

ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN ARSITEKTUR PROYEK APARTEMEN DENGAN METODE *FAULT TREE* ANALYSIS

Tasya Nabilah¹, I Ketut Sucita²

¹Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

¹tasya.nabilah.ts17@mhs.w.pnj.ac, ²i.ketutsucita@sipil.pnj.ac.id

Abstrak

Pekerjaan proyek konstruksi merupakan salah satu sektor utama yang penting dalam perkembangan perekonomian. Saat pelaksanaan proyek berlangsung, adanya 3 hal penting yang perlu diperhitungkan yaitu meliputi biaya, waktu dan mutu. Suatu proyek dinyatakan berhasil apabila telah memenuhi ketiga hal tersebut. Keterlambatan konstruksi dianggap sebagai salah satu hambatan yang berulang dalam industri konstruksi dan memiliki efek buruk pada keberhasilan proyek. Pada proyek pembangunan Apartemen 'X' mengalami keterlambatan untuk pekerjaan arsitektur dengan deviasi sebesar -48,359% pada bulan Februari 2021. Penelitian ini menjabarkan faktor keterlambatan pekerjaan arsitektur berdasarkan faktor manusia, faktor manajemen serta faktor lainnya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui probabilitas keterlambatan dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

Keutamaan menggunakan metode FTA adalah dapat menganalisa penyebab kegagalan pada suatu sistem secara rinci, terstruktur serta mudah dipahami. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner sebanyak 19 responden proyek yang sudah memenuhi kriteria penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probabilitas keterlambatan untuk pekerjaan arsitektur sebesar 0,921 dengan faktor dominan yaitu pada faktor manusia yang disebabkan karena adanya pekerjaan *repair* dan *rework* dengan probabilitas 0,309. Artinya, besar terjadinya kemungkinan keterlambatan pada pekerjaan arsitektur terjadi karena variabel - variabel yang tertera.

Kata kunci: *Fault Tree Analysis, Keterlambatan Proyek, Penyebab dan Dampak Keterlambatan*

Abstract

Construction project work is one of the main sectors that are important in economic development. When the implementation of the project takes place, there are 3 important things that need to be taken into account, namely covering cost, time and quality. A project is declared successful when it has fulfilled these three things. Construction delays are considered one of the recurring obstacles in the construction industry and have an adverse effect on the success of the project. In the construction project Apartment 'X' experienced delays for architectural work with a deviation of -48.359% in February 2021. This study describes the delay in architectural work based on human factors, management factors and other factors. The purpose of the study was to determine the probability of delay with the Fault Tree Analysis (FTA) method.

The priority of using the FTA method is to be able to analyze the causes of failures in a system in detail, structured and easy to understand. Data collection was carried out by distributing questionnaires as many as 19 project respondents who had met the research criteria. The results showed that the probability of delay for architectural work was 0.921 with the dominant factor being the human factor caused by repair and rework work with a probability of 0.309. That is, the possibility of delays in architectural work occurs because of the variables listed.

Keywords: *Fault Tree Analysis, Project Delays, Causes and Impacts of Delays*

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis

Pendahuluan

Pekerjaan konstruksi termasuk kegiatan yang kompleks, karena banyaknya pihak yang terlibat dari tahap pra kontrak hingga tahap pasca kontrak (Ngoh et al., 2011). Manajemen proyek menjadi poin yang dibutuhkan agar pelaksanaan pekerjaan dapat diselesaikan secara tepat waktu. Kinerja manajemen proyek berhubungan dengan banyak hal seperti biaya, waktu, produktivitas, kepuasan, mutu serta keselamatan konstruksi (Enshassi et al., 2009). Tujuan utama dalam keberhasilan proyek, adanya target yang harus dipenuhi, yaitu besarnya anggaran biaya yang dialokasikan, jadwal rencana serta mutu yang sesuai (Shaban, 2008). Ketiga hal tersebut bersifat tarik-menarik, dengan maksud saling bergantung dan penting untuk memenuhi target awal yang diharapkan secara efisien dan efektif. Sebuah proyek mampu berjalan memenuhi tujuan awal yaitu dapat menyelesaikannya dengan tepat waktu atau tidak mengalami keterlambatan, maka proyek tersebut dikatakan berhasil (Pramulia & Adi, 2015). Hampir 80% proyek sering mengalami keterlambatan (Budisuanda, 2011).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keterlambatan proyek berasal dari *stakeholder* proyek seperti pengguna jasa, penyedia jasa, ataupun pihak lain yang dapat mempengaruhi penambahan biaya serta waktu di luar rencana (Dwiputranto & Sucita, 2020). *Progress* pekerjaan arsitektur proyek X pada bulan Februari 2021 baru mencapai 3,375% dimana seharusnya *progress* awal rencana hingga bulan Februari 2021 sudah mencapai 51,73%, sehingga adanya deviasi sebesar -48,359%. Salah satu upaya dalam meminimalisir keterlambatan adalah dengan mengoptimalkan waktu pelaksanaan pekerjaan proyek, dengan tetap memperhatikan pentingnya biaya yang akan timbul akibat percepatan waktu (Simatupang & A. K. T. Dundu, 2015).

Penelitian ini menganalisis penyebab keterlambatan arsitektur proyek Apartemen 'X' dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FTA dapat menganalisis keterlambatan suatu proyek karena pada dasarnya dapat menganalisis kegagalan pada suatu sistem. Keunggulan menggunakan metode FTA adalah dapat menentukan akar penyebab permasalahan,

menjelaskannya secara merinci serta mudah untuk dipahami (Susatyo Nugroho W.P, Darminto Pudjotomo, 2011).

Penelitian keterlambatan proyek dengan metode FTA telah dilakukan oleh (Rosdianto et al., 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan 4 faktor utama penyebab keterlambatan, didapat faktor yang paling dominan adalah faktor *owner* dengan probabilitas 0,6878. Hal ini disebabkan karena terlambatnya *owner* memberikan angsuran pembayaran ke kontraktor dan banyaknya penggantian pekerjaan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada analisis penyebab keterlambatan untuk pekerjaan arsitektur, serta menjabarkan 3 faktor utama keterlambatan, yaitu: faktor manusia, faktor manajemen dan faktor lainnya.

Pada penelitian ini akan mengetahui faktor keterlambatan yang berpengaruh besar pada proyek tersebut serta mengetahui tindakan pencegahan yang dapat dilakukan dalam menanggapi dampak yang terjadi. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan pembahasan ini meliputi faktor dominan keterlambatan pekerjaan arsitektur serta besar probabilitas keterlambatan arsitektur.

Keterlambatan Proyek

Pada pelaksanaan proyek konstruksi terdapat beberapa hal yang menyebabkan terlambatnya penyelesaian proyek serta dapat mengakibatkan penambahan waktu pelaksanaan (Frederika, 2010). Keterlambatan proyek dapat mengakibatkan sumber tuntutan dan perselisihan antara penyedia jasa dan pengguna jasa, sehingga akan menjadi berharga nilainya apabila dilihat dari segi pengguna jasa maupun dari segi penyedia jasa (Putra, 2014).

Jenis Keterlambatan Proyek

Menurut Levis dan Atherley (1996) keterlambatan dalam suatu proyek dikelompokkan menjadi tiga jenis bagian yaitu:

1. *Excusable Non-Compensable Delays*, hal paling umum terjadi pada keterlambatan yaitu adanya perubahan waktu pelaksanaan proyek. Seperti karena adanya bencana alam, *force majeure* dan pengaruh cuaca.

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis

2. *Excusable Compensable Delays*, keterlambatan jenis ini disebabkan oleh pengguna jasa, sehingga penyedia jasa berhak atas perpanjangan waktu atas keterlambatan tersebut.
3. *Non-Excusable Delays*, keterlambatan jenis ini dikarenakan penyedia jasa memperpanjang waktu pelaksanaan karena sudah melewati *schedule* awal.

Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Berdasarkan penelitian (Kamaruzzaman, 2010) dengan hasil penelitiannya mengenai faktor-faktor utama yang dapat menghambat penyelesaian proyek konstruksi yang berada di kota Pontianak. Didapatkan hasilnya adalah adanya faktor budaya dan sosial, faktor bahan, dan faktor cuaca. Untuk faktor bahan terjadi karena akibat kekurangan pasokan bahan, langkanya material dan bahan, serta terjadinya kenaikan harga bahan dan material.

Fault Tree Analysis

Menurut (Padaga et al., 2018), metode *Fault Tree Analysis* dapat mengembangkan jalan kesalahan logis dari kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event*). Kejadian yang berada di atas disebut dengan *Top Event*, dengan akar penyebab permasalahan yang dapat diuraikan hingga bagian bawah kejadian (*Basic Event*).

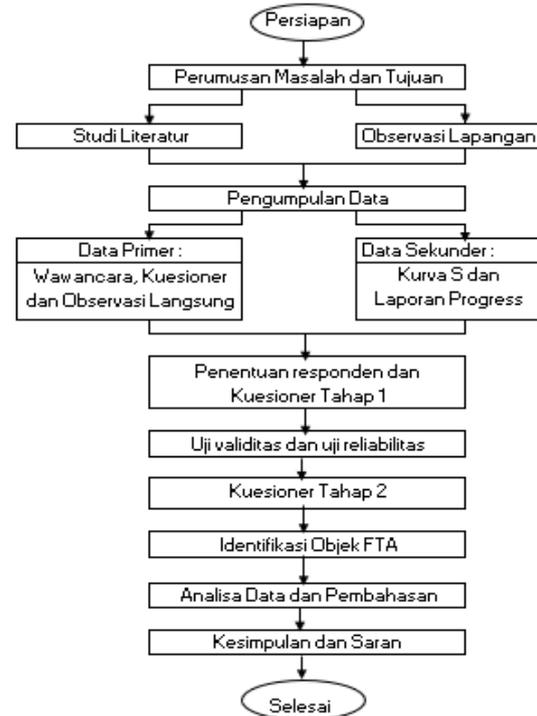
Menurut (Susatyo Nugroho W.P, Darminto Pudjotomo, 2011), *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan sistem analisis diagram kesalahan yang terus dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Dalam membuat model *fault tree* bisa dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan terkait permasalahan yang diangkat pada saat pelaksanaan proyek berlangsung dan melakukan wawancara dengan pihak terkait yang ahli (*expert judgment*).

Bagan Alir

Tahapan penelitian dimulai dengan mengangkat permasalahan pada objek penelitian dan menentukan tujuan penelitian. Dilanjutkan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Setelah itu menyebarkan kuesioner

tahap 1 yang berupa validasi indikator. Kemudian melakukan kuesioner tahap 2 untuk dapat memperoleh probabilitas *basic event*.

Setelah data yang dikumpulkan cukup, dilakukan perhitungan probabilitas dengan metode *Fault Tree Analysis*. Hasil analisis dijadikan pembahasan dan dapat ditarik kesimpulan. Bagan alir dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek Apartemen 'X' dengan waktu penelitian dimulai pada bulan Februari hingga bulan Juni 2021. Sampel dilakukan dengan metode *Purposive Sampling*. Populasi pada penelitian ini terdiri dari MK dan Kontraktor. Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner secara langsung sebanyak 19 responden yang sudah memenuhi kriteria penelitian.

Metode pengumpulan data yang dilakukan terbagi menjadi dua data, yaitu adanya data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer adalah sebagai berikut:

1. **Observasi Langsung**
Metode ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada proyek untuk dapat melihat dan mengamati faktor penyebab keterlambatan pada proyek Apartemen 'X'.

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis

- Selain itu juga dapat mengetahui *progress* secara aktual di lapangan.
2. Wawancara
Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data penyebab – penyebab pekerjaan yang mengalami keterlambatan. Wawancara ini dilakukan kepada pihak yang ahli dan mengetahui permasalahan proyek.
 3. Penyebaran Kuesioner
Dalam metode ini, melakukan penyebaran angket kepada pihak – pihak yang terkait dalam proses pembangunan gedung ini. Dengan penentuan responden dilakukan berdasarkan metode *purposive sampling*. Penyebaran kuesioner ini dilakukan kepada instansi yang terlibat pada Proyek Apartemen X, yaitu:
Kontraktor Utama proyek Apartemen ‘X’ yang berjumlah 10 orang dan Manajemen Konstruksi proyek Apartemen ‘X’ yang berjumlah 11 orang.

Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung oleh peneliti. Didapatkan melalui pihak proyek dan literatur pendukung yang terkait dengan masalah yang diangkat. Data - data sekunder ini berupa: data proyek, meliputi kurva s ataupun laporan mingguan dan studi literatur, meliputi jurnal ilmiah, buku, tesis maupun disertasi

Metode Fault Tree Analysis

Jenis penelitian termasuk penelitian deskriptif, karena penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendapatkan informasi secara aktual dan detail yang menggambarkan gejala yang ada, dapat memeriksa kondisi dan mengidentifikasi masalah (Sukardi, 2014).

Metode *Fault Tree Analysis* merupakan salah satu metode yang cocok digunakan dalam menganalisis keterlambatan suatu proyek. Metode FTA ini dapat fokus mengetahui akar penyebab kegagalan proyek yang dihubungkan dengan gerbang logika untuk mengetahui sebab - akibat hubungan tersebut (Redana, 2016).

Tahapan metode ini diantaranya sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah yang dianalisis menjadi keterlambatan. Hal ini digunakan untuk mencari *Top Event* yang didapatkan berdasarkan observasi langsung dan

teridentifikasi secara spesifik. Syarat *Top Event* yaitu spesifik untuk masalah yang akan dianalisis.

2. Membuat diagram konstruk *Fault Tree* untuk dapat mengetahui gerbang logika antara *basic event* hingga *top event*.
3. Menghitung dan menganalisis *minimal cut set* dari Analisa *Fault Tree*. *Minimal cut set* dihitung menggunakan gerbang logika OR-Gate dan AND-Gate. Adapun kombinasi *minimal cut set* menurut Ericson (2005) sebagai berikut:

Kombinasi OR Gate:

$$P = P_C + P_D$$

$$P = P_C + P_D - (P_C * P_D).....(1)$$

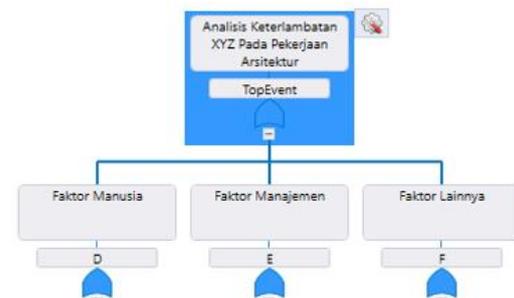
Kombinasi AND Gate:

$$P = C * D$$

$$P = P_C * P_D.....(2)$$

Analisis Fault Tree Analysis (FTA) Penyebab Keterlambatan pada Pekerjaan Arsitektur

Pada pembahasan ini akan dijelaskan mengenai faktor penyebab keterlambatan proyek. Dimulai dari masalah pada faktor manusia yang kurang memadai, faktor manajemen yang kurang berjalan baik hingga faktor eksternal yang tidak diharapkan terjadi pada pekerjaan arsitektur.

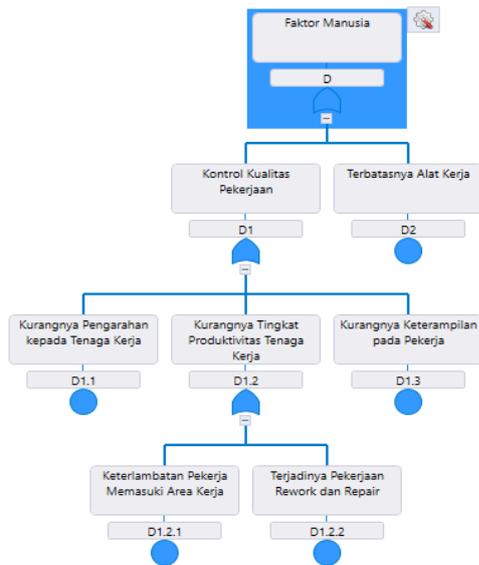


Gambar 2. Diagram FTA Keterlambatan Proyek X Pekerjaan Arsitektur

Gambar 2 merupakan grafis FTA pada pekerjaan Arsitektur terbagi menjadi 3 faktor utama sebagai *Intermediate Event* yaitu Faktor Manusia, Faktor Manajemen dan Faktor Lainnya.

1. Analisis Penyebab Keterlambatan yang disebabkan oleh Faktor Manusia pada Pekerjaan Arsitektur

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis



Gambar 3. Grafis FTA Faktor Manusia

Setelah menentukan *intermediate event* kemudian menentukan *basic event* atau akar penyebab dari keterlambatan. Pada Gambar 3 merupakan diagram FTA untuk faktor manusia pada pekerjaan arsitektur. Didapatkan hasil perhitungan *minimal cut set* menggunakan kombinasi OR-Gate adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D &= D1+D2 \\
 D &= (D1.1+D1.2+D1.3) + D2 \\
 D &= (D1.1 + (D1.2.1 + D1.2.2) + D1.3) + D2 \\
 D &= (D1.1 + ((D1.2.1 + D1.2.2) - (D1.2.1*D1.2.2))) + D1.3) + D2 \\
 D &= (D1.1+D1.2+D1.3) - ((D1.1*D1.2) + (D1.1*D1.3) + (D1.2*D1.3)) + (D1.1*D1.2*D1.3) + D2.....(3)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan 3 di atas, selanjutnya melakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* dari nilai probabilitas yang didapat dari hasil kuesioner tahap 2. Hasil probabilitas faktor manusia pada pekerjaan arsitektur adalah sebesar 0,680.

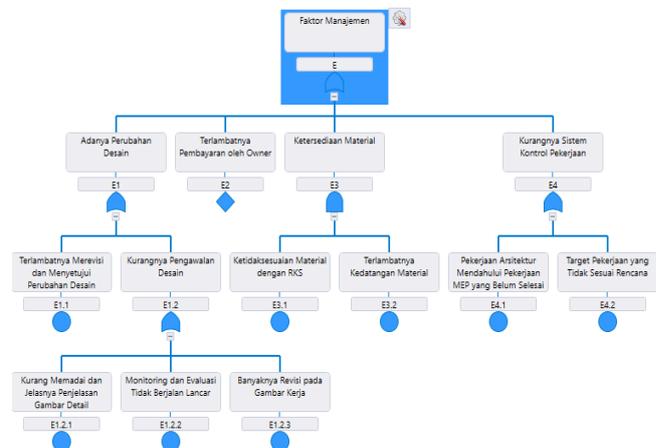
Tabel 1. *Minimal Cut Set* pada Faktor Manusia Pekerjaan Arsitektur

Kode	Basic Event	Probabilitas
D1.1	Kurangnya pengarahan kepada tenaga kerja	0,221
D1.2.1	Keterlambatan pekerja memasuki area kerja	0,075
D1.2.2	Terjadinya pekerjaan rework dan repair	0,309
D1.3	Kurangnya keterampilan pada pekerja	0,234

Kode	Basic Event	Probabilitas
D2	Terbatasnya alat kerja	0,160
Minimal Cut Sets		0,680

Pada tabel 1, diketahui *basic event* pada kurangnya pengarahan kepada tenaga kerja dan terjadinya pekerjaan *rework* dan *repair* adalah yang paling utama dalam keterlambatan arsitektur berdasarkan faktor manusia sebesar 30,9%.

2. Analisis Penyebab Keterlambatan yang disebabkan oleh Faktor Manajemen pada Pekerjaan Arsitektur



Gambar 4. Grafis FTA Faktor Manajemen

Gambar 4 merupakan diagram FTA untuk faktor manajemen pada pekerjaan arsitektur. Didapat perhitungan *minimal cut set* menggunakan kombinasi OR-Gate sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E &= E1+E2+E3+E4 \\
 E &= (E1.1+E1.2)+E2+(E3.1*E3.2)+(E4.1+E4.2) \\
 E &= (E1.1+(E1.2.1+E1.2.2+E1.2.3))+E2+ (E3.1*E3.2)+(E4.1+E4.2) \\
 E &= (E1.1 + ((E1.2.1+E1.2.2+E1.2.3) - (E1.2.1*E1.2.2) + (E1.2.1*E1.2.3) + (E1.2.2*E1.2.3))) - (E1.2.1*E1.2.2*E1.2.3)) + E2 + (E3.1*E3.2) + ((E4.1+E4.2) - (E4.1*E4.2)).....(4)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan 4 tersebut, selanjutnya melakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* dari nilai probabilitas yang didapat dari hasil kuesioner tahap 2. Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* faktor

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis

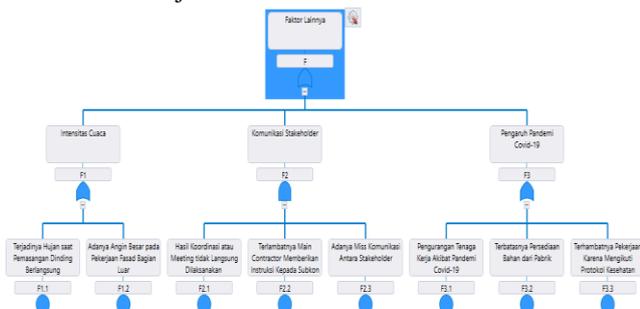
manajemen pada pekerjaan arsitektur adalah 0,559.

Tabel 2. *Minimal Cut Set* pada Faktor Manajemen Pekerjaan Arsitektur

Kode	Basic Event	Probabilitas
E1.1	Terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain	0,125
E1.2.1	Kurang memadai dan jelasnya penjelasan gambar detail	0,077
E1.2.2	Monitoring dan evaluasi tidak berjalan lancar	0,081
E1.2.3	Banyaknya revisi pada gambar kerja	0,144
E2	Terlambatnya pembayaran oleh owner	0,077
E3.1	Ketidaksesuaian material dengan RKS	0,122
E3.2	Terlambatnya kedatangan material	0,131
E4.1	Pekerjaan arsitektur mendahului pekerjaan MEP yang belum selesai	0,112
E4.2	Target pekerjaan yang tidak sesuai rencana	0,144
Minimal Cut Sets		0,559

Pada tabel 2, diketahui *basic event* yang paling utama dalam keterlambatan arsitektur berdasarkan faktor manajemen yaitu, banyaknya revisi pada gambar kerja dan terlambatnya kedatangan material sebesar 14,4%.

3. Analisis Penyebab Keterlambatan yang disebabkan oleh Faktor Lainnya pada Pekerjaan Arsitektur



Gambar 5. Grafis FTA Faktor Lainnya

Gambar 5 merupakan diagram FTA untuk faktor lainnya atau faktor eksternal pada pekerjaan arsitektur. Didapat perhitungan *minimal cut set* menggunakan kombinasi OR-Gate adalah sebagai berikut:

$$F = (F1.1+F1.2) + (F2.1*F2.2*F2.3) + (F3.1+F3.2)$$

$$F = ((F1.1+F1.2) - (F1.1*F1.2)) + (F2.1*F2.2*F2.3) + ((F3.1+F3.2) - (F3.1*F3.2))$$

$$F = (F1+F2+F3) - ((F1*F2) + (F2*F3) + (F1*F3)) + (F1*F2*F3).....(5)$$

Berdasarkan persamaan 5 tersebut, selanjutnya melakukan perhitungan kombinasi *minimal cut set* dari nilai probabilitas yang didapat dari hasil kuesioner tahap 2. Hasil probabilitas kombinasi *minimal cut set* faktor lainnya pada pekerjaan arsitektur adalah 0,437.

Tabel 3. *Minimal Cut Set* pada Faktor Lainnya Pekerjaan Arsitektur

Kode	Basic Event	Probabilitas
F1.1	Terjadinya hujan saat pemasangan dinding berlangsung	0,127
F1.2	Adanya angin besar pada pekerjaan fasad bagian luar	0,127
F2.1	Hasil koordinasi atau meeting tidak langsung dilaksanakan	0,141
F2.2	Terlambatnya main contractor memberikan instruksi kepada subkon	0,170
F2.3	Adanya miss komunikasi antar stakeholder	0,136
F3.1	Pengurangan tenaga kerja akibat pandemi Covid-19	0,060
F3.2	Terbatasnya persediaan bahan dari pabrik	0,151
F3.3	Terhambatnya pekerjaan karena mengikuti protokol Kesehatan	0,089
Minimal Cut Sets		0,437

Pada tabel 3, diketahui *basic event* yang paling utama dalam keterlambatan arsitektur berdasarkan faktor lainnya yaitu, terlambatnya main contractor memberikan instruksi kepada subkon sebesar 17%.

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis

4. Rekapitulasi Hasil Probabilitas pada Pekerjaan Arsitektur

Diketahui hasil *minimal cut set* dari setiap *intermediate event* utama FTA pekerjaan Arsitektur, didapatkan faktor manusia yang paling tinggi mengakibatkan keterlambatan arsitektur dengan probabilitas 0,680. Penyebab utama pada faktor manusia terjadi karena rendahnya produktivitas tenaga kerja.

Tabel 4. Rekapitulasi Probabilitas Pekerjaan Arsitektur

Kode	Intermediate Event	Probabilitas
D	Faktor Manusia	0,680
E	Faktor Manajemen	0,559
F	Faktor Lainnya	0,437
Probabilitas Arsitektur		0,921

Pada tabel 4, didapat perhitungan probabilitas menggunakan kombinasi OR-Gate sebagai berikut:

Pekerjaan Arsitektur = Faktor Manusia (D) + Faktor Manajemen (E) + Faktor Lainnya (F)

Probabilitas Pekerjaan Arsitektur =
 $P_D + P_E + P_F - (P_{DE} + P_{DF} + P_{EF}) + P_{DEF}$
 Probabilitas Pekerjaan Arsitektur = 0,680 + 0,559 + 0,437 - (0,380+0,297+0,244) + (0,166)

Probabilitas Pekerjaan Arsitektur = 0,921

Hasil probabilitas keterlambatan pada pekerjaan arsitektur adalah 0,921. Artinya, besar terjadinya kemungkinan keterlambatan pada pekerjaan arsitektur terjadi karena variabel - variabel yang tertera (Sukmana, 2021). Keandalan nilai dari probabilitas menyatakan bahwa suatu sistem akan berhasil menjalankan fungsinya, jika bernilai 1 yang artinya sistem tersebut berhasil dan bernilai angka 0 yang artinya sistem tersebut gagal (Mustika, 2014).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada kajian penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa faktor dominan penyebab keterlambatan pada pekerjaan arsitektur adalah sebagai berikut:

1. Faktor Manusia yaitu karena adanya terjadinya pekerjaan *rework* dan *repair* dengan probabilitas sebesar 0,309.

2. Faktor Lainnya yaitu karena terlambatnya *main contractor* memberikan instruksi kepada subkon dengan probabilitas sebesar 0,170. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil peneliti (Servanio, 2012).

3. Faktor Manajemen yaitu karena terlambatnya merevisi dan menyetujui perubahan desain dengan probabilitas sebesar 0,144. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil peneliti (Proboyo, 1999).

Probabilitas keterlambatan proyek pembangunan Apartemen X pada pekerjaan arsitektur adalah sebesar 0,921.

Saran

Berdasarkan dari kesimpulan kajian penelitian ini, maka dapat diberikan saran kepada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat lebih lanjut menambahkan variabel-variabel lain yang mungkin dapat menyebabkan keterlambatan.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih banyak.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan dan membuat secara detail penyebab keterlambatan terkait grafis FTA, sehingga dapat memberikan solusi atau tanggapan secara lebih rinci.

Daftar Rujukan

- Budisuanda. (2011). *Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek*. Jakarta.
- Dwiputranto, B. P., & Sucita, I. K. (2020). Analisis Keterlambatan Pada Proyek Apartemen Berkonsep Transit Oriented Development (TOD). *Jurnal Poli-Teknologi*, 19(1), 63–70. <https://doi.org/10.32722/Pt.V19i1.2726>
- Enshassi, A., Mohamed, S., & Abushaban, S. (2009). Factors Affecting The Performance Of Construction Projects In The Gaza Strip. *Journal Of Civil Engineering And Management*, 15(3), 269–280. <https://doi.org/10.3846/1392-3730.2009.15.269-280>
- Ericson, Clifton A. (2005). *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. A John Wiley & Sons, Inc., Book Publication.
- Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi

Analisis Penyebab Keterlambatan Arsitektur Proyek Apartemen Dengan Metode Fault Tree Analysis

- (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2), 113–126.
- Kamaruzzaman, F. (2010). (*Study Of Delay In The Completion Of Construction Projects*).
- Levis and Atherley. 1996. *Delay construction*. Langford: Cahner Books Internasional.
- Mustika, A. F. (2014). Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap Ii Universitas Brawijaya Malang) Naskah Publikasi Untuk Memenuhi Pesyaratn Memperoleh Gelar Sarjana Tek. *Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang*, 0–9.
- Ngoh, P., Ismail, S., & Yusof, A. M. (2011). *Key Performance Indicators In Construction Quality Management System*. 1–5.
- Padaga, L., Rochani, I., & Mulyadi, Y. (2018). *Scheduling Based On Analyzing Factors Of Delay On Ship Repair Projects : Study Case Mv . Blossom*.
- Pramulia, R. D., & Adi, T. J. W. (2015). Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pabrik Es Dengan Metode Fault Tree Analysis (Studi Kasus Perusahaan Daerah Aneka Usaha Kabupaten Trenggalek Periode 2008-2012). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIII*, 1–7.
- Proboyo, B. (1999). Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi Dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya (Project Implementation Delay : Causes Classification And Ratings). *Dimensi Teknik Sipil*, 1(1), 49–58.
- Putra, A. T. (2014). *Evaluasi Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure : Studi Kasus Proyek Epcc Bukit Tua Pt . Pal Indonesia Evaluation Of Delay In Consturction Project Of Jacket Structure : Case Study Epcc Project Bukit Tua Pt . Pal Indonesia*.
- Redana, F. (2016). *Analisa Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure Status: Unpublished*. 118. [Http://Repository.Its.Ac.Id/48815/](http://Repository.Its.Ac.Id/48815/)
- Rosdianto, M. A., Suef, M., & Angreni, E. (2018). Analisis Peristiwa Penyebab Pada Keterlambatan Proyek Apartemen. *Accounting And Management Journal*, 2(1), 29–38. [Https://Doi.Org/10.33086/Amj.V2i1.64](https://Doi.Org/10.33086/Amj.V2i1.64)
- Servanio. (2012). Analisis Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kandang Hewan Fakultas Kedokteran Unair C Surabaya Menggunakan Metode Fault Treeanalysis (Fta). *Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*, 1(1), 1–21.
- Shaban, S. S. A. (2008). Factors Affecting The Performance Of Construction Projects In The Gaza Strip [The Islamic University Of Gaza]. In *Engineering, Construction And Architectural Management* (Vol. 25, Issue 2). [Http://Scholar.Google.Com/Scholar?HI=En&Btnq=Search&Q=Intitle:Factors+Affected+The+Quality+Of+Design+And+Contractual+Documents+In+Gaza+Strip#0%0Ahttps://Doi.Org/10.1016/J.Proeng.2017.01.214](http://Scholar.Google.Com/Scholar?HI=En&Btnq=Search&Q=Intitle:Factors+Affected+The+Quality+Of+Design+And+Contractual+Documents+In+Gaza+Strip#0%0Ahttps://Doi.Org/10.1016/J.Proeng.2017.01.214)
- Simatupang, J. S., & A. K. T. Dundu, M. S. (2015). Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 281–280.
- Sukardi. (2014). *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktiknya*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Sukmana, A. M. (2021). *Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Studi Kasus : Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo) Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Studi Kasus : Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo)*.
- Susatyo Nugroho W.P, Darminto Pudjotomo, T. K. T. P. (2011). ANALISA PENYEBAB PENURUNAN DAYA SAING PRODUK SUSU SAPI DALAM NEGERI TERHADAP SUSU SAPI IMPOR PADA INDUSTRI PENGOLAHAN SUSU (IPS) DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN BARRIER ANALYSIS. *Vol VI, No 2, Mei 2011*, VI(2), 71–80.