen EDL ini terdapat penambahan dan pengurangan jumlah dokumen.

#### Faktor Pengadaan

1. Pemesanan terlambat  
Kejadian ini dipicu perubahan spesifikasi pada dokumen. Karena data yang ada di dalam FEED tidak sesuai dengan keadaan aktual. Hal inipun berdampak ke dokumen-dokumen *drawing* yang tidak bisa dikerjakan karena data-data spesifikasi belum lengkap dan berubah-ubah. Selain itu, pemesanan terlambat karena belum dilakukannya *Down Payment* (DP) pembayaran di muka.
2. Ketersediaan Material  
Pekerjaan konstruksi sangat erat kaitannya dengan penyediaan bahan/material. Ketersediaan material seringkali terhambat oleh faktor cuaca buruk dan faktor pandemi covid-19.

#### Faktor Owner

1. Dokumen di-review dengan orang yang berbeda  
Peristiwa ini terjadi karena tidak adanya komunikasi internal yang baik, sehingga dokumen terhambat.
2. Terlibatnya mitra kerja dalam me-review dokumen  
Kemitraan merupakan hubungan kerja sama yang didasarkan atas perjanjian kemitraan. Karena sistem rute me-review yang dianggap terlalu panjang maka owner mengambil keputusan bahwa mitra kerja tidak dilibatkan dalam proses me-review dokumen.

#### 4.3 Perhitungan *Minimal Cut Set*

Perhitungan *minimal cut set* memberikan informasi mengenai kombinasi terkecil dari

suatu kejadian yang memungkinkan menghasilkan kegagalan puncak. Merepresentasikan *fault tree* ke dalam persamaan Boolean bertujuan untuk menentukan *minimal cut set*. Dalam persamaan Boolean gerbang OR memiliki simbol (+) atau penjumlahan, sedangkan untuk gerbang AND memiliki simbol (.) atau perkalian. Persamaan dibawah ini didapatkan dari diagram *fault tree analysis*.

$$A = B1+B2 \quad (1)$$

$$B1 = B3+B4+B5 \quad (2)$$

$$B3 = B6+B7 \quad (3)$$

$$B4 = D1*D2 \quad (4)$$

$$B5 = B8+B9 \quad (5)$$

$$B2 = D9+D10 \quad (6)$$

$$B6 = D3*D4 \quad (7)$$

$$B7 = D5*D6 \quad (8)$$

$$B8 = B10+C \quad (9)$$

$$B10 = D7*D8 \quad (10)$$

$$B9 = E1+E2 \quad (11)$$

Setelah didapatkan persamaan diatas dari diagram *fault tree analysis* yang telah dibuat, selanjutnya menurunkan persamaan.

$$A = B1 + B2$$

$$A = B3 + B4 + B5 + (D9 + D10)$$

$$A = (B6 + B7) + (D1 * D2) + (B8 + B9) + (D9 + D10)$$

$$A = ((D3 * D4) + (D5 * D6) + (D1 * D2) + (D7 * D8) + C + E1 + E2) + (D9 + D10)$$

$$A = (D1 * D2) + (D3 * D4) + (D5 * D6) + (D7 * D8) + (D9 + D10) + C + E1 + E2$$

Dari persamaan diatas, didapatkan 9 kejadian dasar yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pekerjaan, sedangkan hasil dari analisis *fault tree* didapatkan 13 kejadian dasar. Hasil *minimal cut set* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 *Minimal cut set*

No	Kombinasi Event
1	D1*D2
2	D3*D4
3	D5*D6
4	D7*D8
5	D9
6	D10
7	C
8	E1
9	E2

#### 4.4 Perhitungan *Failure Rate* (Laju Kegagalan)

Sebelum melakukan perhitungan laju kegagalan, dilakukan sistem *tracking* dengan membandingkan antara *engineering deliverable list* dan *project schedule*. Berikut hasil *tracking detail design engineering document*.

Tabel 3 *Tracking* dokumen

No	Nama Dokumen	Plan di Project Schedule	Data di EDL	Keterlambatan
1.	<i>Engineering Deliverable List</i>	8/13/21	01/12/22	152 hari (4 bulan, 30 hari)
2.	<i>Demolition Drawing</i>	9/5/21	01/19/22	118 hari (3 bulan, 27 hari)
3.	<i>Project Schedule</i>	8/18/21	01/10/22	145 hari (4 bulan, 23 hari)
4.	<i>HVAC Specification</i>	8/22/21	03/09/21	199 hari (6 bulan 15 hari)
5.	<i>Package Air Conditioning Unit Datasheet XMA</i>	8/17/21	01/10/22	146 hari (4 bulan, 24 hari)
6.	<i>Package Air Conditioning Unit Datasheet XAP</i>	8/17/21	01/10/22	146 hari (4 bulan, 24 hari)
7.	<i>Manual Damper Datasheet</i>	8/17/21	10/15/21	59 hari (1 bulan, 28 hari)

8.	<i>Motorized Damper Datasheet</i>	8/22/21	12/14/21	144 hari (4 bulan, 22 hari)
9.	<i>Piping, Insulation and Condensate drain Datasheet</i>	8/22/21	01/13/22	144 hari (4 bulan, 22 hari)
10.	<i>Refrigerant Datasheet</i>	8/22/21	10/03/21	42 hari (1 bulan, 11 hari)
11.	<i>HVAC Cooling Load Calculation XMA</i>	8/22/21	01/10/22	141 hari (4 bulan, 19 hari)
12.	<i>HVAC Cooling Load Calculation XAPF</i>	8/22/21	01/10/22	141 hari (4 bulan, 19 hari)
13.	<i>HVAC Ducting and Instrumentation Diagram XMA</i>	8/22/21	01/19/22	150 hari (4 bulan, 28 hari)
14.	<i>HVAC Ducting and Instrumentation Diagram XAP</i>	8/22/21	01/19/22	150 hari (4 bulan, 28 hari)
15.	<i>HVAC Piping and Instrumentation Diagram XMA</i>	9/5/21	09/28/21	23 hari
16.	<i>HVAC Piping and Instrumentation Diagram XAP</i>	9/5/21	09/28/21	23 hari
17.	<i>General Arrangement Drawings HVAC for XMA</i>	9/5/21	01/10/22	127 hari (4 bulan, 5 hari)
18.	<i>General Arrangement Drawings HVAC for XAP</i>	9/5/21	01/10/22	127 hari (4 bulan, 5 hari)
19.	<i>Control Panel Datasheet</i>	9/5/21	11/30/21	86 hari (2 bulan, 25 hari)
20.	<i>Instrument Component Datasheet</i>	9/5/21	01/13/22	130 hari (4 bulan, 8 hari)
21.	<i>PLC and HMI Datasheet</i>	9/5/21	9/29/21	24 hari
22.	<i>HVAC ECP Single Line Diagram XMA</i>	9/11/21	12/13/21	93 hari (3 bulan, 2 hari)
23.	<i>HVAC ECP Schematic XAP</i>	9/11/21	12/13/21	93 hari (3 bulan, 2 hari)

24	Quality Assurances and Quality Control Manual	8/22/21	01/13/22	144 hari (4 bulan, 22 hari)
<b>Total</b>				<b>27747 hari</b>

Setelah melakukan *tracking* maka didapatkan hasil keterlambatan dokumen selama 91 hari dan *project schedule* menunjukkan bahwa total hari pekerjaan *detail design engineering* selama 171 hari. Menghitung laju kegagalan bertujuan untuk mencari keandalan suatu proyek penulis menggunakan juga teknik mengidentifikasi potensi kegagalan. [4] dengan persamaan sebagai berikut.

$$\lambda(t) = \frac{f}{T} \quad (12)$$

$$\lambda(t) = \frac{91,6}{171} = 0,5356$$

Nilai reliabilitas menunjukkan nilai kegagalan dari suatu sistem, apakah sistem ini tetap layak untuk dijalankan atau tidak. Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan laju kegagalan, selanjutnya menghitung nilai reliabilitas.

$$R = e^{-\lambda(t)}$$

$$R = e^{-0,5356}$$

$$R = 0,59$$

Dari hasil perhitungan nilai reliabilitas maka didapatkan hasil sebesar 0,59. Jika dilihat dari Gambar 1 maka tingkat reliabilitas pada proyek Jatibarang itu sedang. Dalam hal ini berarti, proyek Jatibarang digolongkan sebagai sistem yang masih aman dan dapat diselamatkan. Proyek ini perlu penanganan secepatnya untuk mengantisipasi agar keterlambatan tidak berkelanjutan.

Interval Koefisien Tingkat Hubungan	
0,00 – 0,200	Sangat rendah
0,200 – 0,400	Rendah
0,400 – 0,600	Sedang
0,600 – 0,800	Tinggi
0,800 – 1,00	Sangat tinggi

(Sumber:

<https://indrawahyudisite.wordpress.com/2016/04/02/reliabilitas-uji-reliabilitas/>)

#### 4.5 Rekomendasi Penyelesaian

Penyelesaian dilakukan berdasarkan penyebab-penyebab kegagalan yang sudah dianalisis berdasarkan perhitungan minimal cut set dan analisis Fault Tree, maka dari itu diketahui permasalahan-permasalahan yang terjadi agar dapat segera dilakukan perbaikan. Usulan perbaikan ini meninjau dari teori-teori di manajemen proyek.

Tabel 4 Rekomendasi Penyelesaian

No	Potensi Penyebab Kegagalan (Cause of Failure)	Usulan perbaikan
1	Terbatasnya jumlah tenaga kerja dan pembagian tugas yang belum jelas.	Adanya penambahan tenaga kerja dan <i>meeting</i> di awal proyek untuk membahas pembagian tugas. Selain itu, membuat dan mengidentifikasi risiko ke dalam <i>risk register</i> .
2	Data FEED tidak sesuai dengan keadaan aktual dan owner tidak mengetahuinya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membandingkan data FEED dengan keadaan aktual ketika <i>site survei</i>.</li> <li>• Mempermudah perizinan <i>site survei</i>.</li> </ul>
3	Penambahan dan penjumlahan jumlah dokumen di EDL dan kurangnya koordinasi antara owner dan pihak kontraktor	Fiksasi penetapan jumlah dokumen dilakukan diawal <i>meeting</i> .
4	Dokumen gambar dan spesifikasi belum lengkap	Penambahan tenaga kerja untuk menyelesaikan dokumen.
5	Dokumen direview dengan orang yang berbeda-beda	Fiksasi sistem <i>rute</i> dokumen dan bagaimana sistem <i>review</i> nya. Permasalahan sudah diatasi.

6	Melibatkan mitra kerja dalam me-review	Mitra kerja sudah tidak dilibatkan dalam me-review dokumen. Permasalahan sudah diatasi.
7	Keterlambatan dalam melakukan <i>down payment</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perbaiki arus kas perusahaan dengan merencanakan <i>down payment</i> dari jauh-jauh hari sebelumnya.</li> <li><i>Down payment</i> ini juga bermasalah karena kekurangan data dan dokumen spesifikasi belum di <i>approve</i>.</li> </ul>
8	Faktor cuaca	Faktor ini tidak bisa dihindarkan, tetapi pihak kontraktor bisa mengestimasi waktu pemesanan, agar material dapat sampai ke Indonesia dengan tepat waktu

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa proyek Jatibarang sebagai berikut.

1. Keterlambatan proyek Jatibarang ini disebabkan oleh faktor dokumen dan faktor *owner*. Dari *fault tree analysis* didapatkan keterlambatan proyek ini disebabkan oleh 13 kejadian dasar.
2. Faktor dominan yang menyebabkan keterlambatan proyek Jatibarang adalah faktor dokumen.
3. Proyek Jatibarang terlambat selama 3 bulan dan nilai tingkat keandalan (*reliability*) dari proyek Jatibarang ialah 0,59 dan dapat digolongkan

sebagai sistem yang hampir tidak bekerja tetapi masih bisa terselamatkan. Oleh karena itu, diperlukan penanganan yang cepat agar tidak terjadinya keterlambatan yang berkelanjutan.

4. Dari perhitungan *minimal cut set* didapatkan 9 penyebab kejadian dasar yang menyebabkan terjadinya keterlambatan proyek.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT Catur Mitra Teknologi yang telah mengizinkan penulis menggunakan data dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Persia, Aziza Nur. 2018. "Studi Tentang Cadangan Penyangga Minyak Untuk Mewujudkan Ketahanan Energi". Universitas Pertahanan.
- [2] Abdollahzadeh, Gholamreza. 2015. "Risk Assesment in Bridge Construction Projects Using Fault Tree and Event Tree Analysis Methods Based on Fuzzy Logic". *ASCE-ASME J Risk and Uncert in Engrg Sys Part B Mech Engrg*, 1(3).
- [3] Stanton, Neville, Paul M. Salmon, Laura A. Rafferty, Guy H. Walker, Chris Baber, Daniel P. Jenkins, "Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design", 2013.
- [4] Jardine, A.K.S. 1973. "Maintenance, Replacement and Realibility". Pitman Publishing. Australia