



## Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi pada CV. X Menggunakan Metode FTA

Dwi Meilana Putra<sup>1✉</sup>, Masca Indra Triana<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia <sup>(1,2)</sup>

DOI: 10.31004/jutin.v7i2.28181

✉ Corresponding author:  
[putralan5521@gmail.com]

### Article Info

### Abstrak

#### Kata kunci:

Faktor Keterlambatan;  
Metode FTA;  
Keterlambatan Proyek;  
Probabilitas;  
Proyek Konstruksi

Keterlambatan yang tidak ditangani dengan segera dapat berpengaruh terhadap kualitas kinerja suatu Perusahaan. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi yang dikerjakan oleh CV. X. Dimana 4 proyek konstruksi yang dikerjakan oleh CV. X per bulan Januari tahun 2024 mengalami keterlambatan penyelesaian. Untuk itu perlu dilakukan analisa tentang faktor-faktor penyebab keterlambatan pada proyek tersebut dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) bertujuan untuk menemukan pohon kesalahan dari berbagai kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan. Pengumpulan data dilakukan dengan survei menggunakan kuisisioner. Hasil kuisisioner kemudian dianalisa menggunakan Metode FTA kemudian menentukan kombinasi dari faktor-faktor tersebut dengan minimal *cut set*. Berdasarkan hasil analisa menggunakan Metode FTA terdapat 6 aspek yang menjadi faktor penyebab keterlambatan yaitu aspek tenaga kerja; aspek material/peralatan; aspek manajemen pelaksanaan proyek; aspek kontrak; aspek dokumen pekerjaan; aspek kondisi alam dan *force major*. Dengan nilai probabilitas terbesar yaitu pada aspek kontrak sebesar 0,21; aspek manajemen pelaksanaan proyek sebesar 0,18; aspek material/peralatan sebesar 0,15; aspek kondisi alam dan *force major* sebesar 0,12; aspek dokumen pekerjaan sebesar 0,09; aspek tenaga kerja sebesar 0,08.

#### Keywords:

Delay Factor;  
FTA Method;  
Project Delay;  
Probability;  
Construction Project

#### Abstract

Delays that are not handled immediately can affect the quality of a company's performance. This research was conducted on a construction project undertaken by CV. X. Where 4 construction projects undertaken by CV. X as of January 2024 experienced delays in completion. For this reason, it is necessary to analyze the factors that cause delays in the project by using the FTA (*Fault Tree Analysis*) method which aims to find fault trees from various errors that will result in the occurrence of unwanted events. Data collection is done by survey using a questionnaire. The results of the questionnaire were then analyzed using the FTA Method and then

*determining the combination of these factors with a minimum cut set. Based on the results of the analysis using the FTA Method, there are 6 aspects that are factors causing delays, namely aspects of labor; material / equipment aspects; project implementation management aspects; contract aspects; aspects of work documents; aspects of natural conditions and force majors. With the largest probability value, namely the contract aspect of 0.21; project implementation management aspect of 0.18; material / equipment aspect of 0.15; aspects of natural conditions and force majors of 0.12; aspects of work documents of 0.09; aspects of labor of 0.08.*

## 1. INTRODUCTION

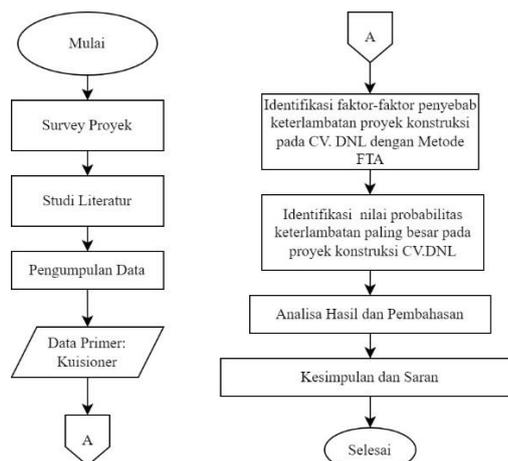
Suatu proyek dikategorikan sukses apabila tepat biaya, tepat mutu, dan tepat waktu. Ketiga kendala (*constraint*) ini merupakan tolak ukur keberhasilan suatu proyek konstruksi. Suatu proyek cenderung akan mengalami keterlambatan apabila perencanaan dan pengendalian tidak dilakukan dengan tepat. Berbagai hal dapat terjadi dalam proyek konstruksi yang dapat menyebabkan bertambahnya waktu pengerjaan, sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat (Lestari et al., 2022).

Kota Surabaya adalah salah satu Kota di Provinsi Jawa Timur yang memiliki banyak proyek pembangunan khususnya dibidang konstruksi rumah tinggal. Salah satu kontraktor di Surabaya yaitu CV.X pada Tahun 2019 sampai 2023 mengerjakan Pembangunan proyek konstruksi dengan jumlah yang dikerjakan sebanyak 11 Rumah Tinggal dan 1 Villa. 12 (Dua Belas) Proyek yang dikerjakan semuanya mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan dari rencana durasi kerja. Dimana proyek yang masih berjalan sekarang di bulan januari tahun 2024 juga mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan.

Proyek ke-1 yaitu Rumah Tinggal Palm Beach Blok X pekerjaan dimulai pada tanggal 20 Juli 2020 dengan durasi pelaksanaan 480 hari kalender namun realisasinya tidak dapat terpenuhi per 31 Desember 2023 terhitung keterlambatan selama 779 hari kalender. Proyek ke-2 yaitu Westwood Blok.X No. X pekerjaan dimulai pada tanggal 25 Februari 2022 dengan durasi pelaksanaan 450 hari kalender namun realisasinya tidak dapat terpenuhi per 31 Desember 2023 terhitung keterlambatan selama 224 hari kalender. Proyek ke-3 yaitu Dharmahusada Indah Tengah Blok X No. X pekerjaan dimulai pada tanggal 14 November 2022 dengan durasi pelaksanaan 365 hari kalender namun realisasinya tidak dapat terpenuhi per 31 Desember 2023 terhitung keterlambatan selama 47 hari kalender.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk melihat faktor-faktor apa saja yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan pada proyek konstruksi di CV. X, Sehingga diharapkan dengan diketahuinya faktor-faktor tersebut dapat membantu kontraktor dalam meminimalisir keterlambatan waktu penyelesaian dan juga berguna untuk mengantisipasi keterlambatan semakin besar. Penelitian ini menggunakan Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dalam mencari penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek konstruksi pada CV. X. Hasil dari penelitian ini akan diketahui faktor-faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi di CV. X.

## 2. METODE PENELITIAN



**Gbr. 1. Diagram Alir (Flow Chart)**

## 2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian secara kuantitatif dengan format deskriptif menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) dengan tujuan untuk mengetahui tentang faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi yang dikerjakan oleh CV. X.

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana yang dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan berbagai kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut (Isabela & Johari, 2023).

## 2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di empat proyek konstruksi yang dikerjakan oleh CV.X di wilayah Surabaya pada Bulan Januari Tahun 2024. Dimana empat proyek tersebut mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan dari rencana durasi kerja. Daftar dan profil proyek tersebut dapat dilihat dibawah ini.

**Tabel 1. Daftar Profil Proyek Konstruksi yang dikerjakan CV. X**

No.	Nama Proyek	Masa Pelaksanaan
1.	Proyek Rumah Tinggal Palm Beach Blok X, Pakuwon City, Surabaya	480 hari kalender
2.	Proyek Rumah Tinggal Westwood Blok X No. X, Pakuwon City, Surabaya	450 hari kalender
3.	Proyek Rumah Tinggal Dharmahuasa Indah Tengah Blok X No.X, Surabaya	365 hari kalender
4.	Proyek Rumah Tinggal Dharmahusada Mas Blok X No.X, Surabaya	365 hari kalender

## 2.3 Variabel Penelitian

Dari berbagai tinjauan pustaka ada beberapa faktor yang menjadi penyebab keterlambatan dari 6 aspek, seperti pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2. Indikator Faktor Penyebab Keterlamabtan Proyek**

No.	Indikator	Kode
<b>A. Tenaga Kerja</b>		
1	Kurangnya jumlah tenaga kerja (Natalia et al., 2018)	X1.1
2	Keahlian atau pengalaman kerja yang kurang dari pekerja (Natalia et al., 2018)	X1.2
3	Rendahnya produktifitas yang dihasilkan dari tenaga kerja (Fahira Khairani & Supriyadi, 2021)	X1.3
<b>B. Material/Peralatan</b>		
1	Keterlambatan pengiriman material (Putra Agritama et al., 2018)	X2.1
2	Kerusakan bahan ditempat penyimpanan (Sahid et al., 2019)	X2.2
3	Pencurian material (Natalia et al., 2018)	X2.3
4	Kesalahan pemesanan bahan (Messah et al., 2013)	X2.4

No.	Indikator	Kode
5	Kerusakan alat kerja saat pekerjaan berlangsung (Sahid et al., 2019)	X2.5
6	Keterlambatan penyediaan alat kerja (Messah et al., 2013)	X2.6
<b>C. Manajemen Pelaksanaan Proyek</b>		
1	Kurangnya pengawasan dilapangan (Elizabeth Nathalia Pondaag et al., 2020)	X3.1
2	Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik (Natalia et al., 2018)	X3.2
3	Kurangnya komunikasi antara pekerja dan pengawas (Sahid et al., 2019)	X3.3
4	Banyak pekerjaan yang harus diperbaiki karena cacat (Elizabeth Nathalia Pondaag et al., 2020)	X3.4
5	Proses evaluasi kemajuan pekerjaan yang lama (Messah et al., 2013)	X3.5
<b>D. Kontrak</b>		
1	Perubahan lingkup pekerjaan (Sulaiman et al., 2017)	X4.1
2	Keterlambatan pemilik dalam membuat Keputusan (Sulaiman et al., 2017)	X4.2
3	Banyaknya pekerjaan tambah (Elizabeth Nathalia Pondaag et al., 2020)	X4.3
4	Perubahan desain/detail pekerjaan pada waktu pekerjaan sedang berlangsung (Elizabeth Nathalia Pondaag et al., 2020)	X4.4
5	Pembayaran yang tidak tepat waktu (Putra Agritama et al., 2018)	X4.5
<b>E. Dokumen Pekerjaan</b>		
1	Keterlambatan penyediaan gambar kerja (Darmawi et al., 2020)	X5.1
2	Kesalahan dalam membuat gambar kerja (Putra Agritama et al., 2018)	X5.2
3	Keterlambatan merevisi gambar kerja (Darmawi et al., 2020)	X5.3
<b>F. Kondisi Alam dan Force Major</b>		
1	Gangguan keamanan selama proyek berlangsung (Fahira Khairani & Supriyadi, 2021)	X6.1
2	Terjadinya kerusakan akibat kelalaian atau perbuatan pihak ketiga (Puspitasari et al., 2020)	X6.2
3	Adanya kecelakaan kerja dilapangan (Putra Agritama et al., 2018)	X6.3
4	Adanya cuaca buruk sehingga megakibatkan terjadinya keterlambatan dalam mobilisasi (Puspitasari et al., 2020)	X6.4
5	Perubahan situasi atau kebijakan politik/ekonomi pemerintah (Intan et al., 2020)	X6.5

## 2.4 Populasi dan Sampel

Peneliti menentukan populasi yang diteliti dan kemudian akan menarik kesimpulan dari hasil penelitian tersebut. Populasi bukan hanya terbatas pada manusia, tetapi juga dapat terdiri dari obyek. Populasi termasuk semua karakteristik yang dimiliki. Dengan demikian, populasi merupakan wilayah yang luas dan dapat terdiri dari berbagai macam obyek berbeda-beda (Sugiyono, 2022). Sampel, suatu populasi dijadikan acuan dalam menarik kesimpulan tentang karakteristik populasi.

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pekerja konstruksi pada proyek pembangunan CV. X, Populasi sebesar 34 orang sesuai kriteria yang diperlukan dalam penelitian ini. Dalam menentukan sampel,

penulis menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Teknik *purposive sampling* dipilih karena responden yang dijadikan sampel telah memiliki kriteria yang sesuai dengan penelitian. Jumlah sampel dikarenakan jumlah populasi sudah diketahui maka menggunakan Teknik Slovin.

$$\begin{aligned}
 \text{Teknik Slovin} &= \frac{N}{1 + Ne^2} \\
 &= \frac{34}{1 + 34(0,05^2)} \\
 &= \frac{34}{1,085} = 31,3 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Peneliti membulatkan jumlah responden menjadi 31 orang.

**2.5 Metode Pengumpulan Data**

Pada tahap ini, data yang dibutuhkan untuk analisis dan pembuatan laporan penelitian ini meliputi data primer. Data primer yang dibutuhkan dalam tahap pengumpulan data adalah kuisisioner kepada pihak terkait untuk mengetahui faktor penyebab keterlmbatan pelaksanaan proyek konstruksi pada CV. X. Kuisisioner merupakan informasi yang diperoleh dengan cara melakukan pengisian data melalui kuesioner yang disebarakan kepada pekerja konstruksi di CV. X sesuai kriteria responden.

**2.6 Metode Analisa Data**

Menurut Kocecioglu, FTA merupakan suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana yang dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan berbagai kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisi sebelumnya atau juga dapat diartikan merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang mendorong kearah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut (Isabela & Johari, 2023).

Dalam model grafis Fault Tree Analysis ada tiga simbol digunakan yaitu, simbol kejadian, simbol gerbang, dan simbol transfer. Beberapa simbol dan istilah digunakan untuk menunjukkan analisis kegagalan sistem yang ada. Berikut macam-macam simbol FTA.

1. Simbol Kejadian adalah simbol yang menyatakan berisi event/kejadian pada sistem. Simbol tersebut seperti pada Tabel dibawah ini

**Tabel 3. Simbol Kejadian**

No	Nama	Simbol Kejadian	Pengertian
1	<i>Intermediate Event</i>		<i>Intermediate Event</i> menyatakan event yang muncul dari kombonasi kejadian yang gagal yang masuk ke gerbang
2	<i>Basic Event</i>		<i>Basic Event</i> menyatakan kegagalan mendasar yang tidak membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menentukan penyebab peristiwa tersebut.

Sumber :(Riadi, 2023)

2. Simbol Gerbang menunjukkan bagaimana kejadian input mengarah pada kejadian output. Dengan kata lain, kejadian output disebabkan oleh kejadian input yang berhubungan satu sama lain dalam cara tertentu.

**Tabel 4. Simbol Gerbang**

No	Nama	Simbol Gerbang	Pengertian
1	Gerbang OR		Gerbang OR menyatakan <i>event</i> muncul/output terjadi jika setidaknya satu input atau masukan terjadi.

No	Nama	Simbol Gerbang	Pengertian
2	Gerbang AND		Gerbang AND menyatakan event output muncul jika semua masukan/input terjadi.

Sumber : (Riadi, 2023)

### Minimal Cut Set

*MOCUS (method for obtaining cut set)* yaitu merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan minimal cut set, Cut set adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. Cut set digunakan untuk mengevaluasi diagram pohon kesalahan dan diperoleh dengan menggambarkan garis melalui blok dalam sistem untuk menunjukkan jumlah minimum blok gagal yang menyebabkan seluruh system gagal (Suryandono, 2018).

*Logic Gate* pada *fault tree analysis* terdapat Gerbang OR dan AND. Dimana gerbang OR adalah gerbang yang menggambarkan gabungan dari kejadian-kejadian. Gerbang OR ekuivalen pada simbol "+". Untuk n kejadian-kejadian masukan yang digambarkan pada gerbang OR ekuivalen dengan rumus  $T = C1 + C2 + \dots + Cn$  untuk T adalah kejadian output (Probabilitas) dan C1, C2, ..., Cn merupakan kejadian-kejadian masukan. Sedangkan gerbang AND adalah gerbang yang menggambarkan irisan dari kejadian-kejadian. Gerbang AND ekuivalen dengan simbol "." Untuk n kejadian-kejadian masukan pada gerbang AND ekuivalen dengan rumus  $T = C1.C2. \dots . Cn$  untuk T merupakan kejadian output (Probabilitas) dan C1, C2, ..., Cn merupakan kejadian-kejadian masukan.

Teknik pengolahan data menggunakan Metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Langkah-langkah dalam menganalisa data pada penelitian ini yaitu:

1. Memberikan kuisiner tentang faktor-faktor yang menjadi keterlambatan
2. Mengidentifikasi *Event*
3. Penggambaran model grafis/diagram *Fault Tree*
4. Memberikan brainstorming untuk menentukan symbol gerbang logika
5. Melakukan Analisa *Fault Tree* secara kualitatif dengan menggunakan *Aljabar Boolean*
6. Melakukan perhitungan minimal cut set

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kuisiner yang sudah dilakukan uji validitas dan uji reabilitas menggunakan software SPSS V.25 dan data dinyatakan valid karena nilai r hitung > r tabel dan data dinyatakan reliabel karena nilai *Cronbach's Alpha* lebih dari 0,60, Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai probabilitas dari setiap indikator pertanyaan.

Nilai probabilitas diperoleh dari hasil sebaran kuisiner kepada responden. Dimana nilai probabilitas merupakan pembagian dari Jumlah Skor Skala *Likert* dengan Total Skor. Jumlah Skor Skala *Likert* didapat dari skor tiap item pertanyaan dari hasil kuisiner yang disebarkan kepada responden, Sedangkan Total Skor diperoleh dari jumlah keseluruhan nilai skor sakla *likert* dari semua item pertanyaan. Contoh perhitungan nilai probabilitas seperti dibawah ini.

Contoh perhitungan nilai probabilitas untuk variabel X1:

Variabel X1.1

$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas} &= \text{Jumlah Skor Skala Likert X1.1} / \text{Total Skor} \\
 &= 116/2904 \\
 &= 0,040
 \end{aligned}$$

Variabel X1.2

$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas} &= \text{Jumlah Skor Skala Likert X1.2} / \text{Total Skor} \\
 &= 129/2904 \\
 &= 0,044
 \end{aligned}$$

Variabel X1.3

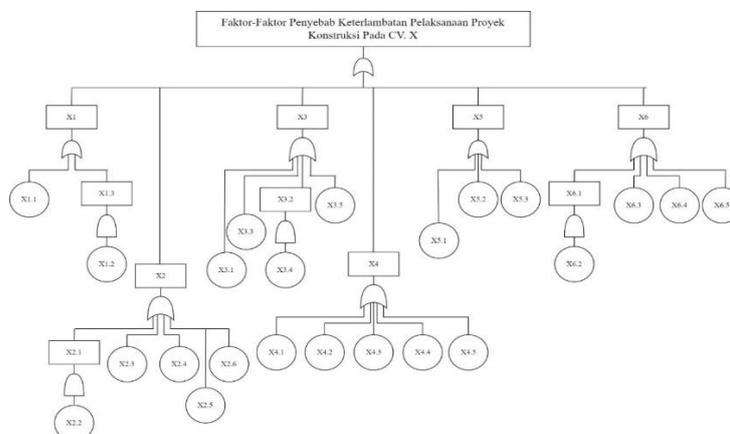
$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas} &= \text{Jumlah Skor Skala Likert X1.3} / \text{Total Skor} \\
 &= 134/2904 \\
 &= 0,046
 \end{aligned}$$

**Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Nilai Probabilitas**

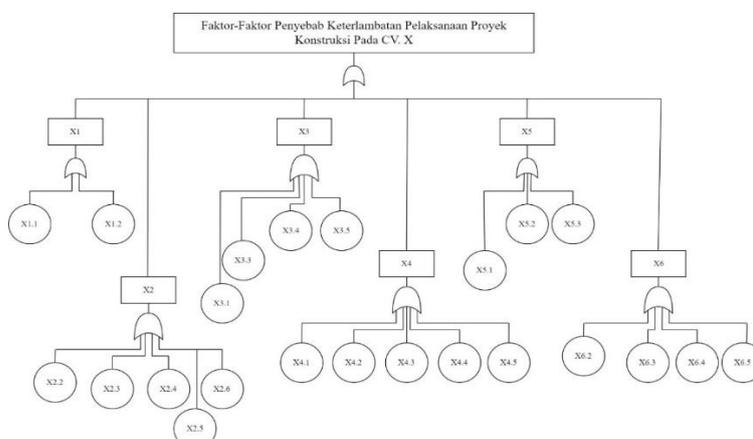
No.	Item Pertanyaan	Kode	Skor Skala Likert	Probabilitas
1	Kurangnya jumlah tenaga kerja	X1.1	116	0,040
2	Keahlian atau pengalaman kerja yang kurang dari pekerja	X1.2	129	0,044
3	Rendahnya produktifitas yang dihasilkan dari tenaga kerja	X1.3	134	0,046
4	Keterlambatan pengiriman material	X2.1	129	0,044
5	Kerusakan bahan ditempat penyimpanan	X2.2	70	0,024
6	Pencurian material	X2.3	72	0,025
7	Kesalahan pemesanan bahan	X2.4	81	0,028
8	Kerusakan alat kerja saat pekerjaan berlangsung	X2.5	105	0,036
9	Keterlambatan penyediaan alat kerja	X2.6	114	0,039
10	Kurangnya pengawasan dilapangan	X3.1	132	0,045
11	Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik	X3.2	129	0,044
12	Kurangnya komunikasi antara pekerja dan pengawas	X3.3	123	0,042
13	Banyak pekerjaan yang harus diperbaiki karena cacat	X3.4	135	0,046
14	Proses evaluasi kemajuan pekerjaan yang lama	X3.5	130	0,045
15	Perubahan lingkup pekerjaan	X4.1	121	0,042
16	Keterlambatan pemilik dalam membuat keputusan	X4.2	117	0,040
17	Banyaknya pekerjaan tambah	X4.3	139	0,048
18	Perubahan desain/detail pekerjaan pada waktu pekerjaan sedang berlangsung	X4.4	139	0,048
19	Pembayaran yang tidak tepat waktu	X4.5	91	0,031
20	Keterlambatan penyediaan gambar kerja	X5.1	84	0,029
21	Kesalahan dalam membuat gambar kerja	X5.2	72	0,025
22	Keterlambatan merevisi gambar kerja	X5.3	91	0,031
23	Gangguan keamanan selama proyek berlangsung	X6.1	93	0,032
24	Terjadinya kerusakan akibat kelalaian atau perbuatan pihak ketiga	X6.2	104	0,036
25	Adanya kecelakaan kerja dilapangan	X6.3	86	0,030
26	Adanya cuaca buruk sehingga megakibatkan terjadinya keterlambatan dalam mobilisasi	X6.4	89	0,031
27	Perubahan situasi atau kebijakan politik/ekonomi pemerintah	X6.5	79	0,027

No.	Item Pertanyaan	Kode	Skor Skala Likert	Probabilitas
Total			2904	

Setelah nilai probabilitas diketahui, Langkah selanjutnya mengidentifikasi event dan melakukan penggambaran model *fault tree*. Berikut ini hasil gambar *Fault Tree* pada setiap aspek penyebab keterlambatan dengan memberi kode pada tiap indikator.



Gbr. 1. Diagram Fault Tree Analysis



Gbr. 2. Diagram Fault Tree Analysis setelah minimal cut set

Setelah selesai menggambar diagram FTA seperti pada Gambar 1, maka selanjutnya menentukan cut set. *Cut set* merupakan kombinasi pembentuk pohon kesalahan, Dimana jika semua terjadi bisa menyebabkan terjadinya peristiwa puncak. Minimal cut set merupakan kombinasi peristiwa paling kecil yang membawa peristiwa penyebab keterlambatan yang disebut basic event. Sedangkan MOCUS merupakan metode mendapatkan cut set dan minimum cut set. Kombinasi basic event diperoleh dari diagram FTA yang dianalisa menggunakan hubungan *and gate* atau *or gate*.

Tabel 6. Perhitungan Minimal Cut Set

Intermediate Event	Kombinasi Minimal Cut Set (1)	Kombinasi Minimal Cut Set (2)	Nilai Minimal Cut Set	Hasil Minimal Cut Set
X1	X1.3 = X1.2 X1 = X1.1 + X1.3	X1.1 + X1.2	0,04 + 0,044	0,08
X2	X2.1 = X2.2			

	$X2 = X2.1 + X2.3 + X2.4 + X2.5 + X2.6$	$X2.2+X2.3+X2.4+X2.5+X2.6$	$0,024+0,025 +0,028+0,036 +0,039$	0,15
<b>X3</b>	$X3.2 = X3.4$ $X3 = X3.1 + X3.3 + X3.2 + X3.5$	$X3.1+X3.3+X3.4+X3.5$	$0,044+0,042 +0,046+0,045$	0,18
<b>X4</b>	$X4 = X4.1 + X4.2 + X4.3 + X4.4 + X4.5$	$X4.1+X4.2+X4.3+X4.4+X4.5$	$0,042+0,040 +0,048+0,048+0,031$	0,21
<b>X5</b>	$X5.1+X5.2+X5.3$	$X5.1+X5.2+X5.3$	$0,029+0,025 +0,031$	0,09
<b>X6</b>	$X6.1 = X6.2$ $X6.1+X6.3+X6.4+X6.5$	$X6.2+X6.3+X6.4+X6.5$	$0,036+0,030 +0,031+0,027$	0,12

Pada Tabel 6 mengenai perhitungan minimal cut set dimana Kombinasi minimal cut set (1) yaitu merupakan langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan cut set, dimulai dari basic event yang paling bawah kemudian dilanjutkan ke basic event di atasnya. Langkah selanjutnya yaitu Kombinasi Minimal Cut Set (2) yaitu hasil setelah di cut set sesuai pada Gambar 2. Nilai Minimal Cut Set yaitu memasukkan nilai probabilitas ke dalam persamaan kombinasi minimal cut set (2), nilai probabilitas didapat dari hasil kuisioner yang sudah diisi oleh responden seperti pada tabel 3. Nilai probabilitas dari hasil kombinasi minimal cut set pada 6 aspek seperti pada tabel dibawah ini.

**Tabel 7. Nilai Probabilitas dari hasil kombinasi minimal cut set**

No.	Penyebab Keterlambatan	Probabilitas	Ranking
1	Aspek Kontrak (X4)	0,21	1
2	Aspek Manajemen Pelaksanaan Proyek (X3)	0,18	2
3	Aspek Material/Peralatan (X2)	0,15	3
4	Aspek Kondisi Alam dan Force Major (X4)	0,12	4
5	Aspek Dokumen Pekerjaan (X5)	0,09	5
6	Aspek Tenaga Kerja (X1)	0,08	6

Minimal cut set yang didapat dari analisa kualitatif adalah X1, X2, X3, X4,X5. Maka dari probabilitas diatas didapat top event (T) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 T &= (X1+X2+X3+X4+X5+X6) \\
 &= 0,08+0,15+0,18+0,21+0,09+0,12 \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 7 yaitu nilai probabilitas dari hasil minimal cut set yang sudah dirutkan sesuai rangking dari yang terbesar ke yang terkecil. Rangking ke-1 dengan nilai probabilitas tertinggi sebesar 0,21 yaitu pada aspek Kontrak, rangking ke-2 yaitu aspek aspek manajemen pelaksanaan proyek, rangking ke-3 yaitu aspek material/peralatan, rangking ke-4 yaitu aspek kondisi alam dan force major, rangking ke-5 yaitu aspek dokumen pekerjaan, rangking ke-6 yaitu aspek tenaga kerja.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa mengenai faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pada pelaksanaan proyek konstruksi di CV. X menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) terdapat 6 aspek yang menjadi faktor

penyebab terjadinya keterlambatan yaitu aspek dari tenaga kerja; aspek material/peralatan; aspek manajemen pelaksanaan proyek; aspek kontrak; aspek dokumen pekerjaan; aspek kondisi alam dan force major. Dimana faktor utama atau ranking ke-1 dari 6 aspek penyebab keterlambatan proyek konstruksi pada CV. X yaitu Aspek Kontrak. Aspek kontrak terdapat 5 indikator penyebab keterlambatan, diantaranya yaitu : Perubahan lingkup pekerjaan; Keterlambatan pemilik dalam membuat Keputusan; Banyaknya pekerjaan tambah; Perubahan desain/detail pekerjaan pada waktu pekerjaan sedang berlangsung; Pembayaran yang tidak tepat waktu.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diatas perlu adanya saran sebagai bentuk bila mana nantinya peneliti selanjutnya melakukan penelitian yang sama namun dengan lokasi yang berbeda. Penelitian ini hanya mencari faktor keterlambatan saja maka diharapkan untuk peneliti selanjutnya bisa menganalisa dampak dari keterlambatan dan biaya yang dibutuhkan akibat keterlambatan tersebut.

## 5. REFERENCES

- Darmawi, D., Muttaqin, M., & Rauzana, A. (2020). IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR UTAMA PENYEBAB TERJADINYA KETERLAMBATAN WAKTU PENYELESAIAN PADA PEKERJAAN INFRASTRUKTUR GEDUNG DI BANDA ACEH. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 3(1), 70–79. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v3i1.16456>
- Elizabeth Nathalia Pondaag, Malingkas, Y. G., & Mangare, J. B. (2020). ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PADA PERUMAHAN GRAND VICTORIAN KAIRAGI. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 621–626.
- Fahira Khairani, & Supriyadi, I. (2021). Analisis Faktor Keterlambatan Pada Pembangunan Proyek X. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(2). <https://doi.org/10.52158/jaceit.v2i2.248>
- Intan, S., Sapulette, W., & Soukotto, R. C. (2020). Analisa Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Kota Ambon. *Jurnal Manumata*, 6(1).
- Isabela, I., & Johari, G. J. (2023). Analisis Risiko Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Revitalisasi Gedung Pasar Rakyat Leles Garut Tahap III. *Jurnal Kendali Teknik Dan Sains*, 1(4), 62–74. <https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v1i4.1182>
- Lestari, I. G. A. A. I., Pradnyadari, N. L. M. A. M., & Dewi, N. P. I. C. (2022). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DI KABUPATEN BADUNG. *Widya Teknik*, 17(01). <https://doi.org/10.32795/widyateknik.v17i01.2968>
- Messah, Y. A., Penyebab, K., Pelaksanaan, K., Konstruksi, P., Di, G., Kupang, K., & Messah, Y. A. (2013). KAJIAN PENYEBAB KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI KOTA KUPANG. In *Jurnal Teknik Sipil: Vol. II (Issue 2)*.
- Natalia, M., Partawijaya, Y., & Satwarnirat, . (2018). ANALISIS CRITICAL SUCCESS FACTORS PROYEK KONSTRUKSI DI KOTA PADANG. In *Jurnal Fondasi (Vol. 6, Issue 2)*.
- Puspitasari, Y. I., Mangare, J. B., & Pratasis, P. A. K. (2020). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR KETERLAMBATAN PADA PROYEK PERUMAHAN CASA DE VIOLA DAN ALTERNATIF PENYELESAIANNYA. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2), 141–146.
- Putra Agritama, R., Huda, M., Setiyo Rini, T., Program Studi Teknik Sipil, M., Teknik, F., Jurusan Teknik Sipil, D., & Wijaya Kusuma Surabaya ABSTRAK, U. (2018). *FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI DI SURABAYA (Vol. 6, Issue 1)*.
- Riadi, M. (2023, June 25). *Fault Tree Analysis (FTA) - Fungsi, Metode, Simbol dan Langkah Pembuatan*. Kajian Pustaka.
- Sahid, M. N., Setianingsih, I., Solikhin, M., Mulyono, G. S., & Rahman, N. (2019). Analisis Faktor-Faktor Penting Penyebab Masalah Penambahan Biaya Pada Proyek Jalan Kabupaten Klaten. *Media Teknik Sipil*, 17(2). <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/9745>

Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (2nd ed.). Alfabeta.

Sulaiman, M., Munirwansyah, & Azmeri. (2017). ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK DITINJAU DARI WAKTU PELAKSANAAN DI PROVINSI ACEH. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 1(2).

Suryandono, R. F. (2018). *EVALUATION OF DELAY IN CONSTURCTION PROJECT OF JACKET STRUCTURE "MADURA BD" PT.PAL INDONESIA*.