



MK-36

Potensi Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Konstruksi

Alvaro Yandika Suwito¹, Elisabeth Azyera Hardetta Putri¹, Hermawan² dan Harijanto Setiawan³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/I, Semarang
Email: 18b10004@student.unika.ac.id, 18b10024@student.unika.ac.id

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/I, Semarang
Email: hermawan.mrk@unika.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Jl. Babarsari no 44, Sleman
Email: harijanto.setiawan@uajy.ac.id

ABSTRAK

Industri konstruksi mencakup banyak aspek dari hulu hingga hilir, namun demikian pada bagian hilir mempunyai masalah yang kompleks. Salah satu masalah yang sering dihadapi yaitu waktu penyelesaian proyek konstruksi. Permasalahan pada proyek konstruksi di Indonesia yang sering terjadi salah satunya adalah progress atau tahap pekerjaan yang terlambat. Potensi penyebab keterlambatan konstruksi dapat diketahui dengan berbagai metode. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengetahui potensi penyebab keterlambatan konstruksi adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan metode *House of Risk* (HOR). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi penyebab keterlambatan konstruksi dan memberikan solusi penanganan. Penelitian ini dilakukan menggunakan studi kasus Pembangunan Gedung Kuliah dan Laboratorium Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Semarang. Penelitian ini dilakukan berdasarkan data dari kuesioner yang dibagikan kepada 15 orang responden secara *purposive sampling* kepada *staff* proyek konstruksi. Terdapat 6 variabel dengan 20 indikator pada metode FTA dan 14 indikator pada metode HOR yang menjadi faktor utama yang berpotensi terjadinya keterlambatan proyek konstruksi.

Kata kunci: keterlambatan, *fault tree analysis*, *house of risk*, *purposive sampling*, variabel

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan III-2022 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS), ekonomi di Indonesia mengalami pertumbuhan sebesar 1,81% dari kuartal sebelumnya (*quarter to quarter*). Industri konstruksi di Indonesia, memberikan kontribusi pada Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 9,45% pada triwulan III 2022 yang mencapai Rp 5.091,2 triliun (Berita Resmi Statistik, 2022). Industri konstruksi mencakup banyak aspek dari hulu hingga hilir, namun demikian pada bagian hilir mempunyai masalah yang kompleks. Salah satu masalah yang sering dihadapi yaitu waktu penyelesaian proyek konstruksi. Keterlambatan pada proyek konstruksi dapat dicegah, dengan diperlukan suatu perencanaan yang merupakan tahapan penting sebelum berjalannya suatu proyek konstruksi (Manopo, dkk., 2022).

Keterlambatan proyek merupakan terlewatnya batas waktu pekerjaan yang sudah disetujui dalam kontrak awal. Keterlambatan proyek dapat disebabkan dari beberapa faktor, seperti faktor dari pihak *owner*, kontraktor, konsultan, dan atau faktor eksternal. Selain itu, keterlambatan proyek juga dapat disebabkan oleh kualitas tenaga kerja yang buruk, kurangnya tenaga kerja, faktor cuaca yang kurang bersahabat, *cash flow* yang tidak baik, kedatangan material yang terlambat, kontraktor yang kurang berpengalaman, dan kerusakan alat berat (Assaf, dkk., 2006).

Keterlambatan proyek perlu dianalisis agar dapat mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi keterlambatan waktu pelaksanaan proyek, dan berguna untuk meminimalisir terjadinya suatu keterlambatan pada proyek. Keterlambatan proyek dapat dianalisis dengan berbagai metode, seperti metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *House of Risk* (HOR). Metode yang dapat mengidentifikasi kegagalan dari suatu sistem yang berorientasi pada *top down approach*, yaitu metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Analysa, dkk., 2019). Metode yang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan risiko secara terintegrasi dalam mendeteksi tingkat risiko dan langkah mitigasi dari setiap faktor tersebut, yaitu metode *House of Risk* (HOR) (Qudsy, dkk., 2021).

Metode FTA merupakan metode yang mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya suatu kegagalan, dan berfungsi untuk mengetahui akar permasalahan secara lebih efektif. Sedangkan metode HOR merupakan model yang didasarkan kebutuhan manajemen yang berfokus mengidentifikasi tindakan pencegahan yang menentukan risiko prioritas (Pujawan, dkk., 2009).

2. KAJIAN LITERATUR

Keterlambatan proyek

Pengertian keterlambatan proyek adalah waktu pelaksanaan yang tidak berjalan sesuai dengan rencana awal kegiatan, sehingga menyebabkan rangkaian pekerjaan yang mengikuti jadi tertunda atau tidak selesai sesuai waktu yang sudah ditentukan. Menurut Ervianto (1998) dalam Pinori (2005) jika suatu pekerjaan yang sudah ditargetkan tidak berjalan sesuai dengan waktu yang ditetapkan, maka pekerjaan tersebut dinyatakan terlambat. Keterlambatan adalah apabila kegiatan proyek konstruksi mengalami penambahan waktu atau tidak dilaksanakan sesuai rencana yang sudah disepakati (Assaf, dkk., 2006). Keterlambatan proyek konstruksi dapat saja disebabkan salah dalam melakukan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dalam tahap perencanaan, atau bermacam-macam kemungkinan. Oleh sebab itu, laporan *progress* perlu diadakan untuk melihat keterlambatan progres dan memberikanantisipasi dalam penyelesaian masalah proyek (Ismael, 2003).

Penyebab keterlambatan proyek

Penyebab keterlambatan proyek dibagi dalam 2 kategori yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu keterlambatan yang disebabkan oleh pihak yang berhubungan dalam proyek tersebut seperti *owner*, konsultan perencana, konsultan pengawas, dan kontraktor pelaksana. Sedangkan faktor eksternal merupakan faktor diluar pihak yang terlibat dalam proyek tersebut seperti *supplier*, pemerintah, dan cuaca (Haseeb, 2011).

Dampak keterlambatan proyek

Keterlambatan proyek tidak hanya merugikan *owner* tetapi juga pihak kontraktor pelaksana dan konsultan. Berikut merupakan dampak keterlambatan proyek pada pihak yang terkait dalam pekerjaan tersebut (Ali, dkk., 2010):

a. Pihak kontraktor pelaksana

Saat proyek mengalami keterlambatan maka pihak kontraktor pelaksana akan mengalami kerugian biaya karena semakin lama pekerjaan semakin besar juga biaya operasional yang dikeluarkan. Selain itu, kontraktor pelaksana akan kehilangan kepercayaan dari *owner*.

b. Pihak konsultan

Saat proyek mengalami keterlambatan maka konsultan akan mengalami kerugian waktu dan tenaga. Konsultan juga akan mengalami keterlambatan untuk mengerjakan proyek baru jika pelaksanaan proyek terjadi keterlambatan.

c. Pihak *owner*

Dampak yang dirasakan *owner* saat proyek mengalami keterlambatan tidak dapat diukur dengan uang saja. Namun juga berdampak beroperasinya suatu bangunan tersebut sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan, seperti rumah sakit, universitas, sekolah, dan atau *mall*. Bangunan tersebut jika mengalami keterlambatan maka berdampak pada banyak aspek penting yang tidak dapat terukur dengan uang.

Metode *fault tree analysis*

Fault tree analysis adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi peristiwa langsung penyebab kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *top event* sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*). *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan metode yang efektif dalam menentukan sebab permasalahan. *Fault tree analysis* mengidentifikasi hubungan faktor penyebab yang ditampilkan dalam bentuk pohon dengan gerbang logika sederhana. Gerbang logika menggambarkan suatu kondisi penyebab kegagalan. Gerbang logika dari metode FTA meliputi gerbang AND dan OR. Menurut Cheng Kuo (2007) dalam Saputra (2023) setiap permasalahan yang terjadi akan digambarkan ke dalam pohon analisa dengan membuat komponen kegagalan menjadi bentuk simbol (*logic transfer components*) dan FTA. *Fault tree analysis* dibangun berdasarkan *undesired event* yang terjadi pada sistem. Suatu sistem dapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing dari *undesired event* mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda. Pada *fault tree*, *undesired event* yang dipakai untuk analisa dapat disebut *top event*.

Metode *house of risk*

House of Risk (HOR) merupakan suatu metode yang digunakan dalam mengelola risiko. Metode analisis *house of risk* merupakan modifikasi dari metode *Failure Modes and Effect of Analysis* (FMEA) dan *House of Quality* (HOQ) (Pujawan, dkk., 2009). Hal ini bertujuan untuk memprioritaskan sumber risiko yang dipilih dan dipikirkan solusinya dari sumber risiko tersebut. Keunggulan dari metode HOR adalah pada *framework* yang dapat mencakup keseluruhan proses analisis manajemen risiko (Suyanto, 2022). Fase pertama dimulai dengan mengidentifikasi kejadian risiko dan fase kedua yaitu manajemen risiko. Hal ini memungkinkan manajemen untuk memilih agen risiko prioritas untuk memitigasi dan memprioritaskan tindakan proaktif untuk mengurangi dampak peristiwa risiko. Metode HOR terdapat dua tahapan yang dilakukan, yakni sebagai berikut:

a. HOR1, digunakan untuk menentukan agen risiko yang akan diberikan prioritas untuk dilakukan tindakan perbaikan.



- b. HOR2, digunakan untuk memberikan prioritas beberapa tindakan yang dipertimbangkan secara efektif dengan kelayakan keuangan dan pemenuhan sumber daya.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat empat tahapan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Tahap I merupakan kajian literatur dan tinjauan pustaka yang dicari dari berbagai macam sumber, seperti jurnal nasional sampai jurnal internasional sesuai dengan topik yang dibahas. *Output* yang diharapkan dari tahapan ini adalah variabel yang berpotensi menyebabkan keterlambatan proyek.
- b. Tahap II merupakan langkah selanjutnya dari tahapan I, yaitu melakukan survei. Survei dilakukan untuk mendapatkan data proyek. *Output* yang diharapkan adalah mendapat pengolahan data, analisis data, pembahasan, serta evaluasi.
- c. Tahap III merupakan penyusunan tugas akhir kesimpulan dan saran. *Output* yang diharapkan dalam tahap III ini merupakan pemaparan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.
- d. Tahap IV merupakan tahapan paling akhir yang berguna untuk menyempurnakan hasil yang didapat dari Tahapan III. *Output* yang diharapkan pada tahapan ini adalah penyelesaian tugas akhir yang sempurna.

Rancangan kuesioner

Rancangan penelitian adalah susunan dari proses analisis dan pengumpulan data penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini. Rancangan penelitian disusun agar proses yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar dan terstruktur. Pada tugas akhir ini rancangan kuesioner yang dijelaskan adalah variabel penelitian, populasi dan sampel penelitian.

a. Variabel penelitian

Berdasarkan acuan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, maka penulis menentukan beberapa variabel yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Variabel yang terdapat pada tugas akhir ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas (*independen*) dinamakan variabel bebas karena variabel ini dapat berdiri sendiri tanpa dipengaruhi oleh variabel lainnya. Variabel terikat (*dependen*) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel bebas pada tugas akhir ini terdiri dari tenaga kerja (A), peralatan kerja (B), material (C), keuangan (D), metode pelaksanaan (E), dan lokasi kegiatan (F).

b. Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian merupakan keseluruhan objek penelitian yang dapat terdiri dari manusia, hewan, maupun tumbuhan yang memiliki karakteristik tertentu dalam suatu penelitian. Tugas akhir ini mengambil populasi pada orang-orang yang turut serta dalam proyek pembangunan Gedung Kuliah dan Laboratorium Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Semarang.

Sampel penelitian merupakan sebagian atau wakil populasi yang diteliti, Penetapan sampel yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan jenis metode *Purposive Sampling*. Menurut Sugiyono (2014), *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel *non random* yaitu peneliti mengambil sampel dengan menetapkan ciri-ciri khusus yang konsisten dengan tujuan penelitian sehingga dapat menjawab pertanyaan penelitian. Tugas akhir ini menunjuk *staff* kontraktor, *staff* manajemen konstruksi pada proyek pembangunan Gedung Kuliah dan Laboratorium Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Semarang.

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pembagian kuesioner dan studi kasus pada proyek pembangunan Gedung Kuliah dan Laboratorium Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Semarang. Survei kuesioner bertujuan untuk mengetahui faktor keterlambatan yang dominan dari *rating* kejadian, *rating* Pengaruh dan nilai korelasi antara *risk agent* terhadap *risk event*. Pertanyaan kuesioner akan diperlihatkan pada Lampiran L-1. Kuesioner tersebut berdasarkan pada materi yang akan dibahas pada tugas akhir ini, yaitu keterlambatan pada proyek konstruksi mengenai item pekerjaan yang terlambat dan dampak yang ditimbulkan. Pembahasan materi diperlukan karena kondisi dan permasalahan setiap proyek tidak selalu sama. Terdapat 5 *rating* yang mewakili tingkat skala kejadian diantaranya adalah:

- a. *Rating* SJT : Sangat Jarang Terjadi
- b. *Rating* JT : Jarang Terjadi
- c. *Rating* T : Terjadi
- d. *Rating* ST : Sering Terjadi
- e. *Rating* SST : Sangat Sering Terjadi

Terdapat 5 *rating* yang mewakili tingkat skala pengaruh kejadian diantaranya adalah:

- a. *Rating* 1 : Tidak Berpengaruh / hampir tidak berpengaruh
- b. *Rating* 2 : Sedikit Berpengaruh



- c. *Rating* 3 : Lumayan Berpengaruh
- d. *Rating* 4 : Berpengaruh
- e. *Rating* 5 : Sangat Berpengaruh

Terdapat 4 *rating* korelasi untuk metode *House of Risk*.

- a. *Rating* 0 = tidak ada kaitan
- b. *Rating* 1 = rendah
- c. *Rating* 3 = sedang
- d. *Rating* 9 = tinggi

Pengolahan dan analisis data

Data proyek konstruksi yang sudah didapat akan diolah dengan menggunakan 2 metode yaitu metode FTA dan HOR. Metode FTA digunakan untuk mengetahui setiap faktor yang menjadi keterlambatan dalam proyek konstruksi. Metode HOR digunakan untuk memberikan prioritas dalam penanganan faktor keterlambatan.

a. Metode *Fault Tree Analysis*

Data proyek yang sudah didapat akan dianalisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* menggunakan *website* untuk membuat diagram *fault tree* yang dikembangkan oleh *developer* bernama ALD. Langkah-langkah dalam membuat *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai berikut:

1. Langkah pertama yaitu membuka *website Fault Tree Analysis* milik ALD. Setelah itu, membuat akun dengan memasukkan *email* dan *password*. Maka akan diarahkan kepada halaman untuk membuat *Fault Tree Analysis*.
2. Langkah selanjutnya membuat *event* yang terjadi dan menentukan gerbang logika, *event* dan gerbang logika terdapat pada *tab* edit lalu pilih *add new logical gate* atau *add new event*.
3. Pada *tab add new logical gate* berisi gerbang logika AND dan OR.
4. Pada *tab logical gate data* juga mencakup kode dan deskripsi yang digunakan untuk memberi nama pada kejadian yang terjadi.
5. Pada *tab event data* juga terdapat kode dan deskripsi untuk memberi nama kejadian yang terjadi dan juga ada probabilitas untuk mengisi kemungkinan kejadian akan terjadi.
6. Langkah terakhir merupakan membuat dan menyusun *fault tree analysis* agar saling berkaitan antara setiap kejadian yang terjadi

b. Metode *House of Risk*

Data potensi penyebab keterlambatan konstruksi yang sudah didapat melalui kuesioner dari responden akan diolah dan dianalisis faktor keterlambatan dan tingkat keparahannya dengan menggunakan metode *House of Risk* 2 tahapan, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kejadian keterlambatan (E_i) yang dapat terjadi pada setiap bisnis proses dan menilai tingkat keparahannya (*severity*, S_i).
2. Memperkirakan skala *severity* (S_i) dan skala *occurrence* (O_j) ditetapkan skala 1-5 dari beberapa kejadian.
3. Menentukan nilai korelasi (R_{ij}).
4. Perhitungan *Aggregate Delay Potensial* (ADP_j) bertujuan untuk menentukan prioritas dalam proses penanganan suatu agen risiko, dengan Persamaan $ADP_j = O_j \sum S_i R_{ij}$.
5. Seleksi sejumlah sumber risiko dengan rangking prioritas tinggi dengan menggunakan analisa pareto dari ADP_j .
6. Identifikasi pertimbangan tindakan yang relevan untuk pencegahan sumber risiko.
7. Menentukan hubungan antara masing-masing tindakan pencegahan dan sumber risiko (E_{jk}) dengan menggunakan bobot.
8. Menghitung tingkat efektivitas dari masing-masing tindakan, dengan Persamaan $TE_k = \sum (ADP_j \times E_{jk})$.
9. Perkiraan nilai tingkat derajat kesulitan (D_k) menggunakan bobot dalam masing-masing tindakan.
10. Menghitung total efektivitas untuk menentukan besaran rasio, dengan Persamaan $ETD_k = \frac{TE_k}{D_k}$.
11. Menentukan rangking prioritas masing-masing tindakan (R_k) dengan ETD_k yang paling tinggi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kuesioner

Setelah dilakukan uji validitas, analisis *mean*, dan analisis probabilitas maka dihasilkan bahwa semua indikator dalam keenam variabel memenuhi syarat dalam seleksi uji validitas, analisis *mean*, dan analisis probabilitas. Terdapat 20 indikator dalam 6 variabel. Tabel indikator hasil akhir kuesioner dapat diperlihatkan pada Tabel 1.



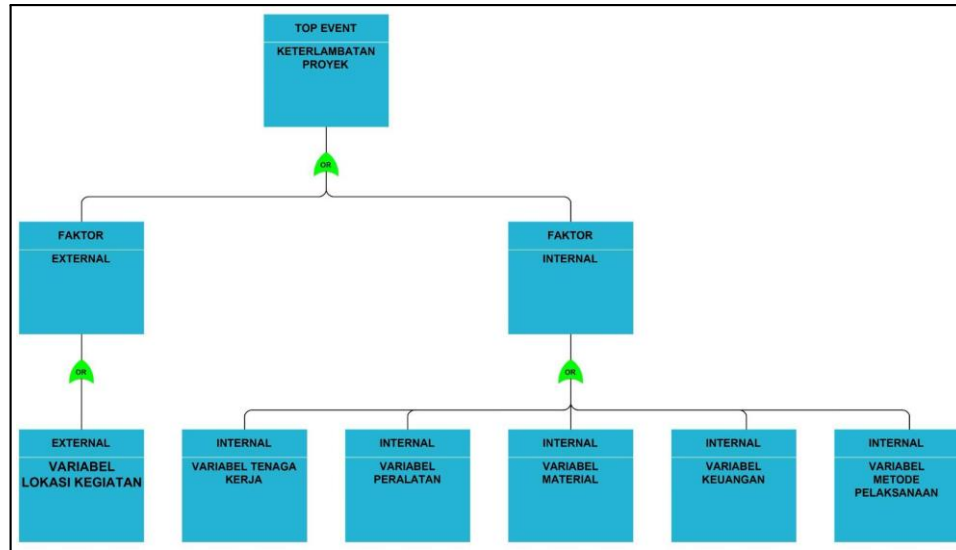
Tabel 1. Indikator Akhir Kuesioner

Variabel	Kejadian	Pengaruh
Variabel Tenaga Kerja (A)	Kurangnya keterampilan tenaga kerja di lapangan	Kurangnya pelatihan tenaga kerja di lapangan
	Kurangnya jumlah tenaga kerja di lapangan	Kurangnya motivasi tenaga kerja di lapangan
	Susahnya mencari tenaga kerja yang terampil	Kurangnya pengalaman tenaga kerja di lapangan
Variabel Peralatan (B)	Kerusakan peralatan utama	Kurangnya monitoring peralatan utama
	Rendahnya produktivitas peralatan utama	Produktivitas peralatan tidak efisien
	Jumlah peralatan utama yang sedikit	Peralatan utama kurang memadai
Variabel Material (C)	PO material yang terlambat	Pengiriman material yang lama
	Material tidak ada di lapangan	Kesalahan fabrikasi material
	Kondisi penyimpanan material yang kurang baik sehingga material rusak/tidak bisa digunakan	Kesalahan dalam penyimpanan material
Variabel Keuangan (D)	Keterlambatan pencairan dana dari <i>owner</i>	Sulitnya pencairan dana dari <i>owner</i>
	Keterbatasan dana kontraktor	<i>Cash flow</i> dana kontraktor
	Kenaikan harga bahan/material	Ketidaklengkapan laporan administrasi keuangan
Variabel Metode Pelaksanaan (E)	Ketidaklengkapan notasi gambar pada desain sehingga mempersulit pelaksanaan di lapangan	Jadwal pekerjaan terlalu padat
	Komunikasi yang kurang baik antar bagian-bagian organisasi di setiap kontraktor	Kesalahan prosedur pekerjaan di lapangan
	Keterlambatan pembuatan laporan dan administrasi pekerjaan	Kurangnya informasi di lapangan
	Terdapat pekerjaan yang perlu diperbaiki/dibongkar akibat kesalahan pelaksana	Kurangnya monitoring pekerjaan di lapangan
	Terdapat perubahan desain dari desain awal	Sistem pendistribusian informasi terhadap perubahan perencanaan yang kurang baik
Variabel Lokasi Kegiatan (F)	Lokasi Pekerjaan mempengaruhi Metode urutan kerja pelaksanaan pekerjaan	Jalan akses lokasi yang susah dilewati
	Ketidaklayakan atau tidak tersedianya jalur akses mempengaruhi progress	Kurangnya antisipasi terhadap keadaan alam
	Cuaca tidak baik sehingga mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan	Mobilitas peralatan yang terganggu akibat lalu lintas sekitar proyek

Keenam variabel tersebut yaitu variabel tenaga kerja, variabel peralatan, variabel material, variabel keuangan, variabel metode pelaksanaan, dan variabel lokasi kegiatan yang akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *fault tree analysis* dan metode *house of risk*.

Metode *fault tree analysis*

Setelah kuesioner dianalisis dan ditemukan hasil akhir indikator yang berpotensi menjadi faktor keterlambatan proyek, selanjutnya indikator tersebut dibuat diagram *fault tree analysis*. Diagram variabel *fault tree analysis* dapat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Variabel *Fault Tree Analysis*

Metode *Fault Tree Analysis* memperoleh hasil yaitu variabel tenaga kerja probabilitas tertinggi terjadi pada indikator A2 “kurangnya jumlah tenaga kerja di lapangan” dengan probabilitas kejadian sebesar 65%. Variabel peralatan kerja probabilitas tertinggi terjadi pada indikator B2 ”rendahnya produktivitas peralatan utama” dengan probabilitas kejadian sebesar 54%. Variabel material probabilitas tertinggi terjadi pada indikator C3 “penyimpanan material” dengan probabilitas kejadian sebesar 52%. Variabel keuangan probabilitas tertinggi terjadi pada indikator D2 “keterbatasan dana kontraktor” dengan probabilitas kejadian sebesar 68%. Variabel metode pelaksanaan probabilitas tertinggi terjadi pada indikator E5 “terdapat perubahan desain dari desain awal” dengan probabilitas kejadian sebesar 61%. Variabel lokasi kegiatan probabilitas tertinggi terjadi pada indikator F2 “ketidaklayakan jalur akses” dengan probabilitas kejadian sebesar 60%.

Metode house of risk

Kuesioner yang sudah direkap akan dianalisis menggunakan metode *House of Risk* (HOR). Jawaban 15 responden akan dirangkum dalam rumus excel “Max” untuk menentukan jumlah nilai tertinggi dari masing-masing jawaban responden terhadap *risk agent* yang berpengaruh terhadap *risk event*. Tabel nilai korelasi *House of Risk* dapat diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Korelasi *House of Risk*

Risk Event	Risk Agent																				Severity
	A1'	A2'	A3'	B1'	B2'	B3'	C1'	C2'	C3'	D1'	D2'	D3'	E1'	E2'	E3'	E4'	E5'	F1'	F2'	F3'	
A1	9	3	9	3	3	9	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	1	1	0	3
A2	9	9	9	3	1	1	1	0	3	9	9	3	3	1	1	1	0	3	0	0	4
A3	9	9	9	1	1	1	0	0	0	3	3	3	1	1	3	3	0	3	1	0	3
B1	9	3	9	9	9	9	3	0	0	1	1	1	3	9	9	9	3	3	9	3	3
B2	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	9	9	9	3	3	9	1	3
B3	9	1	3	9	9	3	1	0	0	9	9	3	9	3	9	9	3	3	9	9	3
C1	9	0	0	3	9	1	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	3	3
C2	9	0	0	0	9	9	9	3	9	3	9	1	9	9	9	9	9	9	9	1	3
C3	9	3	3	0	9	9	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	0	9	0	3
D1	9	0	0	0	9	9	9	9	3	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	4
D2	9	0	0	0	9	1	9	9	3	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	4
D3	1	3	3	0	3	0	1	0	1	9	3	3	0	9	9	9	9	3	9	0	4
E1	0	0	0	1	0	0	9	3	9	3	3	3	9	9	9	9	9	0	0	0	3
E2	9	3	1	3	3	3	3	3	9	3	3	9	9	9	9	9	9	0	0	0	3
E3	3	1	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3
E4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	9	9	9	9	9	9	3	9	9	3
E5	0	0	0	3	9	9	9	3	9	9	3	9	9	9	9	9	3	3	9	1	4
F1	3	0	3	0	0	3	3	0	3	3	3	0	9	9	9	3	3	9	9	9	3

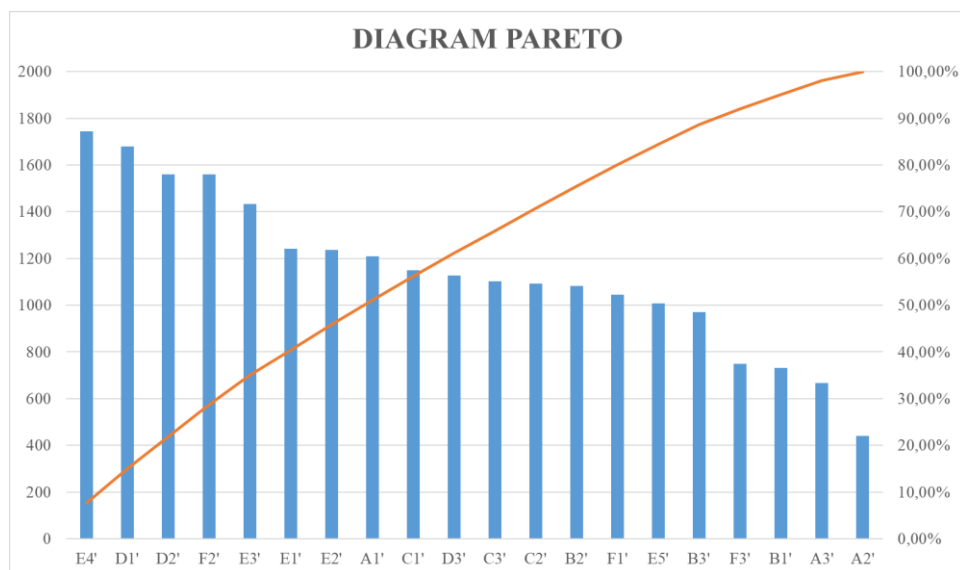
Risk Event	Risk Agent																			Severity	
	A1'	A2'	A3'	B1'	B2'	B3'	C1'	C2'	C3'	D1'	D2'	D3'	E1'	E2'	E3'	E4'	E5'	F1'	F2'		F3'
F2	0	0	0	0	0	3	3	0	3	3	3	3	0	0	9	3	3	9	9	9	4
F3	1	0	0	3	0	3	3	0	9	3	3	0	1	1	3	3	0	9	9	3	3
Occurrence	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4

Setelah ditemukan nilai korelasi maka dilanjutkan dengan perhitungan ADPj dengan cara nilai *Occurrence* pada *Risk Agent* dikalikan dengan total jumlah *Risk Event* kali *Severity* per indikator. Setelah ditemukan nilai ADPj langkah selanjutnya yaitu menentukan ranking terbesar *Risk Agent*. Tabel ADPj dan Ranking dapat diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel ADPj dan Ranking *Risk Agent* dari Terbesar ke Terkecil

Risk Agent	ADPj	Persentase	Kumulatif
E4'	1744	7,64%	7,64%
D1'	1680	7,36%	15,00%
D2'	1560	6,83%	21,83%
F2'	1560	6,83%	28,67%
E3'	1434	6,28%	34,95%
E1'	1242	5,44%	40,39%
E2'	1236	5,41%	45,81%
A1'	1209	5,30%	51,10%
C1'	1149	5,03%	56,14%
D3'	1128	4,94%	61,08%
C3'	1101	4,82%	65,90%
C2'	1092	4,78%	70,69%
B2'	1083	4,74%	75,43%
F1'	1044	4,57%	80,01%
E5'	1008	4,42%	84,42%
B3'	969	4,25%	88,67%
F3'	748	3,28%	91,94%
B1'	732	3,21%	95,15%
A3'	666	2,92%	98,07%
A2'	441	1,93%	100,00%

Setelah persentase dan kumulatif persentase telah dianalisis maka dapat diagram pareto dapat dibuat. Diagram pareto dibuat dengan cara membandingkan nilai ADPj dengan nilai kumulatif persentase yang ada pada semua *Risk Agent*. Diagram pareto dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto

Berdasarkan perhitungan ADPj pada HOR 1 maka dibuat diagram pareto untuk mengetahui *risk agent* yang berpotensi menyebabkan keterlambatan pada proyek konstruksi. Sesuai dengan prinsip Diagram Pareto 80 – 20, maka prioritas masalah yang harus diselesaikan adalah masalah dengan persentase mencapai 80%, terdapat 14 *risk agent* yang menjadi prioritas untuk ditentukan langkah pencegahannya. Tabel prioritas *risk agent* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Prioritas *Risk Agent*

<i>Risk Agent</i>	
E4'	Kurangnya monitoring pekerjaan di lapangan
D1'	Sulitnya pencairan dana dari <i>owner</i>
D2'	<i>Cash flow</i> dana kontraktor
F2'	Kurangnya antisipasi terhadap keadaan alam
E3'	Kurangnya informasi di lapangan
E1'	Jadwal pekerjaan terlalu padat
E2'	Kesalahan prosedur pekerjaan di lapangan
A1'	Kurangnya pelatihan tenaga kerja di lapangan
C1'	Pengiriman material yang lama
D3'	Ketidaklengkapan laporan administrasi keuangan
C3'	Kesalahan dalam penyimpanan material
C2'	Kesalahan fabrikasi material
B2'	Produktivitas peralatan tidak efisien
F1'	Jalan akses lokasi yang susah dilewati

Setelah ditentukan *risk agent* yang menjadi prioritas maka langkah selanjutnya yaitu menentukan *preventive action*. *Preventive action* didapatkan dengan wawancara kepada pihak yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan proyek tersebut. Tabel *preventive action* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Preventive Action*

<i>Preventive Action</i>	
PA1	Meningkatkan perencanaan RAB dan penjadwalan pekerjaan di lapangan
PA2	Melaksanakan evaluasi pekerjaan secara rutin
PA3	Memperketat tim <i>quality control</i> dan pengawasan
PA4	Memperketat seleksi pekerja dan <i>staff</i> di lapangan
PA5	Meningkatkan komunikasi antar pekerja dan <i>staff</i> lapangan
PA6	Mengatur <i>cash flow</i> dengan baik
PA7	Memperhitungkan efisiensi peralatan pendukung pekerjaan
PA8	Melakukan <i>survey</i> lokasi sebelum proyek konstruksi berjalan

Selanjutnya menentukan nilai korelasi antara *risk agent* dengan *preventive action*, dan nilai korelasi tentang tingkat kesulitan dalam penerapan *preventive action* dalam pekerjaan di lapangan. Nilai korelasi antara *risk agent* dengan *preventive action* menggunakan skala 0, 1, 3, 9. Sedangkan nilai korelasi tentang tingkat kesulitan dalam penerapan *preventive action* dengan skala 3, 4, 5 dari mudah diterapkan, agak sulit diterapkan, dan sulit diterapkan. Tabel analisis *House of Risk 2* dapat diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Analisis *House of Risk 2*

Kode	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	ADPj
E4'	0	9	9	1	3	0	0	0	2356
D1'	3	1	3	0	0	3	0	0	2292
D2'	9	3	3	0	1	9	1	0	2260
F2'	1	3	0	0	0	0	0	9	2097
E3'	1	9	9	1	9	0	0	0	1953
E1'	9	3	1	1	3	0	1	0	1926
E2'	0	9	9	9	9	0	0	0	1785
A1'	0	1	3	9	1	0	0	0	1767
C1'	3	1	3	0	1	0	0	9	1764
D3'	3	1	1	0	0	9	0	0	1755
C3'	0	3	9	0	1	0	0	9	1686

Kode	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	ADPj
C2'	0	9	9	3	9	0	0	0	1629
B2'	1	3	3	1	1	0	9	0	1533
F1'	0	0	0	0	1	0	0	9	1470
TE _k	41166	74358	81876	30784	49962	29232	12549	43686	
D _k	3	3	4	5	3	5	4	3	
ETD	13722	24786	20469	6156,8	16654	5846,4	3137,25	14562	
Rank	5	1	2	6	3	7	8	4	

Pada tabel diatas dapat diketahui setiap ranking *preventive action* dari nilai ETD terbesar hingga terkecil. Prioritas *preventive action* secara berurutan yaitu PA2, PA3, PA5, PA8, PA1, PA4, PA6, dan PA7.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa dampak yang dapat terjadi jika proyek mengalami keterlambatan yaitu pihak kontraktor pelaksana akan mengalami kerugian biaya dan juga kehilangan kepercayaan dari *owner*. Pihak konsultan akan mengalami kerugian waktu dan tenaga. Pihak *owner* akan mengalami dampak bangunan yang harus segera beroperasi tidak dapat beroperasi sesuai jadwal yang sudah direncanakan. Upaya penanganan yang dapat dilakukan untuk mengurangi potensi terjadinya keterlambatan proyek yaitu melaksanakan evaluasi pekerjaan secara rutin, memperketat tim *quality control* dan pengawasan, meningkatkan komunikasi antar pekerja dan *staff* lapangan, melakukan survei lokasi sebelum proyek konstruksi berjalan, meningkatkan perencanaan RAB dan penjadwalan pekerjaan di lapangan, memperketat seleksi pekerja dan *staff* lapangan, mengatur *cash flow* dengan baik, memperhitungkan efisiensi peralatan pendukung pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. S., Smith, A., Pitt, M., dan Choon, C. H. (2010): Contractors' perception of factors contributing to project delay: case studies of commercial projects in Klang Valley, Malaysia. *Journal of Design and Built Environment*, 7 (1), 2-4.
- Analysa, D., Suhudi, dan Rahma, P. D. (2019): Evaluasi keterlambatan proyek pembangunan Graha Mojokerto Service City (GMSC) dengan metode Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 4 (2), 3-4, 2503-3654.
- Assaf dan Al-Hejji. (2006): Causes of Delay in Large Construction Projects. *International Journal of Project Management*, 24, 349-357.
- Ekonomi Indonesia Triwulan III-2022 Tumbuh 5,72 Persen diperoleh dari situs internet: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/11/07/1914/ekonomi-indonesia-triwulan-iii-2022-tumbuh-5-72-persen-y-on-y-.html>. Diakses pada tanggal 8 Februari 2023, pukul 18.13 WIB.
- Haseeb, M., Lu-Xinhai, Bibi, A., Dyan, M., dan Rabbani, W. (2011): Problems of projects and effects of delays in the construction industry of Pakistan. *Australian Journal of Business and Management Research*, 1 (5), 41-50.
- Ismael, I. (2013): Keterlambatan proyek konstruksi gedung faktor penyebab dan tindakan pencegahannya. *Jurnal Momentum*, 14 (1), 46-47, 1693-752X.
- Manoppo, F. J., dan Dundu, A. K. T. (2021): Studi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 12 (1), 50, 2087-9334.
- Pinori, M. (2015): Analisis faktor keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi gedung terhadap mutu, biaya, dan waktu di Dinas Pekerjaan Umum Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5 (2), 404, 2087-9334.
- Pujawan, I. N., dan Geraldin, L. H. (2009): House of risk: a model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, 15, 953-967, 1463-7154.
- Pujawan, I. N., dan Geraldin, L. H. (2009): House of risk: a model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, 15, 953-967, 1463-7154.
- Qudsy, N. H., Soetjpto, J. W., dan Arifin, S. (2021): Analisis risiko keterlambatan proyek menggunakan metode House of Risk (HOR). *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT)*, 2 (1), 24-26, 2723-5378.
- Saputra, R. A. (2023): Analisis program keselamatan dan kesehatan kerja dengan pendekatan fault tree analysis pada CV Bestone Indonesia. *SCRIBD*, 1-38. Diperoleh dari situs internet: <https://id.scribd.com/document/632850317/LAPORAN-TA-CV-BESTONE-PROGRES-2>
- Sugiyono. (2014): *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta CV Bandung, 979-8433-64-0.
- Suyanto, E. (2022): Aplikasi model House of Risk (HOR) untuk mitigasi risiko pengadaan material pada proyek dermaga multipurpose Labuan Bajo. *Tesis Magister, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 1-3.