

## ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN DENGAN MENGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*

(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Aahana Village, Jalan Sri Kahyangan 1, Br. Berawa,  
Tibubeneng-Kuta Utara, Kabupaten Badung-Bali)

**Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, I Putu Laintarawan, A.A.A. Made Cahaya Wardani,  
Putu Roy Saputra**

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar  
Email: mahapatni@unhi.ac.id*

**ABSTRAK:** Keterlambatan proyek konstruksi dapat diartikan tidak terpenuhinya waktu penyelesaian pekerjaan sesuai dengan yang tertera pada kontrak. Banyak faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan proyek konstruksi, penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah adanya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, faktor cuaca, kurangnya tenaga kerja, material dan peralatan, kesalahan dalam perencanaan, dan pengaruh terlibatnya pemilik proyek (*owner*). Sering adanya ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan kenyataan yang sebenarnya yang diakibatkan oleh banyak faktor, sehingga dampak yang sering terjadi adalah keterlambatan waktu pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis faktor – faktor penyebab terjadinya keterlambatan dalam proses pembangunan Aahana Village Canggu dengan menggunakan metode FTA. Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor penyebab keterlambatan proyek Aahana village canggu disebabkan dari tahap perencanaan, *owner*, konsultan pengawas, kontraktor, lingkungan dan perijinan. Hasil penelitian ini menunjukkan sumber risiko keterlambatan yang paling besar terjadi pada proyek diperoleh yaitu pada perhitungan *probability index* didapatkan bahwa kode D1-D6 pada indikator terhadap faktor penyebab keterlambatan karena pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar memiliki nilai probabilitasnya paling tinggi sebesar 5.85.

**Kata kunci:** *Faktor keterlambatan proyek, Fault Tree Analysis (FTA), probabilitas*

**ABSTRACT:** *Delays in construction projects can be interpreted as failure to meet the work completion time as stated in the contract. Many factors can cause delays in the implementation of construction projects, the causes of delays that often occur are differences in site conditions, design changes, weather factors, lack of labor, materials and equipment, errors in planning, and the influence of the involvement of the project owner. There are often discrepancies between the plans that have been made and the actual reality which is caused by many factors, so that the impact that often occurs is delays in project implementation times. This research aims to determine and analyze the factors causing delays in the development process of Aahana Village Canggu using the FTA method. This type of research is quantitative descriptive research. The research results show that the factors causing delays in the Aahana Village Canggu project are caused by the planning, owner, supervisory consultant, contractor, environment and licensing stages. The results of this research show that the biggest source of risk of delays occurring on projects is that when calculating the probability index, it was found that codes D1-D6 in the indicators for factors causing delays due to the contractor's work not being carried out smoothly had the highest probability value of 5.85.*

**Keywords:** *Project delay factors, Fault Tree Analysis (FTA), probability*

### PENDAHULUAN

Pada umumnya setiap proyek konstruksi mempunyai rencana dan jadwal pelaksanaan, kapan pelaksanaan proyek tersebut akan mulai, kapan harus terselesaikan, bagaimana metode proyek tersebut akan dikerjakan, dan bagaimana penyediaan sumber dayanya. Pembuatan rencana suatu proyek konstruksi selalu mengacu pada perkiraan yang ada pada saat rencana pembangunan tersebut dibuat, karena itulah dapat timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan kenyataan yang sebenarnya, sehingga dampak yang sering terjadi adalah keterlambatan waktu pelaksanaan proyek yang dapat juga disertai dengan meningkatnya biaya pelaksanaan proyek tersebut (Lestari dkk, 2022).

Menurut Farhani, dkk (2024) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Keterlambatan akan merugikan pihak kontraktor dan pemilik proyek, baik dalam segi waktu, biaya maupun tenaga kerja (Bastian dkk, 2015).

Keterlambatan proyek konstruksi dapat diartikan tidak terpenuhinya waktu penyelesaian pekerjaan sesuai dengan yang tertera pada kontrak proyek konstruksi, terlambat dari waktu yang ditetapkan dalam kontrak dapat menimbulkan banyak masalah yang berdampak kurang baik bagi penyelenggaraan jasa konstruksi (Rita dan Carlo, 2021). Metode yang umum digunakan untuk mengidentifikasi faktor keterlambatan dengan mengetahui nilai probabilitas ialah ETA, FMEA dan FTA. ETA (*Event Tree Analysis*) adalah teknik analisis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi urutan peristiwa dalam skenario kecelakaan yang potensial.

Proyek Pembangunan Villa Aahana Village yang berlokasi di Jl. Sri Kahyangan I, Br. Berawa, Tibubeneng – Kuta Utara, Bali, yang dikerjakan oleh kontraktor PT. Jaya Kusuma Sarana Bali yang bernilai Rp. 13.929.006.530,00 (Tiga Belas Milyar Sembilan Ratus Dua Puluh Sembilan Juta enam Ribu Lima Ratus Tiga Puluh Rupiah). Item pekerjaannya antara lain pekerjaan struktur, arsitektur, dan juga *mechanical, Electrical, Plumbing* (MEP). Rencana jadwal pelaksanaan pembangunan adalah 17 bulan, tetapi pada kenyataannya baru terselesaikan di bulan ke 22, dengan keterlambatan sebanyak 5 bulan. Hal ini menyebabkan proyek mengalami kemunduran dari rencana bobot kumulatif rencana 100% baru terealisasi 89% dengan deviasi -11% pada pekerjaan struktur dan arsitek, sedangkan untuk pekerjaan MEP bobot kumulatif rencana 100% baru terealisasi 81,4% dengan deviasi -18,6%.

Berdasarkan latar belakang tersebut, adapun rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu (1) Faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek pembangunan Aahana Village Canggu?; (2) Bagaimana analisis faktor penyebab keterlambatan proyek Aahana Village dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA)? Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek Pembangunan di Aahana Village Canggu. Dan untuk menganalisis faktor penyebab keterlambatan proyek Pembangunan di Aahana Village Canggu dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini anatara lain (1) diharapkan dapat bermanfaat untuk membuka ide dasar pemikiran bagi mahasiswa yang ingin melakukan pembahasan sejenisnya; (2) Sebagai kesempatan bagi penulis dalam mengaplikasikan ilmu Teknik sipil yang diperoleh selama perkuliahan serta untuk menambah wawasan baru dalam pemahaman manajemen konstruksi. Adapun batasan dalam penelitian ini yaitu hanya pada (1) Analisa Faktor Keterlambatan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA); (2) Penelitian ini dilakukan di proyek Aahana Village Canggu.

### **PROYEK KONTRUKSI**

Proyek atau pekerjaan konstruksi adalah keseluruhan atau sebagian rangkaian kegiatan perencanaan dan/ atau pelaksanaan serta pengawasan yang mencakup arsitektural, sipil, mekanikal, elektrik, dan tata lingkungan masing – masing beserta kelengkapannya, untuk mewujudkan suatu bangunan atau bentuk fisik lainnya. Suatu pekerjaan konstruksi dapat dinilai kinerjanya baik atau buruk, berdasarkan biaya, mutu dan waktu yang dihasilkan (Intan dkk, 2020)

### **KETERLAMBATAN PROYEK**

Keterlambatan proyek konstruksi dapat diartikan tidak terpenuhinya waktu penyelesaian pekerjaan sesuai dengan yang tertera pada kontrak proyek konstruksi, terlambat dari waktu yang ditetapkan dalam kontrak dapat menimbulkan banyak masalah yang berdampak kurang baik bagi penyelenggaraan jasa konstruksi (Rita dan Carlo, 2021).

### **TRIPLE CONSTRAINT**

Menurut Sommeng, dkk (2019), untuk mencapai sasaran dan tujuan dari suatu proyek yang telah ditentukan terdapat tiga batasan pada proyek yang disebut dengan *triple constraint* atau tiga kendala yang terdiri dari: Biaya/Anggaran (*Cost*), Waktu/Jadwal (*Time*), dan Mutu. Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek dikaitkan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi.

### **BADAN YANG TERLIBAT PADA PROYEK KONSTRUKSI**

Menurut Khanif (2012), suatu proyek dibutuhkan unsur - unsur organisasi proyek yang merupakan satu kesatuan yang saling mendukung dan bekerjasama. Ada tiga unsur yaitu *owner*, konsultan pengawas dan kontraktor yang mempunyai wewenang dan tanggungjawab sesuai dengan kedudukan dan fungsinya. Hubungan antara ketiga unsur ini tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya, dimana pemilik proyek melalui proses tender menugaskan konsultan perencana sebagai pendesain dengan tugas menyusun dokumen perencanaan struktur, serta menugaskan konsultan supervisi untuk memonitor dan melakukan pengawasan selama proses konstruksi. Sedangkan untuk melaksanakan dan untuk mewujudkan proyek tersebut ditangani kontraktor sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati Bersama.

## **SUMBER DAYA**

Menurut Sunatha dkk, (2021) proyek konstruksi selalu memerlukan sumber daya dimana sumber daya merupakan segala sesuatu yang digunakan sebagai masukan atau input pada suatu rangkaian kegiatan proyek untuk memperoleh hasil proyek yang ditetapkan. Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari biaya, waktu, sumber daya manusia, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dimana dalam mengoperasikan sumber daya-sumber daya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal. Terdapat lima unsur (5M), yaitu manusia (*man*), uang (*money*), bahan (*material*), peralatan (*macchine*), dan metode kerja (*methode*).

## **KEGIATAN DALAM PROYEK KONSTRUKSI**

### **TAHAP PERENCANAAN**

Membuat gambar perizinan atau building permit document, menurut buku panduan tahapan perencanaan bangunan gedung oleh arsitek, dalam tahap desain bangunan akan diuji kelayakannya dan kesesuaiannya terhadap aturan – aturan bangunan (*building code*) yang berlaku di kota/ negara tertentu. Jika desain terhadap kekurangan atau kesalahan tertentu maka perlu direvisi agar tidak menyalahi aturan, terutama aturan keselamatan bangunan akan bahaya kebakaran, Ada kalanya hal – hal tertentu bisa dinegosiasikan, ada kalanya desain harus “mengalah” untuk lolos dalam uji materi di tim penasehat arsitektur kota (TPAK) yang melewati serangkaian sidang dari tim ahli bangunan Gedung (TABG). Setelah sidang tim arsitektur bangunan gedung dinyatakan lulus, proses pembuatan IMB bisa dilanjutkan. lanjutkan setelah perizinan bangunan selesai – ditandai dengan terbitnya (IMB) izin mendirikan bangunan. Tahap ini akan menghasilkan output gambar pengembangan desain yang memuat aneka detail bangunan yang diperlukan untuk mempresentasikan dimensi, ukuran, detail detail arsitektur, dan sebagainya. Tender (pelelangan), pengadaan barang/ jasa adalah kegiatan untuk memperoleh barang/ jasa oleh kementerian/ lembaga/ satuan kerja/ perangkat daerah/ institusi lainnya yang prosesnya dimulai dari perencanaan kebutuhan sampai diselesaikannya seluruh kegiatan untuk memperoleh barang/ jasa. Untuk menciptakan pengadaan barang/ jasa pemerintah telah diatur dalam peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2010 dan yang terakhir peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 04 Tahun 2015 (Mayasari, 2020).

### **TAHAP PELAKSANAAN**

Kontraktor sebagai pelaksana konstruksi mempunyai tanggung jawab dan kewajiban melaksanakan dan menyerahkan proyek itu sesuai waktu kontrak pada pengguna jasa tiga elemen utama dalam manajemen proyek (Zamrodah, 2016): manager Proyek (*Project Manager*), tim Proyek (*Project Team*), sistem Manajemen Proyek (*Project Management System*).

### **PENJADWALAN PROYEK**

Penjadwalan proyek adalah bagian dari hasil perencanaan yang dapat menginformasikan tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek umumnya dipakai adalah laporan progress yang mengacu pada *time schedule* dan kurva S, dengan perkembangan proyek dapat terkontrol apakah mengalami prestasi yang positif atau negatif.

## **METODE UNTUK MENGIDENTIFIKASI FAKTOR KETERLAMBATAN**

### **METODE EVENT TREE ANALYSIS (ETA)**

Metode *Event Tree Analysis* (ETA) yaitu suatu teknik analisis untuk mengevaluasi proses dan kejadian yang mengarah kemungkinan terhadap kegagalan. ETA bertujuan untuk mengevaluasi semua hasil yang mungkin yang diakibatkan dari sebuah inisiasi proyek. Dengan menganalisa semua hasil yang mungkin, adalah mungkin untuk menentukan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang diinginkan maupun hasil yang tidak diinginkan (Redana, 2016).

### **METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA)**

*Fault Tree Analysis* adalah analytical tool yang menerjemahkan secara grafik kombinasi dari kesalahan yang menjadi penyebab kegagalan pada sistem (Aziz dkk, 2016). *Fault Tree Analysis* berfungsi untuk mengidentifikasi penyebab dari kegagalan pada sistem yang bertujuan mengurangi probabilitas terjadinya kegagalan. Digunakan pendekatan topdown dimana peristiwa utama merupakan *Top- Event* dan peristiwa paling dasar dari peristiwa utama yaitu *basic event*. *Minimal Cut set* merupakan kombinasi terkecil dari sistem sampai terjadi kejadian puncak (Putri dkk, 2023).

### **METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan produk dan manajemen operasi dalam menganalisis kegagalan pada range keparahan sistem serta pengelompokan kegagalan. Pada FMEA ada tiga input yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D). *Severity* merupakan perkiraan tingkat keparahan yang dialami pada komponen yang mempengaruhi kinerja mesin. *Occurrence* merupakan suatu perkiraan frekuensi defect. Sedangkan *Detection* yaitu digunakan untuk mencari kemungkinan penyebab mekanis yang dapat disebabkan oleh kerusakan dan mengambil langkah perbaikan (Labib dan Apsari, 2024).

### **METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA)**

*Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan metode analisis deduktif untuk mengidentifikasi terjadinya kerusakan pada sistem dengan cara menggambarkan alternatif-alternatif kejadian dalam suatu blok diagram secara terstruktur (Djamal dan Azizi, 2015). *Fault Tree Analysis* adalah teknik untuk mengidentifikasi kegagalan dari suatu sistem FTA berorientasi pada fungsi atau lebih dikenal dengan *Top Down Approach* (Lorenza dan Rahman, 2023).

Terdapat 5 tahapan untuk melakukan analisis dengan *Fault Tree Analysis* (FTA) (Anugrah dkk, 2015), yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau
2. Penggambaran model grafis *Fault Tree*
3. Mencari minimal cut set dari analisis *Fault Tree*
4. Melakukan Analisa Kualitatif dari *Fault Tree*
5. Melakukan Analisa Kuantitatif dari *Fault Tree*

### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang dilakukan tergolong penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Aahana Village yang Berlokasi di Jl. Sri Kahyangan I, Br. Berawa, Tibubeneng - Kuta Utara, Bali. Proyek Pembangunan ini berjalan sesuai kontrak pada 18 Juni 2022 dan Waktu penyelesaian Serah Terima Pada 13 Oktober 2023.

Populasi dalam penelitian ini yaitu *owner* yang dalam hal ini diwakilkan oleh Direktur PT. Eka Sabda Karya (MK), Staff MK, Kontraktor dan Vendor yang terlibat langsung dalam proses perencanaan maupun pelaksanaan Proyek Bangunan Aahana Village di Kuta, Bali. Penetapan sampelnya menggunakan purposive sampling yang merupakan *non probability sampling*, sampel pada penelitian ini ditetapkan oleh peneliti dengan pertimbangan bahwa sampel tersebut dianggap *expert* dan dapat memberikan informasi yang akurat.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **HASIL PENGUMPULAN DATA**

Proyek ini direncanakan berjalan selama 17 bulan, namun terjadi keterlambatan selama 5 bulan dalam pengerjaannya. Hal ini menyebabkan proyek mengalami kemunduran dari rencana bobot kumulatif rencana 100% baru terealisasi 89% dengan deviasi -11%. Pada proses Pembangunan dipengaruhi oleh beberapa peristiwa penyebab keterlambatan, yang mana dalam proses Pembangunan terdapat banyak faktor – faktor penyebab keterlambatan mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan Pembangunan yang disebabkan oleh *owner*, manajemen konstruksi dan kontraktor.

#### **UJI INSTRUMEN**

##### **UJI VALIDITAS**

Pengujian validitas butir atau indikator pernyataan dilakukan dengan menghitung nilai pearson produk-moment correlation. Pengujian validitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu alat ukur. Dalam penelitian ini menggunakan taraf nyata 5%, suatu indikator dikatakan valid apabila nilai pearson correlation lebih dari 0,3 dan nilai signifikansi kurang dari 0,05

##### **UJI RELIABILITAS**

Syarat hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai lebih dari 60% atau cronbach alpha > 0,60, maka kuesioner dinyatakan reliabel. Pada tabel 1. menunjukkan hasil uji reabilitas data dimana seluruh indikator pernyataan dalam variabel berkode A, B, C, D, E dan F memiliki nilai Cronbach'c Alpha lebih besar dari 0,60 sehingga dapat diterima bahwa semua indikator pernyataan pada kuesioner tersebut reliabel.

Tabel 1. Hasil Uji Reliabilitas Semua Indikator

Variabel	Cronbach's Alpha	Syarat	Keterangan
Kode A	0,980	> 0,60	Reliabel
Kode B	0,981	> 0,60	Reliabel
Kode C	0,971	> 0,60	Reliabel
Kode D	0,989	> 0,60	Reliabel
Kode E	0,919	> 0,60	Reliabel
Kode F	0,946	> 0,60	Reliabel

**ANALISIS FAKTOR – FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN DENGAN METODE FTA (FAULT TREE ANALYSIS)**

Data yang dijabarkan secara menyeluruh dalam bentuk diagram pohon kesalahan dengan menggunakan Top Event FTA. Pada gambar 1. dijelaskan terdapat enam faktor utama penyebab keterlambatan didapat berdasarkan studi lapangan dan wawancara kuesioner kepada *expert judgment* sesuai kriteria responden yang ada pada proyek Pembangunan Aahana Village Cangu.



Gambar 1. *Intermediate event* utama untuk enam faktor penyebab keterlambatan proyek Aahana Village Cangu.

Sumber: Hasil gambar diagram pohon dengan *software* Top Event FTA (2024).

**Minimal Cut Set**

Hasil Analisis *minimal cut set* dengan *software* Top Event FTA:

1. Analisis *minimal cut set* penyebab keterlambatan pada tahap perencanaan

	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	A1.1.2	1	0.6	0.176471
2	A1.2	1	0.6	0.176471
3	A1.1.1	1	0.4	0.117647
4	A1.1.3	1	0.4	0.117647
5	A2	1	0.4	0.117647
6	A3.2	1	0.4	0.117647
7	A3.1	1	0.2	0.0588235
8	A4	1	0.2	0.0588235
9	A5	1	0.2	0.0588235

Gambar 2. *Minimal cut set contribution* keterlambatan pada tahap perencanaan

Sumber: Hasil *minimal cut set* dengan *software* Event TopEvent FTA (2024).

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 2. probabilitas dari penyebab keterlambatan pada tahap perencanaan yaitu 3.4 dengan contribution paling dominan terdapat pada kode A1.1.2 dan A1.2 yaitu sebesar 0.176471.

2. Analisis *minimal cut set* penyebab keterlambatan akibat terlambatnya pengambilan Tindakan oleh owner dapat dilihat pada gambar 3.

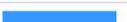
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	B1	1	0.4	0.235294 
2	B2.2	1	0.4	0.235294 
3	B2.1	1	0.2	0.117647 
4	B3	1	0.2	0.117647 
5	B4	1	0.2	0.117647 
6	B5	1	0.2	0.117647 
7	B6	1	0.05	0.0294118 
8	B7	1	0.05	0.0294118 

Gambar 3. *minimal cut set contribution* keterlambatan pada terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner.

Sumber: Hasil *minimal cut set* dengan software Event TopEvent FTA (2024).

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 3. probabilitas dari penyebab keterlambatan pada terlambatnya pengambilan tindakan oleh owner yaitu 1.7 dengan contribution paling dominan terdapat pada kode B1 dan B2.2 yaitu sebesar 0.235294.

3. Analisis *minimal cut set* penyebab keterlambatan pada kurangnya kontrol pengawas owner.

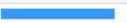
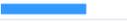
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	C2	1	0.2	0.181818 
2	C3.1	1	0.2	0.181818 
3	C3.2	1	0.2	0.181818 
4	C4	1	0.2	0.181818 
5	C5	1	0.2	0.181818 
6	C1	1	0.05	0.0454545 
7	C6	1	0.05	0.0454545 

Gambar 4. *minimal cut set contribution* keterlambatan pada kurangnya kontrol pengawas owner.

Sumber: Hasil *minimal cut set* dengan software Event TopEvent FTA (2024).

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 4. probabilitas dari penyebab keterlambatan pada kurangnya kontrol pengawas owner yaitu 1.1 dengan contribution paling dominan terdapat pada kode C2, C3.1, C3.2, C4 dan C5 yaitu sebesar 0.181818.

4. Analisis *minimal cut set* penyebab keterlambatan pada pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar

	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	D1.2	1	0.8	0.136752 
2	D3	1	0.8	0.136752 
3	D1.1	1	0.6	0.102564 
4	D5	1	0.6	0.102564 
5	D6	1	0.6	0.102564 
6	D1.3	1	0.4	0.0683761 
7	D1.4	1	0.4	0.0683761 
8	D1.5	1	0.4	0.0683761 
9	D2.1	1	0.4	0.0683761 
10	D2.4	1	0.4	0.0683761 
11	D2.2	1	0.2	0.034188 
12	D4	1	0.2	0.034188 
13	D2.3	1	0.05	0.00854701 

Gambar 5. *Minimal cut set contribution* keterlambatan pada pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar.

Sumber: Hasil *minimal cut set* dengan software Event TopEvent FTA (2024).

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 5. probabilitas dari penyebab keterlambatan pada pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar yaitu 5.85 dengan contribution paling dominan terdapat pada kode D1.2 dan D3. yaitu sebesar 0.136752.

5. Analisis *minimal cut set* penyebab keterlambatan karena faktor lingkungan.

	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution
1	E1	1	0.4	0.666667
2	E2	1	0.2	0.333333

Gambar 6. *Minimal cut set contribution* keterlambatan pada keterlambatan karena faktor lingkungan.

Sumber: Hasil *minimal cut set* dengan *software* Event TopEvent FTA (2024).

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 6. probabilitas dari penyebab keterlambatan pada keterlambatan karena faktor lingkungan yaitu 0.6 dengan contribution paling dominan terdapat pada kode E1 yaitu sebesar 0.66667.

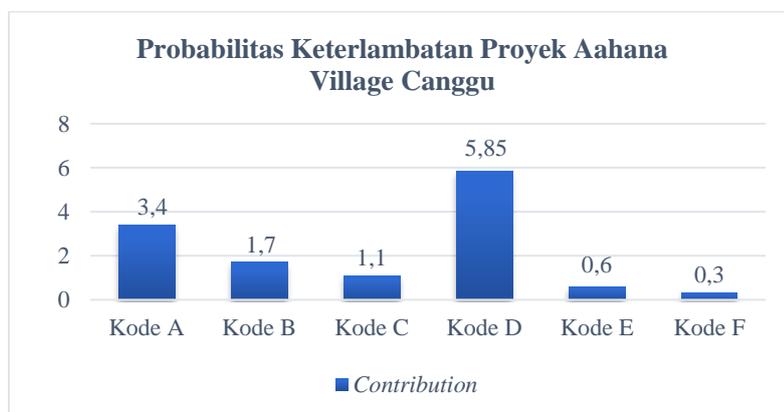
6. Analisis *minimal cut set* penyebab keterlambatan karena faktor perijinan.

	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution
1	F2	1	0.2	0.666667
2	F1.1	1	0.05	0.166667
3	F1.2	1	0.05	0.166667

Gambar 7. *minimal cut set contribution* keterlambatan pada keterlambatan karena faktor perijinan.

Sumber: Hasil *minimal cut set* dengan *software* Event TopEvent FTA (2024).

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 7. probabilitas dari penyebab keterlambatan pada keterlambatan karena faktor lingkungan yaitu 0.63 dengan contribution paling dominan terdapat pada kode F2 yaitu sebesar 0.66667.



Gambar 8. Grafik hasil analisis FTA probabilitas *minimum cut set or gate*

Sumber: Hasil analisa *minimum cut set* dalam bentuk grafik (2024)

Berdasarkan grafik pada gambar 8. dapat terlihat bahwa faktor penyebab keterlambatan proyek yang paling besar adalah pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar dengan nilai probabilitasnya adalah 5.85.

## **PEMBAHASAN**

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, terdapat beberapa hal yang harus direncanakan dan disiapkan untuk menghindari keterlambatan pelaksanaan proyek konstruksi, semakin efisien waktu maka semakin besar profit yang akan di dapatkan oleh kontraktor. Di dalam pelaksanaan proyek Aahana Village canggu didapatkan 6 faktor indikator penyebab keterlambatan, maka dari itu terdapat langkah – langkah dalam penanggulangan faktor penyebab keterlambatan antara lain :

1. Penanggulangan keterlambatan karena kesalahan pada tahap perencanaan  
Berdasarkan hasil *minimal cut set* terhadap *countribution* dapat diambil tindakan sebagai berikut :
  - a. Menganalisa AHSP (Analisa Harga satuan pekerjaan) terbaru dengan di imbangin dengan update harga satuan material,jasa dan alat dalam melakukan pengisian harga pada BOQ penawaran
  - b. Mempelajari dengan teliti detail – detail gambar forcont atau gambar rencana
  - c. Melakukan observasi lapangan untuk mengantisipasi masalah – masalah yang timbul sehingga dapat diperhitungkan.
  - d. Gambar perencanaan lebih di lengkapi detail – detailnya.
  - e. Mempertimbangkan dalam negoisasi terhadap nilai pekerjaan dengan melakukan perbandingan pada penawaran yang di ajukan peserta tender lain.
  - f. Analisa volume BOQ penawaran dilakukan dengan lebih detail untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam perhitungan.
2. Penanggulangan Keterlambatan karena lambatnya dalam pengambilan tindakan oleh owner.  
Berdasarkan hasil *minimal cut set* terhadap *countribution* dapat diambil tindakan sebagai berikut :
  - a. Koordinasi lebih banyak kepada arsitek perencana untuk mengetahui update/perkembangan proyek dan memilih sampel material.
  - b. Tegas dalam memberikan sanksi jika terjadi keterlambatan waktu dalam pelaksanaan.
3. Penanggulangan keterlambatan karena kurangnya kontrol pengawas owner.  
Berdasarkan hasil *minimal cut set* terhadap *countribution* dapat diambil tindakan sebagai berikut :
  - a. Mempertimbangkan standard kualitas pekerjaan yang dapat di toleransi karena tingkat kerumitan dalam pekerjaan.
  - b. Pengawasan dalam desain untuk memperlancar proses pelaksanaan proyek.
  - c. Lebih sering koordinasi dengan kontraktor dan owner dalam proses perencanaan maupun pelaksanaan.
4. Penanggulangan keterlambatan karena pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar.  
Berdasarkan hasil *minimal cut set* terhadap *countribution* dapat diambil tindakan sebagai berikut :
  - a. Kontrol terhadap rencana kerja.
  - b. Kontrol terhadap proses pelaksanaan pekerjaan.
  - c. Kontrol terhadap material baik perhitungan dan pengeluaran.
  - d. Pengertian terhadap pembayaran upah kepada tenaga kerja harian ataupun vendor.
  - e. Koordinasi kepada pengawas proyek dan *owner* saat di temukan kendala seperti kesulitan dalam spesifikasi yang diperlukan.
  - f. Koordinasi dengan perencana terhadap teknis pekerjaan yang tidak umum di lapangan.
5. Penanggulangan keterlambatan karena faktor lingkungan.  
Berdasarkan hasil *minimal cut set* terhadap *countribution* dapat diambil tindakan sebagai berikut :
  - a. Memperhatikan kondisi lingkungan sekitar seperti kontur tanah dan bangunan untuk menghindari terjadinya kerusakan yang berpengaruh pada pelaksanaan pekerjaan.
  - b. Pengecekan secara berkala prediksi cuaca di lingkungan proyek yang di keluarkan oleh BMKG agar bisa mengambil Solusi jika terjadi hujan.
6. Penanggulangan akibat faktor perijinan.  
Berdasarkan hasil *minimal cut set* terhadap *countribution* dapat diambil tindakan sebagai berikut :
  - a. Berkomunikasi dengan baik ke aparat lingkungan sekitar maupun desa.
  - b. Memastikan DAS pada lingkungan dan pendekatan dengan sosialisasi terhadap masyarakat sekitar.

## SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada proyek pembangunan di Aahana Village Cangu, dari hasil penelitian didapatkan beberapa kesimpulan antara lain: (1) Faktor penyebab keterlambatan pada proyek adalah kesalahan pada tahap perencanaan, terlambatnya pengambilan tindakan oleh *owner*, kurangnya kontrol oleh pengawas *owner*, pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar, keterlambatan akibat faktor lingkungan, keterlambatan karena faktor perijinan. (2) Faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan Aahana Village menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang paling besar adalah pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar dengan nilai probabilitas sebesar 5.85. Permasalahan utama dalam keterlambatan ini adalah sering perbaikan pekerjaan dan kurang staff lapangan. Hasil perhitungan minimal cut set dari masing - masing faktor penyebab terjadinya keterlambatan proyek adalah kesalahan pada tahap perencanaan memiliki probabilitas sebesar 3.4, terlambatnya pengambilan tindakan oleh *owner* dengan probabilitas sebesar 1.7, kurangnya kontrol oleh pengawas *owner* mendapatkan probabilitas sebesar 1.1, pelaksanaan pekerjaan oleh kontraktor tidak berjalan lancar memperoleh nilai probabilitas sebesar 5.85, keterlambatan akibat faktor lingkungan memiliki probabilitas sebesar 0.6, keterlambatan karena faktor perijinan memiliki probabilitas sebesar 0.3. Probabilitas keseluruhan dari faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan Aahana Village Cangu dari metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah 12.95.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, N. R., Fitria, L., dan Desrianty, A. 2015. Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) Dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Di Pabrik Roti Bariton. *Reka Integra*, 3(4).
- Aziz, A. M., Marthen, R. W., Dianita, R. K., dan Hartono, N. 2016. Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Progress Terkait Dengan Manajemen Waktu (Studi Kasus: Pelaksanaan Pembangunan Gedung Upt Pp Politeknik Negeri Semarang). *Wahana Teknik Sipil*.
- Bastian, I., Sugiono, S., dan Tantrika, C. F. M. 2015. Optimisasi Perencanaan Proyek Pembangunan Perpustakaan Menggunakan Pdm Dan *Resource Leveling* (Studi Kasus Proyek Perpustakaan Oleh Cv. Maju Indah). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(1), 132119.
- Djamil, N., dan Azizi, R. 2015. Identifikasi Dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses Dengan Konsep *Fault Tree Analysis* (Fta) Di Pt. Xyz. *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 1(1), 34–45.
- Farhani, S., Rivana, D., dan Tanne, Y. A. 2024. Evaluasi Perubahan Desain Gedung Pada Tahap Konstruksi Terhadap Kapasitas Struktural (Studi Kasus Proyek Gedung Xyz). *Crane: Civil Engineering Research Journal*, 5(1), 31–40.
- Hassan, H., Mangare, J. B., dan Pratas, P. A. K. 2016. Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Konstruksi dan Alternatif Penyelesaiannya (Studi Kasus: Di Manado Town Square Iii). *Jurnal Sipil Statik*, 4(11).
- Intan, S., Sapulette, W., dan Soukotta, R. C. 2020. Analisa Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi di Kota Ambon: Klasifikasi Dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya. *Manumata: Jurnal Ilmu Teknik*, 6(1), 19–23.
- Khanif, M. (2012). Unsur-Unsur Terkait Dalam Organisasi Proyek Infrastruktur. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 9(1), 17–19.
- Labib, D., dan Apsari, A. E. 2024. Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode *Failure Metode And Effect Analysis* (FMEA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Inovasi*, 2(1), 45–64.
- Lestari, F., Oktarina, D., dan Fadilasari, D. 2022. Evaluasi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi: Studi Kasus: Pekerjaan Pembangunan Gedung Lanjutan Smpn 39 Bandar Lampung. *Jurnal Arsitektur Kolaborasi*, 2(1), 25–38.
- Lorenza, D., dan Rahman, T. 2023. Analisis Penyebab Keterlambatan Proses Produksi Proyek *Cradle* Dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). *Jurnal Logistica*, 1(2), 36–42.
- Mayasari, V. 2020. Perbandingan Pelelangan Berbasis Sistem Manual Dengan Sistem Layanan Pengadaan Secara Elektronik (Lpse). *Konstruksia*, 11(1), 79–88.

- Putri, R. T., Damayanti, S., dan Dofir, A. 2023. Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Pada Proyek Pembangunan Apartemen Urban Signature Ciracas. *Construction And Material Journal*, 5(1), 21–33.
- Redana, F. 2016) Analisa Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan *Jacket Structure*. *Tugas Akhir (Mo141326)*, 1–15.
- Rita, E., dan Carlo, N. 2021. Penyebab Dan Dampak Keterlambatan Pekerjaan Jalan Di Sumatera Barat Indonesia. *Jurnal Rekayasa*, 11(1), 27–37.
- Sommeng, A. N., Saputra, A., dan Wijanarko, A. 2019. Analisis Risiko Ketinggian Gelombang Sebagai *Early Warning Signal* Pengeboran Gas Di Kepulauan Natuna Dengan Metode Analisa Semi Kuantitatif. *Prosiding Seniati*, 5(1), 184–189.
- Sunatha, I. G. N., Lestari, I. G. A. A. I., dan Soneta, Y. A. 2021. Analisis Optimalisasi Waktu Kegiatan Pada Proyek Pembangunan Gedung C Smpn 14 Denpasar Dengan Microsoft Project 2007. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 10(2), 34–42.
- Zamrodah, Y. 2016. Agen Hayati: Komoditas Agribisnis Di Era Global. *Jurnal Agri-Tek*, 16(2).