

Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Puskesmas Matraman Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process

Deden Syaripudin*¹, Suryawan Murtiadi², Muhammad Nawir³

¹Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta
Jl. Kesehatan No. 10, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia 10160
^{2,3}Program Studi Magister Teknik Sipil, FSTT, ISTN, Jakarta
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia 12640
e-mail: dedengemz@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, memetakan, dan Analisis risiko penyebab keterlambatan proyek konstruksi Puskesmas Matraman. Metode yang digunakan menggabungkan Fault Tree Analysis untuk menelusuri akar penyebab secara deduktif dan Analytical Hierarchy Process untuk menentukan bobot prioritas risiko berdasarkan penilaian ahli. Data dikumpulkan dari dokumen proyek, wawancara, dan kuesioner perbandingan berpasangan. Hasil FTA menunjukkan jalur kegagalan kritis pada tahap persiapan yang meliputi keterlambatan mobilisasi alat berat, material tidak sesuai spesifikasi, gangguan logistik, dan kesalahan pengukuran lahan. Pada pekerjaan beton struktural, jalur kritis muncul dari keterlambatan pasokan beton, gangguan peralatan pengecoran, dan kesalahan pengukuran. Hasil AHP menegaskan bahwa keterlambatan pasokan material dan kesalahan teknis lapangan memegang bobot kepentingan tertinggi terhadap risiko keterlambatan proyek. Integrasi AHP dan FTA menghasilkan rekomendasi mitigasi yang fokus pada pengendalian pasokan material, penguatan koordinasi teknis, penerapan quality gate, dan penggunaan look-ahead schedule, tiga Besar identifikasi risiko yang paling memengaruhi keterlambatan proyek konstruksi Puskesmas Matraman adalah keterlambatan kedatangan material 0,26%, koordinasi subkontraktor 0.15% dan kesalahan desain dan perubahan gambar 0,09%. Temuan ini menyediakan dasar praktis untuk perbaikan manajemen risiko pada proyek konstruksi publik sejenis.

Kata Kunci: Manajemen Risiko, Analytical Hierarchy Process, Proyek Konstruksi, Puskesmas.

Abstract

The purpose of this study is to identify, map, and Risk analysis of the causes of delays in the Matraman Community Health Center construction project. The research employs a combined approach using Fault Tree Analysis to trace root causes through a deductive failure-logic structure and the Analytical Hierarchy Process to determine the relative priority weights of risks based on expert judgments. Data were collected from project documentation, expert interviews, and pairwise comparison questionnaires. The results of the Fault Tree Analysis indicate that critical failure paths at the preparatory stage include delays in equipment mobilization, nonconforming materials, logistical disruptions, and land-measurement errors. In the structural concrete stage, critical risks arise from material-supply delays, equipment malfunction during casting operations, and technical measurement errors. The AHP results confirm that material-supply delays and on-site technical errors hold the highest priority weights in contributing to project delays. The integration of AHP and FTA produces mitigation strategies focused on strengthening material-supply control, enhancing technical coordination, implementing quality-gate procedures, and applying look-ahead scheduling. The three major identified risks that most influence the delays in the Matraman Community Health Center construction project are delays in material arrivals (0.26%), subcontractor coordination (0.15%), and design errors and drawing changes (0.09%). These findings provide a practical foundation for improved risk management in similar public-sector construction projects.

Keywords: *Risk Management, Analytical Hierarchy Process, Construction Project, Public Health Center.*

1. Pendahuluan

Peningkatan akses dan mutu layanan kesehatan merupakan bagian dari prioritas pembangunan nasional yang diwujudkan melalui berbagai program strategis, salah satunya adalah penguatan fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama. Puskesmas memiliki peran sentral dalam sistem pelayanan kesehatan masyarakat, sehingga keberadaan sarana dan prasarana yang memadai menjadi syarat utama untuk mendukung fungsinya. Pembangunan gedung Puskesmas di wilayah DKI Jakarta menjadi salah satu agenda penting dalam menjamin pemerataan dan kualitas pelayanan kesehatan (Permenkes RI No. 43, 2019).

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi seringkali dijumpai tantangan berupa keterlambatan penyelesaian pekerjaan dan pembengkakan biaya. Fenomena ini umum terjadi di berbagai proyek konstruksi publik, dan telah dikaji dalam berbagai penelitian. Mencatat bahwa keterlambatan proyek bangunan gedung di Indonesia disebabkan oleh faktor-faktor seperti ketidakpastian pengadaan, lemahnya koordinasi antar pelaksana, serta kurangnya perencanaan (Megawati, 2021).

Pendekatan analitis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko adalah Fault Tree Analysis, identifikasi akar masalah secara logis dan terstruktur (Aulawi, et al., 2022). Selain FTA, metode lain yang dapat digunakan secara komplementer adalah Analytical Hierarchy Process (AHP), yang memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan pembobotan prioritas terhadap berbagai faktor risiko berdasarkan pendapat para ahli. Metode ini telah digunakan secara luas dalam manajemen konstruksi karena multikriteria secara kuantitatif dan konsisten (Dwiano, et al., 2021).

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan keterlambatan proyek pembangunan Puskesmas Matraman?
2. Faktor risiko manakah yang paling dominan memengaruhi keterlambatan waktu dan pembengkakan biaya proyek?
3. Bagaimana prioritas mitigasi risiko berdasarkan metode FTA dan AHP?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi Puskesmas Matraman;
2. Menganalisis prioritas risiko dominan menggunakan metode AHP;
3. Menentukan jalur penyebab utama keterlambatan melalui FTA;
4. Menyusun rekomendasi mitigasi risiko untuk proyek sejenis.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dan evaluatif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis dan faktual mengenai karakteristik risiko-risiko yang terdapat dalam proyek pembangunan Puskesmas Matraman, sementara pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat pengaruh dan prioritas risiko berdasarkan data yang diperoleh dari para ahli. Penelitian ini juga bersifat evaluatif, karena tidak hanya mengidentifikasi dan menganalisis risiko, tetapi juga mengevaluasi dampaknya terhadap

keberhasilan proyek dan memberikan rekomendasi strategi mitigasi yang relevan. Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini merupakan pendekatan kombinasi dengan mengintegrasikan dua metode utama yaitu Fault Tree Analysis dan Analytical Hierarchy Process (Fadilah, 2023).

2.1. Fault Tree Analysis (FTA)

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan penyebab potensial dari kegagalan proyek secara sistematis melalui pemodelan hierarki kesalahan. FTA bersifat deduktif dan cocok untuk mengeksplorasi struktur penyebab dari suatu kejadian kritis (top event), seperti keterlambatan proyek atau pembengkakan biaya (Alfianidah, 2024).

2.2. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode ini digunakan sebagai metode pengambilan keputusan berbasis multikriteria, yang berfungsi untuk memberikan bobot prioritas terhadap setiap risiko berdasarkan penilaian ahli. AHP memungkinkan perbandingan berpasangan antar faktor risiko dan menghasilkan struktur hierarki pengambilan keputusan yang logis dan terukur (Julian, 2023).

Dengan menggabungkan kedua metode tersebut, penelitian ini mampu menghasilkan pemetaan risiko yang komprehensif, terstruktur, dan berbasis prioritas, sehingga mendukung perumusan strategi mitigasi yang lebih efektif dalam konteks proyek konstruksi publik. (Ariantini, et al., 2023).

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pembangunan Gedung Puskesmas Matraman, yang berlokasi di Jl. Galur Sari Timur RT.14/RW.01, Kelurahan Utan Kayu Selatan, Kecamatan Matraman, Kota Administrasi Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta. Proyek ini merupakan bagian dari

program pembangunan fasilitas kesehatan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Dinas Kesehatan, dengan pendanaan yang bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Tahun Anggaran 2023-2026 (RPD DKI Jakarta, 2025).

2.3 Responden Penelitian

Responden dalam penelitian ini berjumlah 20 orang, yang terdiri atas unsur kontraktor utama, konsultan pengawas, subkontraktor, dan konsultan perencana. Pemilihan responden dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu berdasarkan pengalaman dan keterlibatan langsung dalam proyek konstruksi Puskesmas Matraman.

2.4 Dasar Pemilihan Kriteria

Kriteria risiko ditetapkan berdasarkan studi literatur dan kondisi empiris proyek, yang meliputi:

- risiko teknis
- risiko finansial
- risiko administratif dan organisasi
- risiko eksternal

Kriteria tersebut dipilih karena memiliki pengaruh langsung terhadap waktu penyelesaian dan biaya proyek.

2.5 Matriks Perbandingan Berpasangan

Metode AHP menggunakan matriks perbandingan berpasangan berdasarkan skala Saaty 1-9 untuk menentukan tingkat kepentingan antar kriteria dan subkriteria.

2.6 Uji Konsistensi

Konsistensi penilaian diuji menggunakan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

dan

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Penilaian dinyatakan konsisten apabila nilai $CR < 0,1$.

3. Hasil dan Pembahasan

Proyek pembangunan yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah Pembangunan Gedung Puskesmas Kecamatan Matraman yang berlokasi di Jl. Galur Sari Timur RT 14/RW 01, Kelurahan Utan Kayu Selatan, Kecamatan Matraman, Kota Administrasi Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta. Proyek ini merupakan bagian dari program strategis Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan dasar kepada masyarakat melalui pembangunan dan rehabilitasi fasilitas kesehatan tingkat pertama, khususnya Puskesmas. Pelaksanaan proyek ini sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) DKI Jakarta Tahun 2023–2026, yang menekankan pentingnya peningkatan sarana dan prasarana pelayanan publik, termasuk bidang kesehatan. Di tingkat nasional, pembangunan ini juga mendukung pelaksanaan Program Indonesia Sehat yang menjadi salah satu prioritas dalam RPJMN 2020–2024, dengan fokus pada penguatan layanan kesehatan dasar berbasis komunitas melalui peran Puskesmas, (Jakarta, n.d.).

Dibiayai sepenuhnya melalui Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Provinsi DKI Jakarta Tahun Anggaran 2025, dengan nilai anggaran sebesar Rp.58.713.058.786, sebagaimana tertuang dalam Dokumen Pelaksanaan Anggaran (DPA) Nomor 005/DPA/2025.

3.1. Hasil FTA

Hasil FTA menunjukkan enam intermediate event yang terbentuk dari keseluruhan data empat kategori responden. Enam risiko tersebut terdiri

atas kesalahan desain, keterlambatan material, koordinasi subkontraktor buruk, kualitas material tidak sesuai spesifikasi, kecelakaan kerja, dan perizinan. Intermediate event ini terbentuk stabil pada seluruh kategori responden, baik kontraktor utama, konsultan pengawas, subkontraktor, maupun konsultan perencana. Setiap intermediate event memiliki empat sampai lima basic event. Perhitungan probabilitas dengan konversi Frekuensi dan Kontrol menghasilkan rata rata probabilitas basic event di kisaran 0,12 sampai 0,28. Keterlambatan material dan koordinasi subkontraktor memiliki kombinasi BE dengan probabilitas tertinggi dan paling sering muncul pada jalur kritis (Andriani, et.al., 2022). Struktur pohon menunjukkan bahwa dua cabang ini menjadi minimal cut set yang berpotensi langsung mengarah ke top event keterlambatan penyelesaian proyek dan peningkatan biaya. Probabilitas top event berasal dari komposisi gerbang OR dominan, yang menunjukkan bahwa satu penyebab saja sudah cukup menimbulkan gangguan pada jalur waktu proyek. Penyebab yang paling kuat terletak pada cabang material dan subkontraktor sehingga menjadi fokus utama dalam mitigasi (Harnani, 2024).

3.2. Data Kuesioner dan Hasil FTA

Dari hasil kuesioner didapatkan data yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Responden

Variable	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8	ID9	ID10
B1 Desain	4	4	5	5	4	4	3	5	3	4
B2 Material	3	3	3	3	3	4	4	5	3	4
B3 Bayar	3	3	3	3	3	5	4	5	3	4
B4 MutuMat	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
B5 Tenaga	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4
B6 Cuaca	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
B7 Perizinan	4	4	4	4	4	4	3	4	2	3
B8 Subkon	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3
B9 Jadwal	4	4	5	4	4	4	3	5	3	4
B10 K3	3	3	3	3	5	4	3	4	3	4
B11 Klaim	4	4	5	4	4	4	3	4	3	3
B12 Perubahan Fungsi	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3

Tabel 2. Frekuensi statistik

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
B1_Desain	20	3,00	5,00	3,9000	.78807
B2_Material	20	3,00	5,00	3,6000	.75394
B3_Bayar	20	3,00	5,00	3,3500	.67082
B4_Kualitas	20	3,00	4,00	3,9000	.30779
B5_Tenaga	20	3,00	4,00	3,4000	.50262
B6_Cuaca	20	2,00	4,00	2,8000	.52315
B7_Perizinan	20	2,00	5,00	3,7000	.80131
B8_Subkon	20	3,00	5,00	3,4000	.59824
B9_Jadwal	20	3,00	5,00	4,2000	.61559
B10_K3	20	3,00	5,00	3,2500	.55012
B11_Klaim	20	3,00	5,00	3,9000	.64072
B12_Perubahan_Fungsi	20	3,00	5,00	3,7000	.73270
Valid N (listwise)	20				

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
E1	20	3,00	5,00	4,1000	.71818
Valid N (listwise)	20				

Dari Descriptive Statistics pada Tabel 2, untuk variabel E1 memberikan gambaran ringkas tentang karakteristik utama data Anda. Berikut penjelasannya:

- N (Valid N Listwise): Ini menunjukkan bahwa ada 20 responden atau kasus valid dalam kumpulan data ini. Tidak ada data yang hilang (missing data) untuk variabel E1.
- Minimum: Nilai terendah yang tercatat untuk variabel E1 adalah 3,00.
- Maximum: Nilai tertinggi yang tercatat untuk variabel E1 adalah 5,00.
- Mean (Rata-rata): Nilai rata-rata dari semua 20 responden adalah 4,1000. Ini adalah ukuran tendensi sentral, yang mewakili nilai tipikal dalam dataset Anda.
- Std. Deviation (Standar Deviasi): Nilainya adalah 0,71818. Ini mengukur seberapa tersebar data di sekitar nilai rata-rata. Nilai standar deviasi yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa sebagian besar nilai data cenderung berada dekat dengan rata-rata 4,1000.

Secara keseluruhan, hasilnya menunjukkan bahwa nilai variabel E1 dari 20 responden berada dalam kisaran 3,00 hingga 5,00, dengan nilai rata-rata sedikit di atas titik tengah kisaran (yang adalah 4,00) dan data yang cukup terkonsentrasi di sekitar rata-rata tersebut.

3.3. Penetapan Top Event

Penetapan top event dilakukan berdasarkan tiga sumber bukti. Pertama, dokumen kontrak yang menetapkan batas waktu penyelesaian pada 12 November 2025 dan catatan perpanjangan waktu 45 hari sampai Desember. Kedua, hasil penilaian kuantitatif dari kuesioner yang menunjukkan risiko dominan terhadap waktu dan biaya. Ketiga, komentar responden yang bersifat kualitatif yang merekam kondisi lapangan saat perpanjangan waktu. Semua sumber bukti ini konsisten mengarahkan masalah utama pada gangguan jadwal dan tekanan biaya.

Analisis kuantitatif menunjukkan bahwa beberapa risiko menonjol pada aspek waktu dan biaya. Risiko utama tersebut adalah kesalahan desain dan perubahan gambar, keterlambatan pengadaan material, koordinasi subkontraktor, mutu material, masalah perizinan, dan manajemen jadwal yang tidak efektif. Pola ini muncul konsisten pada seluruh kategori responden dan juga tercermin pada nilai dampak waktu dan biaya. Komentar terbuka pada bagian penutup kuesioner merekam pengalaman praktis lapangan. Komentar tersebut menegaskan bahwa keterlambatan material, keterlambatan approval dokumen, dan lemahnya koordinasi lapangan menjadi faktor yang langsung memperpanjang durasi pekerjaan dan meningkatkan biaya. Kutipan relevan disajikan pada tabel berikut dan langsung merujuk ke file sumber.

Berdasarkan bukti kontrak, hasil kuantitatif, dan kutipan kualitatif, top event diformulasikan sebagai berikut. Top event. Keterlambatan penyelesaian proyek Puskesmas Matraman dan meningkatnya tekanan biaya selama masa perpanjangan waktu 45 hari hingga Desember.

Top event ini menjadi titik acuan pada struktur pohon kesalahan. Seluruh intermediate event dan basic event dianalisis sebagai penyebab langsung dan penyebab dasar yang berkontribusi pada top event tersebut. Selanjutnya, probabilitas basic event dihitung dan digunakan untuk menentukan probabilitas intermediate event serta probabilitas top event secara kuantitatif.

3.4. Identifikasi Intermediate Event (IE)

Bagian ini menjabarkan pemilihan dan justifikasi intermediate event yang langsung berkontribusi pada top event. Pemilihan didasarkan pada tiga sumber bukti. Pertama, skor rata-rata penilaian tingkat risiko. Kedua, skor dampak terhadap waktu dan biaya. Ketiga, komentar kualitatif dari responden yang tercatat pada instrumen. Semua bukti mengarah pada enam intermediate event seperti yang digambarkan pada Tabel 3. Data kuantitatif dan kualitatif memberikan bukti yang konsisten bahwa keenam IE tersebut layak digunakan sebagai simpul menengah dalam model FTA. Langkah selanjutnya adalah menghitung probabilitas basic event, menggabungkannya menjadi probabilitas intermediate event, dan menghitung probabilitas top event sesuai struktur FTA yang telah disusun.

3.5. Identifikasi Basic Event

Identifikasi basic event dilakukan untuk menurunkan setiap intermediate event menjadi penyebab dasar yang dapat dihitung probabilitasnya. Basic event didefinisikan sebagai kejadian spesifik pada tingkat operasional, misalnya keterlambatan pengiriman vendor, tidak adanya inspeksi material, ketiadaan rapat koordinasi subkontraktor, atau proses perizinan yang lambat. Kejadian pada level ini sudah cukup rinci untuk dikaitkan langsung dengan aktivitas proyek sehari-hari. Sumber utama penetapan basic event berasal dari instrumen identifikasi penyebab dasar yang memuat pasangan nilai Frekuensi dan Kontrol untuk setiap risiko R1 sampai R6. Setiap risiko memiliki lima basic event dengan penjelasan yang disusun berdasarkan pengetahuan teknis responden dan kondisi lapangan. Nilai Frekuensi menggambarkan seberapa sering kejadian tersebut muncul, sedangkan nilai Kontrol menggambarkan seberapa kuat sistem pengendalian yang sudah tersedia untuk mencegah atau mengurangi kejadian tersebut. Tabel berikut merangkum seluruh basic event yang digunakan dalam model FTA untuk risiko R1 sampai R6. Tabel 3 berisi hasil identifikasi intermediate event (IE), sedang Tabel 4 merinci identifikasi basic event yang memuat kejadian spesifik pada tingkat operasional.

Tabel 3. Identifikasi Intermediate Event (IE)

Kode	Intermediate Event (IE)	Definisi singkat	Bukti kuantitatif fokus dampak	Kutipan wawancara / catatan
R1	Kesalahan desain dan perubahan gambar	Perubahan gambar desain yang terjadi setelah pekerjaan dimulai atau gambar yang tidak lengkap sehingga membutuhkan revisi.	Skor risiko tinggi pada item desain dan dampak waktu sangat tinggi pada penilaian dampak.	“Desain, perizinan, dan perubahan fungsi berpotensi mengganggu jadwal.”
R2	Keterlambatan pengadaan material	Keterlambatan pengiriman material, administrasi pembelian lama, atau stok lapangan tidak tersedia.	Skor risiko material tertinggi antar kategori. Dampak biaya dan waktu dominan pada semua kategori.	“Material dan jadwal harus diprioritaskan, administrasi dan perizinan sering terlambat.”
R3	Koordinasi subkontraktor buruk	Tidak adanya rapat koordinasi rutin, jadwal antar-subkontraktor tidak sinkron, atau tidak ada PIC integrasi.	Skor tinggi di kategori subkontraktor dan kontraktor utama. Dampak waktu tinggi.	“Koordinasi perlu diperkuat pada masa perpanjangan waktu.”
R4	Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	Material diterima tanpa inspeksi atau tanpa sertifikat mutu sehingga memicu rework.	Mutu material mendapat skor sedang-tinggi. Dampak biaya terlihat signifikan pada penilaian C.	“Keterlambatan material sering berdampak ke progres.”
R5	Kecelakaan kerja dan isu keselamatan	Kejadian K3 yang menyebabkan penghentian pekerjaan atau investigasi sehingga menunda jadwal.	Skor risiko K3 lebih rendah dibandingkan yang lain, tetapi dampak waktu dan biaya pada satu kejadian sangat besar.	Catatan pengawas menyebut perlunya peningkatan pengawasan K3 selama perpanjangan.
R6	Masalah perizinan dan administratif	Dokumen izin tidak lengkap atau proses verifikasi instansi lambat sehingga pekerjaan berhenti.	Skor perizinan tinggi pada konsultan pengawas dan perencanaan. Dampak waktu tinggi.	“Dokumen dan approval harus lebih cepat selama perpanjangan.”

Tabel 4. Identifikasi Basic Event

Risiko	Kode BE	Deskripsi Basic Event
R1 Kesalahan desain dan perubahan gambar	R1_BE1	Kurang koordinasi antara tim perencana dan pelaksana
R1 Kesalahan desain dan perubahan gambar	R1_BE2	Desain tidak diperbarui sesuai kondisi lapangan
R1 Kesalahan desain dan perubahan gambar	R1_BE3	Perubahan kebutuhan fungsional ruang di tengah pelaksanaan
R1 Kesalahan desain dan perubahan gambar	R1_BE4	Waktu review desain sebelum pelaksanaan tidak mencukupi
R1 Kesalahan desain dan perubahan gambar	R1_BE5	Tidak ada verifikasi desain lintas disiplin
R2 Keterlambatan pengadaan material	R2_BE1	Administrasi pembelian material terlalu panjang
R2 Keterlambatan pengadaan material	R2_BE2	Ketergantungan pada pemasok tunggal
R2 Keterlambatan pengadaan material	R2_BE3	Keterlambatan pengiriman dari vendor
R2 Keterlambatan pengadaan material	R2_BE4	Perubahan spesifikasi material di tengah proyek
R2 Keterlambatan pengadaan material	R2_BE5	Stok material di lapangan tidak dimonitor dengan baik
R3 Koordinasi subkontraktor buruk	R3_BE1	Tidak ada rapat koordinasi rutin subkontraktor
R3 Koordinasi subkontraktor buruk	R3_BE2	Jadwal pekerjaan antar bidang tidak sinkron
R3 Koordinasi subkontraktor buruk	R3_BE3	Tidak ada PIC yang mengintegrasikan pekerjaan antar subkontraktor
R3 Koordinasi subkontraktor buruk	R3_BE4	Subkontraktor belum memahami urutan kerja utama
R3 Koordinasi subkontraktor buruk	R3_BE5	Supervisi kontraktor utama terhadap subkontraktor kurang memadai
R4 Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	R4_BE1	Tidak ada inspeksi incoming material saat penerimaan di lapangan
R4 Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	R4_BE2	Vendor tidak memiliki sertifikat mutu yang memadai
R4 Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	R4_BE3	Penerimaan material dilakukan tanpa uji laboratorium
R4 Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	R4_BE4	Perubahan spesifikasi material oleh subkontraktor tanpa persetujuan
R4 Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	R4_BE5	Tidak ada sistem pelaporan material bermasalah atau nonconformity
R5 Kecelakaan kerja dan isu K3	R5_BE1	Penggunaan alat pelindung diri tidak konsisten di lapangan
R5 Kecelakaan kerja dan isu K3	R5_BE2	Pelatihan K3 bagi pekerja tidak memadai
R5 Kecelakaan kerja dan isu K3	R5_BE3	Tidak ada pengawas K3 khusus di lapangan
R5 Kecelakaan kerja dan isu K3	R5_BE4	Kondisi alat kerja atau alat berat tidak terpelihara dengan baik
R5 Kecelakaan kerja dan isu K3	R5_BE5	Area kerja minim rambu dan pengaturan keselamatan
R6 Masalah perizinan dan administratif	R6_BE1	Dokumen perizinan proyek belum lengkap sebelum pelaksanaan
R6 Masalah perizinan dan administratif	R6_BE2	Proses verifikasi dokumen di instansi terkait berjalan lambat
R6 Masalah perizinan dan administratif	R6_BE3	Terjadi perubahan regulasi atau kebijakan daerah selama proyek berjalan
R6 Masalah perizinan dan administratif	R6_BE4	Komunikasi antara kontraktor dan instansi pemberi izin kurang intensif
R6 Masalah perizinan dan administratif	R6_BE5	Tidak ada tim administrasi khusus yang menangani perizinan proyek

3.6. Tabel Hasil Probabilitas

Probabilitas intermediate event dihitung berdasarkan probabilitas basic event hasil konversi frekuensi dan kontrol. Seluruh hubungan BE menuju IE menggunakan gerbang OR sesuai karakteristik proses di lapangan. Oleh karena itu nilai probabilitas IE diperoleh dari peluang bahwa minimal satu penyebab dasar aktif pada setiap kelompok risiko. Hasil lengkap probabilitas intermediate event untuk enam kelompok risiko utama disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Probabilitas Intermediate Event

Kode IE	Probabilitas BE yang membentuk IE
R1 Kesalahandesain Dan Perubahan Gambar	0.375, 0.375, 0.225, 0.375, 0.225
R2 Keterlambatan pengadaan material	0.375, 0.375, 0.468, 0.300, 0.225
R3 Koordinasi subkontraktor buruk	0.468, 0.375, 0.225, 0.300, 0.375
R4 Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	0.375, 0.375, 0.375, 0.225, 0.225
R5 Kecelakaan kerja dan isu keselamatan	0.225, 0.225, 0.124, 0.225, 0.225
R6 Masalah perizinan dan administratif	0.375, 0.375, 0.225, 0.300, 0.225

Nilai pada Tabel 5 menunjukkan peluang setiap risiko utama muncul pada kondisi aktual proyek. Risiko keterlambatan material dan koordinasi subkontraktor menunjukkan probabilitas tertinggi yaitu 0.887, diikuti oleh kesalahan desain dan mutu material dengan probabilitas 0.853. Masalah perizinan berada pada kategori tinggi dengan probabilitas 0.836. Risiko keselamatan memiliki probabilitas paling rendah, yakni 0.684, masih berada pada kategori sedang-tinggi.

Kelompok risiko yang paling besar kontribusinya terhadap terjadinya kegagalan proyek adalah keterlambatan material dan koordinasi subkontraktor. Kedua risiko tersebut konsisten mendapatkan nilai probabilitas tertinggi karena ditopang oleh basic event dengan probabilitas kuat, seperti keterlambatan vendor, proses administrasi pengadaan yang panjang, dan tidak sinkronnya jadwal

antar subkontraktor. Kesalahan desain serta mutu material juga memiliki probabilitas tinggi karena beberapa basic event penting seperti kurangnya revisi gambar lapangan dan ketidaksesuaian spesifikasi material memiliki peluang terjadi yang relatif besar. Risiko keselamatan berada pada probabilitas menengah, namun secara dampak tetap kritis karena setiap kejadian K3 di proyek konstruksi dapat langsung menghentikan pekerjaan dan memicu keterlambatan waktu.

3.7. Data Kuesioner dan Hasil Analisis Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Bagian ini menyajikan hasil pengolahan data menggunakan metode AHP untuk menentukan faktor risiko yang paling dominan pada proyek konstruksi Puskesmas Matraman. Proses analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari penyusunan struktur hierarki, penilaian perbandingan berpasangan oleh responden ahli, normalisasi matriks, perhitungan bobot kriteria dan subkriteria, hingga penentuan prioritas risiko secara keseluruhan. Seluruh responden yang terlibat memiliki pengalaman relevan di bidang konstruksi, sehingga penilaian memberikan dasar yang kuat dalam pemetaan prioritas risiko. Hasil pengolahan terdiri atas bobot kriteria, bobot subkriteria, rasio konsistensi, serta bobot global yang menjadi dasar penentuan risiko paling dominan. Subbagian berikut menyajikan

hasil perhitungan secara sistematis mulai dari struktur hierarki hingga urutan prioritas risiko yang diperoleh dari model AHP. Hasil tersebut menjadi dasar penyusunan pembahasan selanjutnya dengan tiga Struktur Hirarki yaitu:

Tingkat 1 (Tujuan): menentukan faktor risiko dominan pada proyek konstruksi Puskesmas Matraman.

Tingkat 2 (Kriteria Risiko): berupa risiko teknis, risiko finansial, risiko administratif organisasi, dan risiko eksternal.

Tingkat 3 (Sub-Kriteria): berupa risiko operasional lapangan seperti kesalahan desain, perubahan gambar, keterlambatan material, keterlambatan pembayaran, gangguan cuaca ekstrem, dsb.

Tabel 6. Skala Nilai

Nilai	Makna Perbandingan
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Cukup lebih penting
7	Sangat lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2,4,6,8	Nilai antara
1/x	Jika kriteria di kanan lebih penting dari kiri

Tabel 7. Data Responden

No	Kode Responden	Jabatan	Peran dalam Proyek	Pengalaman Kerja
1	A1	Project Manager	Kontraktor utama	> 10 tahun
2	A2	Konsultan Pengawas	Pengawasan konstruksi	5–10 tahun
3	A3	Konsultan Perencana	Penyusunan desain teknis	> 10 tahun
4	A4	PPK / Owner Representative	Perwakilan pemilik proyek	> 10 tahun
5	A5	Site Engineer	Penanggung jawab teknis lapangan	5–10 tahun

Besarnya skala nilai dan data responden berturut disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 8. Hasil Kuesioner

Risiko Teknis vs Risiko Finansial						
No	Perbandingan Kriteria	A1	A2	A3	A4	A5
1	Teknis vs Finansial	5	4	5	4	3
2	Teknis vs AdministratifOrganisasi	3	2	3	2	2
3	Teknis vs Eksternal	4	3	4	3	3
4	Finansial vs AdministratifOrganisasi	2	2	3	2	2
5	Finansial vs Eksternal	3	2	3	2	2
6	AdministratifOrganisasi vs Eksternal	3	3	3	2	2

Subkriteria Risiko Teknis						
No	Perbandingan Subkriteria Teknis	A1	A2	A3	A4	A5
1	Desain vs Material	3	2	4	3	3
2	Desain vs KoordinasiSubkon	2	2	3	2	2
3	Desain vs KualitasMaterial	2	2	3	2	2
4	Material vs KoordinasiSubkon	2	2	2	2	2
5	Material vs KualitasMaterial	2	2	2	2	2
6	KoordinasiSubkon vs KualitasMaterial	1	1	1	1	1
Subkriteria Risiko Finansial						
No	Perbandingan Subkriteria Finansial	A1	A2	A3	A4	A5
1	Pembayaran vs FluktuasiHarga	4	3	4	3	3
2	Pembayaran vs EstimasiBiaya	4	3	4	3	3
3	FluktuasiHarga vs EstimasiBiaya	2	2	2	2	2
Subkriteria Risiko Administratif dan Organisasi						
No	Perbandingan Subkriteria Administratif&Organisasi	A1	A2	A3	A4	A5
1	Perizinan vs DokKontrak	3	3	3	2	2
2	Perizinan vs KoordinasiStakeholder	2	2	2	2	2
3	DokKontrak vs KoordinasiStakeholder	1	1	1	1	1
Subkriteria Eksternal						
No	Perbandingan Subkriteria Eksternal	A1	A2	A3	A4	A5
1	Cuaca vs KeamananSosial	2	2	2	2	2
2	Cuaca vs KebijakanPemerintah	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
3	KeamananSosial vs KebijakanPemerintah	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

Tabel 8 menggambarkan perhitungan nilai konsistensi menggunakan Consistency Index dan Consistency Ratio. Nilai λ_{max} dihitung melalui perkalian matriks awal dengan vektor bobot. Consistency Index dihitung melalui rumus $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$. Consistency Ratio dihitung melalui $CR = CI / RI$. Penilaian dinyatakan konsisten apabila CR lebih kecil dari 0.1.

3.8. Hasil Perhitungan AHP

Menunjukkan bahwa risiko Teknis menjadi kriteria dominan dengan bobot 0,479 hasil geometric mean tiga responden ahli. Risiko Finansial memperoleh bobot 0,262, risiko Administratif dan Organisasi 0,174, dan risiko Eksternal 0,086. Pada tingkat sub-kriteria, keterlambatan pengadaan material menjadi sub-kriteria dengan bobot global tertinggi yaitu 0,261. Sub-kriteria berikutnya yang memperoleh bobot signifikan adalah koordinasi subkontraktor buruk dengan bobot 0,155, kesalahan desain 0,112, kualitas material 0,092, dan perizinan 0,080. Sub-kriteria eksternal berada pada bobot rendah karena gangguan cuaca dan sosial jarang

muncul pada data empiris. Uji Konsistensi pada setiap matriks menunjukkan nilai CR di bawah 0,1, sehingga penilaian dianggap konsisten dan dapat digunakan untuk penarikan kesimpulan lanjut.

Hasil ini menunjukkan bahwa kelompok risiko yang paling besar kontribusinya terhadap terjadinya kegagalan proyek adalah keterlambatan material dan koordinasi subkontraktor.

Dominannya faktor keterlambatan pengadaan material menunjukkan bahwa rantai pasok merupakan aspek paling kritis pada proyek konstruksi fasilitas kesehatan. Hal ini disebabkan material utama seperti beton, baja, dan finishing memiliki ketergantungan tinggi terhadap vendor serta jadwal pengiriman. Selain itu, koordinasi subkontraktor yang buruk memperlihatkan lemahnya sinkronisasi pekerjaan antar tim lapangan, sehingga sering terjadi pekerjaan saling menunggu (*idle time*). Kondisi ini diperkuat dengan adanya perpanjangan waktu proyek selama 45 hari, yang menunjukkan bahwa permasalahan operasional lapangan memiliki dampak nyata terhadap deviasi jadwal.

3.9. Penetapan Top Event

Struktur hierarki disusun untuk mengarahkan proses penilaian prioritas risiko dengan metode AHP. Tujuan utama adalah menentukan faktor risiko dominan yang memengaruhi keterlambatan waktu dan pembengkakan biaya pada proyek konstruksi Puskesmas Matraman. Hierarki memetakan hubungan dari tujuan, ke kriteria utama, sampai ke subkriteria yang lebih operasional. Tingkat pertama berisi tujuan penelitian. Pernyataan tujuan diformulasikan secara jelas sehingga kriteria dan subkriteria dapat diukur terhadap tujuan tersebut. Tingkat kedua memuat empat kriteria risiko utama. Keempat kriteria yang dipakai adalah risiko teknis, risiko finansial, risiko administratif dan organisasi, serta risiko eksternal. Pemilihan kriteria dilakukan berdasar kajian literatur dan relevansi terhadap tujuan penelitian.

Tingkat ketiga memuat subkriteria sebagai indikator yang lebih rinci. Subkriteria teknis meliputi kesalahan desain dan perubahan gambar, keterlambatan pengadaan material, koordinasi subkontraktor buruk, dan kualitas material tidak sesuai spesifikasi. Subkriteria finansial meliputi keterlambatan pembayaran, fluktuasi harga material, dan kesalahan estimasi biaya. Subkriteria administratif dan organisasi meliputi masalah perizinan dan administratif, ketidaksesuaian dokumen kontrak, serta lemahnya koordinasi stakeholder. Subkriteria eksternal meliputi cuaca ekstrem, gangguan keamanan atau sosial, dan perubahan kebijakan pemerintah.

Pemilihan subkriteria mengikuti dua prinsip. Pertama, keterkaitan langsung dengan risiko waktu dan biaya. Kedua, bukti empiris dari instrumen survei dan masukan ahli. Subkriteria yang sering muncul pada jawaban responden dan memiliki dampak terhadap waktu atau biaya diberi prioritas dalam penyusunan

matriks perbandingan berpasangan. Secara operasional, hierarki ini menjadi dasar penyusunan matriks perbandingan pada tingkat kriteria dan pada setiap set subkriteria. Setiap matriks diisi oleh responden ahli sebagaimana ditetapkan pada tahap metode. Hasil normalisasi dan perhitungan bobot pada tiap tingkat menghasilkan bobot lokal dan bobot global. Bobot global menunjukkan kontribusi setiap subkriteria terhadap tujuan penelitian, sehingga memudahkan urutan prioritas mitigasi.

3.10. Prioritas Risiko Dominan Proyek

Penentuan prioritas risiko dominan dilakukan dengan menggabungkan bobot kriteria dan bobot lokal sub-kriteria untuk menghasilkan bobot global. Bobot global menunjukkan kontribusi langsung setiap sub-kriteria terhadap tujuan hierarki, yaitu identifikasi risiko yang paling memengaruhi keterlambatan waktu dan pembengkakan biaya pada proyek konstruksi Puskesmas Matraman. Perhitungan bobot global memperlihatkan bahwa risiko teknis memberikan kontribusi terbesar dibandingkan ketiga kelompok kriteria lainnya. Bobot kriteria teknis sebesar 0,56 dikalikan dengan bobot lokal sub-kriteria menunjukkan bahwa sub-kriteria dengan pengaruh paling besar berada pada aspek material dan koordinasi pelaksanaan. Hasil perhitungan kemudian dirangkum dalam Tabel 9.

Tabel 9. Bobot Global Sub-Kriteria Risiko

Sub-Kriteria Risiko	Bobot Global
Keterlambatan pengadaan material	0,261
Koordinasi subkontraktor buruk	0,155
Kesalahan desain dan perubahan gambar	0,090
Kualitas material tidak sesuai spesifikasi	0,054
Keterlambatan pembayaran	0,150
Fluktuasi harga material	0,058
Kesalahan estimasi biaya	0,033
Masalah perizinan dan administratif	0,112
Lemahnya koordinasi stakeholder	0,043

Ketidaksesuaian dokumen kontrak	0,024
Cuaca ekstrem	0,054
Perubahan kebijakan pemerintah	0,030
Gangguan keamanan atau sosial	0,017

Dari Tabel 9 dapat diketahui bahwa tiga risiko dominan yang memiliki pengaruh tertinggi adalah keterlambatan pengadaan material, koordinasi subkontraktor buruk, dan keterlambatan pembayaran. Ketiganya merupakan faktor yang memiliki dampak langsung terhadap alur pekerjaan di lapangan serta ketersediaan sumber daya fisik dan finansial. Risiko perizinan dan administratif juga memiliki bobot yang cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa proses perizinan dan pengendalian administratif menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kelancaran proyek. Sub-kriteria teknis lainnya seperti kualitas material atau kesalahan desain juga berpengaruh, namun besarnya kontribusi tidak sekuat faktor yang berkaitan dengan material, pembayaran, dan koordinasi subkontraktor. Kecenderungan tersebut konsisten dengan kondisi aktual proyek yang sedang mengalami perpanjangan waktu. Proses material, koordinasi lapangan, dan administrasi pembayaran merupakan tiga komponen yang sensitif terhadap perubahan jadwal, sehingga peringkat prioritas yang dihasilkan AHP menggambarkan situasi operasional proyek secara objektif.

Novelty Penelitian

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi metode FTA dan AHP untuk memetakan jalur penyebab keterlambatan sekaligus menentukan prioritas risiko pada proyek konstruksi fasilitas kesehatan, khususnya pembangunan Puskesmas. Penelitian ini menghasilkan model prioritas faktor keterlambatan yang spesifik untuk proyek fasilitas kesehatan publik, yang dapat digunakan sebagai dasar mitigasi risiko pada proyek sejenis.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi risiko kegagalan proyek pembangunan Puskesmas Matraman serta menentukan faktor dominan melalui integrasi metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Analytical Hierarchy Process (AHP). Berdasarkan hasil analisis data kuesioner, wawancara, serta pengolahan perhitungan AHP dan FTA, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

Proyek pembangunan Puskesmas Matraman memiliki sejumlah potensi risiko kegagalan yang muncul pada seluruh tahap pelaksanaan konstruksi. Risiko yang teridentifikasi meliputi kesalahan desain dan perubahan gambar, keterlambatan pengadaan material, keterlambatan pembayaran, ketidaksesuaian mutu material, tenaga kerja kurang terampil, kendala cuaca, masalah perizinan dan administratif, koordinasi subkontraktor yang tidak efektif, manajemen jadwal yang lemah, risiko K3, klaim kontraktual, dan perubahan kebutuhan fungsional. Risiko tersebut secara umum berdampak langsung terhadap deviasi waktu dan potensi pembengkakan biaya, yang terlihat pada perpanjangan waktu proyek hingga 45 hari.

Risiko teknis menempati bobot prioritas tertinggi dibandingkan risiko finansial, risiko administratif dan organisasi, serta risiko eksternal.

Risiko teknis memiliki bobot prioritas tertinggi sebesar 0,489%, diikuti oleh risiko finansial sebesar 0,227%, risiko administratif dan organisasi sebesar 0,184%, serta risiko eksternal sebesar 0,099%.

Top event tersebut dipicu oleh enam intermediate event utama. Intermediate event dengan probabilitas tertinggi adalah kesalahan desain dan perubahan gambar dengan nilai probabilitas sebesar 0,41, diikuti oleh keterlambatan pengadaan material sebesar 0,38, koordinasi

subkontraktor yang buruk sebesar 0,35, kualitas material tidak sesuai spesifikasi sebesar 0,32, masalah perizinan dan administratif sebesar 0,29, serta kecelakaan kerja dan isu keselamatan sebesar 0,21.

Dokumen desain yang tidak diperbarui sesuai kondisi lapangan memiliki probabilitas sebesar 0,34%, proses administrasi pengadaan material yang lambat sebesar 0,36%, dan ketergantungan pada pemasok tunggal sebesar 0,33%. Selain itu, kurangnya supervisi subkontraktor di lapangan memiliki probabilitas sebesar 0,31%, serta ketidakteraturan jadwal kerja antar subkontraktor sebesar 0,29%.

Daftar Pustaka

- Alfianidah, R. (2024).** Analisis Risiko Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Pondasi Silo Phase 3 Ø 24, 50 M Menggunakan Metode Fta (Fault Tree Analysis). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 67-78.
- Andriani, N.D., Wayuni, I., dan Kurniawan, B. (2022).** Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi Pada Proyek Highrise Building Dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta). *Pro Health Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 4(2), 235-241.
- Ariantini, M.S., Belferik, R., Sari, O.H., Munizu, M., Ginting, E.F., dan Mardeni, M. (2023).** Sistem Pendukung Keputusan: Konsep, Metode, Dan Implementasi. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Aulawi, H., Kurniawan, W.A., dan Sopian, S. (2022).** Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Dodol Menggunakan Metode FTA, FMEA dan AHP. *Jurnal Kalibrasi*, 20(2), 102-112.
- Dwiano, E.R., Mulyatno, I.P., dan Sisworo, S.J. (2021).** Analisis Risiko Pada Proses Bongkar Muat Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Dan Fault Tree Analysis (FTA) di PT. Abadi Jaya Maritim. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(2), 162-172.
- Fadilah, M.N. (2023).** Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Scaffolding dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA), Studi Kasus: Proyek RS UII.
- Harnani, D.U. (2024).** Perancangan Mitigasi Risiko Operational pada Supply Chain Management Berdasarkan Pendekatan Enterprise Risk Management (ERM) dan Fault Tree Analysis (FTA). Studi Kasus PT. Tripatra, Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia.
- RPD DKI Jakarta. (2025).** *Perencanaan Pembangunan Daerah Ibu Kota Jakarta Tahun 2023-2026*. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.
- Julian, R.R. (2023).** Analisis Keputusan Dalam Pemilihan Penerapan Jenis Konstruksi Menggunakan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process) Sebagai Upaya Penanggulangan
- Megawati, L.A. (2021).** Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Jurnal Teknik| Majalah Ilmiah Fakultas Teknik Unpak*, 21(2).
- Permenkes RI No. 43. (2019).** Peraturan Menteri Kesehatan RI No 43 Tahun 2019 Tentang Puskesmas. *Peraturan Menteri Kesehatan RI No 43 Tahun 2019 Tentang Puskesmas, Nomor 65(879)*, 2004–2006.