



Faktor Utama Penghambat Penerapan Manajemen Risiko Biaya pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat di Surabaya dengan Menggunakan Metode AHP Fuzzy

Tia Herlina Sugiharto^{1*}, Michella Beatrix²

¹⁻² Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

*Penulis Korespondensi: tiaherlina27@gmail.com¹

Abstract. *The implementation of risk management is an important method that is carried out in order to identify risk factors that may arise during the implementation of the project. However, the implementation of risk management still faces some obstacles in its implementation. Therefore, this study aims to analyze the barriers to the implementation of risk management in construction projects in Surabaya. A total of 80 respondents filled out questionnaires from construction service providers including contractors and consultants. Respondents involved include professional experts such as Project Managers, Site engineers, Site managers, implementers, estimators, General Managers and Company Directors. Data processing using fuzzy AHP method as a data processing tool and decision making. The results of the study revealed that the main factors that can hinder the implementation of cost risk management are inaccurate cost estimates (Y4) with the highest weight of 0.433, lack of quality Control (Qc) supervision criteria (Y5) is ranked second with a weight of 0.288, poor coordination between stakeholders (owner, contractor and consultant) (Y1) is ranked third with a weight of 0.274, lack of risk management training (Y3) is ranked fourth with a weight of 0.005, and some, old age) (Y2), the work can not be done according to the work drawings (Y6), limited skilled human resources (Y7), materials not according to specifications (Y8), improper initial cost estimation (Y9), late progressive payment from the owner (Y10) ranked fifth jointly because it has an equivalent weight value of 0. These findings conclude that accurate cost estimation (Y4) is very important in construction projects because it becomes the main basis in budget planning, decision making, and risk management.*

Keywords: Construction projects; Cost risk; Fuzzy AHP; Risk management; Surabaya City.

Abstrak. Penerapan manajemen risiko adalah metode penting yang dilakukan guna mengidentifikasi faktor risiko yang mungkin timbul selama pelaksanaan proyek. Namun penerapan manajemen risiko khususnya manajemen risiko biaya masih menghadapi beberapa kendala dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hambatan penerapan manajemen risiko biaya dalam proyek konstruksi di Surabaya. Sebanyak 80 responden yang mengisi kuesioner dari penyedia jasa konstruksi termasuk kontraktor dan konsultan. Responden yang terlibat mencakup ahli profesional seperti *Project Manager, Site Engineer, Site Manager, Pelaksana, Estimator, General Manager* serta Direktur Perusahaan. Pengolahan data menggunakan metode *AHP Fuzzy* sebagai alat pengolah data dan pengambilan keputusan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwasanya hasil penelitian faktor utama yang dapat menghambat penerapan manajemen risiko biaya adalah estimasi biaya yang tidak akurat (Y4) dengan bobot tertinggi 0,433, kriteria Kurangnya pengawasan *Quality Control* (Qc) (Y5) berada pada peringkat kedua dengan bobot 0,288, Koordinasi yang buruk antar stakeholder (owner, kontraktor dan konsultan) (Y1) berada diperingkat ketiga dengan bobot 0,274, Minimnya pelatihan manajemen risiko (Y3) berada diperingkat keempat dengan bobot 0,005, dan beberapa kriteria Gangguan operasional peralatan (akibat perawatan buruk, usia tua) (Y2), Pekerjaan tidak dapat dilakukan sesuai gambar kerja (Y6), Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil (Y7), Material tidak sesuai spesifikasi (Y8), Estimasi biaya awal yang tidak tepat (Y9), Keterlambatan pembayaran progresif dari owner (Y10) menempati peringkat kelima secara bersama karena memiliki nilai bobot yang setara yaitu 0. Temuan ini menyimpulkan bahwa estimasi biaya (Y4) yang akurat sangat penting dalam proyek konstruksi karena menjadi dasar utama dalam perencanaan anggaran, pengambilan keputusan, dan pengelolaan risiko.

Kata kunci: *Fuzzy AHP*; Kota Surabaya; Manajemen risiko; Proyek konstruksi; Risiko biaya.

1. LATAR BELAKANG

Proyek konstruksi adalah bidang yang sifatnya dinamis yang berisiko memengaruhi batasan biaya proyek, kualitas, kinerja, dan produktivitas. Karenanya, manajemen proyek hadir sebagai penerapan ilmu pengetahuan, tools, skills, dan metode dalam kegiatan proyek guna memenuhi kebutuhannya. Penerapan sistem manajemen pada proyek konstruksi dikenal dengan manajemen proyek konstruksi (Honesti & Ramadhan, 2021). Dalam proyek konstruksi, diperlukan juga manajemen risiko yang bertujuan guna mengidentifikasi berbagai faktor risiko yang berpotensi muncul selama pelaksanaan proyek. Komponen manajemen risiko proyek mencakup merencanakan, mendeteksi risiko, mengevaluasi risiko kualitatif dan kuantitatif, menciptakan dan melaksanakan respons risiko, dan mengawasi risiko (Taras Bulba et al., 2022). Sebuah proyek dapat dianggap berhasil jika dalam pelaksanaannya memenuhi tiga kriteria utama, yaitu biaya yang sesuai, kualitas yang terjamin, dan waktu yang tepat (Fatimah et al., 2021). Dengan mengenali risiko utama tersebut, proyek konstruksi dapat mempersiapkan langkah mitigasi secara lebih terstruktur dan efisien (Fatimah et al., 2021). Khususnya terhadap biaya, risiko biaya yang ada dan yang mungkin akan terjadi pada proyek konstruksi. Manajemen biaya proyek adalah serangkaian aktivitas yang bertujuan memastikan bahwasanya anggaran yang disetujui mencukupi untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan (Yousri et al., 2023). Fungsi manajemen biaya proyek sangat penting guna memastikan bahwasanya pekerjaan dapat diselesaikan mengikuti biaya yang telah disetujui. Risiko biaya dalam proyek konstruksi merupakan ancaman serius yang dapat mengganggu stabilitas anggaran dan kelangsungan proyek (Chattapadhyay et al., 2021).

Risiko biaya dapat terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat disebabkan karena kesalahan dalam estimasi biaya, di mana perhitungan awal yang tidak akurat dapat mengakibatkan kekurangan dana di tahap pelaksanaan, estimasi yang tidak mempertimbangkan kenaikan harga material, biaya tenaga kerja, serta faktor inflasi dapat membuat anggaran yang telah disusun menjadi tidak realistis. Selain itu, perubahan desain yang terjadi di tengah proyek juga dapat meningkatkan biaya secara signifikan, terutama jika perubahan tersebut memerlukan revisi pada struktur yang sudah dibangun atau pemesanan ulang material dengan spesifikasi berbeda (Putu et al., 2024). Selain itu dari faktor eksternal atau faktor alam seperti intensitas hujan tinggi dalam periode Panjang atau kejadian banjir juga dapat menghambat penyelesaian proyek, kesalahan dalam merencanakan metode pelaksanaan, kurangnya pemahaman manajemen pelaksana terhadap situasi di lapangan, ditambah dengan berbagai kendala lainnya (Saktia Ardiantono et al., 2020).

Meskipun demikian, tinjauan terhadap berbagai literatur yang ada menunjukkan bahwa masih terdapat celah penelitian dalam mengidentifikasi faktor kendala penerapan manajemen risiko biaya yang dapat menyebabkan risiko biaya . Mayoritas penelitian sebelumnya terbatas pada identifikasi dan kategorisasi faktor-faktor tersebut tanpa memberikan pengukuran kuantitatif atas signifikan dampaknya. Sementara itu, analisis yang mampu memprioritaskan faktor-faktor dominan berdasarkan pengaruhnya merupakan hal yang penting untuk merumuskan strategi mitigasi risiko proyek yang tepat sasaran.

Oleh karena itu Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor kendala yang dominan atau yang paling berpengaruh dalam implementasi manajemen risiko pada proyek konstruksi Gedung bertingkat di Surabaya dengan menggunakan metode AHP *Fuzzy*.. Metode ini digunakan sebagai pendekatan yang berbeda dari peneliti sebelumnya dan dipilih karena mengintegrasikan hirarki fungsional dengan persepsi manusia Penggunaan metode AHP menunjukkan bahwa pendekatan kuantitatif dalam analisis risiko menjadi penting agar pengambilan keputusan tidak hanya berdasarkan intuisi semata. Selain itu metode AHP dipilih juga karena mampu memberikan pendekatan yang struktural dan sistematis dalam mengukur dan memprioritaskan risiko. Metode ini memungkinkan pengukuran tingkat kepentingan setiap faktor berdasarkan persepsi para pelaku proyek seperti Direktur Perusahaan, *Project Manager*, *Site Manager*, *Site Engineer*, Pelaksana lapangan, Estimator, dan *General Manager* berdasarkan hasil bobot perhitungan, sehingga diperoleh prioritas risiko yang paling signifikan untuk ditangani. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam memperbaiki kualitas perencanaan dan manajemen risiko biaya dalam proyek konstruksi gedung bertingkat di kota Surabaya

2. KAJIAN TEORITIS

Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek ialah suatu proses yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan terhadap sumber daya untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Silalahi et al., 2023). Tantangan utamanya adalah memenuhi target proyek sesuai rencana dengan memperhatikan berbagai batasan yang telah ditentukan sebelumnya, seperti ruang lingkup pekerjaan. Batasan – batasan ini sering dikenal dengan istilah “ *Triple Constraint* ” atau “ Tiga Aspek” utama proyek . *Triple Constraint* mencakup tiga prinsip dasar yaitu (Silalahi et al., 2023):

- a) Tepat biaya, yang berarti pelaksanaan proyek harus sesuai anggaran tanpa melebihi biaya yang telah dialokasikan, baik untuk setiap item pekerjaan, periode pelaksanaan, maupun total biaya proyek secara keseluruhan.
- b) Tepat waktu, Dimana proyek harus diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, yang kemajuannya biasanya ditampilkan dalam bentuk laporan progress pekerjaan.
- c) Tepat mutu, yaitu produk serta kinerjanya wajib memenuhi seluruh spesifikasi dan standar mutu yang telah ditetapkan oleh pemilik proyek (*owner*).

Dengan mempertimbangkan ketiga aspek ini, manajemen proyek dapat berjalan secara efektif dan efisiensi agar hasil yang dicapai optimal.

Manajemen Risiko Proyek

Tahapan-tahapan dalam mengelola manajemen risiko proyek terdiri perencanaan risiko, identifikasi potensi risiko, perumusan strategi mitigasi, perencanaan respons, penerapan respons, serta pemantauan risiko selama pelaksanaan proyek. Tujuan utama manajemen risiko proyek adalah memperbesar peluang dari risiko positif sekaligus meminimalkan kemungkinan efek dari risiko negative, demi mencapai hasil proyek yang optimal (PMBOK, 2017).

Menurut Afiq Muhammad, (2021) proses manajemen risiko mencakup empat fase proses, yakni:

- a) Identifikasi risiko. Melakukan analisis terhadap seluruh aspek proyek untuk menemukan semua potensi sumber dan akar penyebab risiko.
- b) Penilaian risiko. Melakukan evaluasi terhadap tingkat keparahan dampak (*impact*), probabilitas terjadinya (*likelihood*), serta menentukan pengurangan risikonya (*mitigation*).
- c) Menyusun strategi penanganan risiko yang mencakup Upaya mitigasi dampak negatif serta menyiapkan rencana alternatif untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk.
- d) Pengendalian respons risiko, dilakukan dengan monitoring, memperbaiki strategi risiko, dan menyesuaikan rencana untuk mengakomodasi risiko baru yang teridentifikasi dan mengelola perubahan yang timbul melalui proses manajemen perubahan yang terkendali.

Kuesioner

Kuesioner termasuk metode pengumpulan data dilaksanakan melalui penyebaran kuesioner kepada responden. Metode ini sering dipilih dalam penelitian karena efisiensinya dalam menjangkau banyak responden secara cepat dan hemat biaya (Romdona et al., 2025). Menurut penyebaran kuesioner merupakan metode pengumpulan informasi yang memungkinkan peneliti mempelajari karakteristik, perilaku, keyakinan, dan sikap responden melalui serangkaian pertanyaan struktur dalam suatu formulir tertulis (Rinto Sugiharto, 2020). Dalam penelitian ini untuk menjawab kuesioner menggunakan kuesioner daring luring yang

dimana dikalsifikasikan menjadi 2 jenis yaitu kuesioner luring (online) yang disebarakan melalui platform digital, dan kuesioner luring (offline) yang menggunakan format cetak.

Teknik Sampling

Penelitian ini menggunakan teknik *non-probability* sampling, khususnya dengan pendekatan *purposive sampling*, Teknik sampling ini memilih subjek secara sengaja berdasarkan kriteria spesifik yang telah ditentukan peneliti. Teknik ini umumnya diaplikasikan ketika peneliti ingin mengkaji kasus – kasus tertentu yang dinilai penting atau unik bagi tujuan penelitian. Dengan menggunakan pendekatan ini, peneliti dapat mengarahkan fokusnya pada individu atau kelompok yang paling sesuai dengan topik penelitian, agar didapat data yang cenderung lebih mendalam dan relevan. Namun, karena proses seleksinya sangat bergantung pada pertimbangan subjektif peneliti, hasil penelitian dengan metode ini memiliki keterbatasan hal generalisasi (Subhaktiyasa, 2024). Oleh karena itu, sehingga hanya responden yang memenuhi kriteria tertentu yang dijadikan sampel, khususnya individu atau pihak yang berpengalaman dalam penerapan manajemen risiko biaya seperti Direktur Perusahaan, *Project Manager*, *Site Manager*, *Site Engineer*, Pelaksana lapangan, Estimator, dan *General Manager*.

Skala Pairwise

Skala *pairwise comparison* berfungsi sebagai metode penyelesaian masalah yang efektif dengan menyederhanakan proses pengambilan keputusan. Caranya adalah dengan memecah komponen menjadi beberapa komponen, kemudian menyusunnya dalam bentuk hierarki. Setiap unsur dinilai secara numerik berdasarkan pertimbangan subjektif mengenai tingkat variabel masing – masing. Hasil penilaian tersebut kemudian dikombinasikan untuk mengidentifikasi unsur mana yang paling dominan (Priangga, 2019).

Tabel 1. Skala Perbandingan Tingkat Kpentingan (*Pairwise*)

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya (Equal Importance)	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dibandingkan elemen yang lainnya (Slightly more Importance)	Pengalaman dan penilaian sedikit mnyokong satu elemen
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya (Materially more Importance)	Pengalaman dan penilaian dengan dengan kuat menyokong satu elemen disbanding elemen lainnya

Tabel 1. Skala Perbandingan Tingkat Kepentingan (*Pairwise*) (Lanjutan)

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
7	Salah satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya (Significantly more Importance)	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam kenyataan
9	Satu elemen dominan mutlak dari elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang menguatkan
2,4,6,8	Nilai – nilai diantara dua pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada komponen diantara dua pilihan

Sumber : (Al et al., 2023)

Uji Konsistensi

Uji Konsistensi diterapkan pada matriks perbandingan berpasangan karena adanya kemungkinan ketidakpastian akibat sifat subjektif dari input perhitungan AHP yang didasarkan pada persepsi manusia yang disebabkan oleh keterbatasan manusia dalam mengungkapkan persepsi secara konsisten, terutama ketika membandingkan banyak kriteria sesudah perhitungan untuk menetapkan bobot prioritas tertinggi.(Apriani et al., 2022) Untuk memastikan konsistensi secara keseluruhan dari berbagai penilaian, dapat digunakan pengukuran *Consistency Ratio* (CR)(Harahap et al., 2022)

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

CI = *Consistency indeks*

RI = *Random Indeks*

Rumus berikut digunakan untuk menentukan *Consistency Indeks* (CI) :

$$CI = \frac{\lambda_{maks}-1}{n-1} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

λ = nilai eigen vector maksimum

n = jumlah yang dibandingkan

Nilai RI (*Random Indeks*) adalah indeks acak yang ditetapkan oleh *Oakridge Laboratory*, dengan nilai – nilai disajikan dalam bentuk tabel berikut :

Tabel 2. Nilai RI (*Random Indeks*)

Ukuran Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Random Indeks	0,00	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Sumber : (Harahap et al., 2022)

Nilai *Consistency Ratio* (CR) yang diharapkan adalah $\leq 0,10$

- a) Nilai *Consistency Ratio* (CR) $\leq 0,10$ maka hasil penilaian dinyatakan konsisten dan dapat diterima
- b) Nilai *Consistency Ratio* (CR) $> 0,10$ maka pertimbangan yang telah dibuat inkonsisten atau tidak valid. Oleh karena itu, harus ditinjau ulang permasalahan tersebut.

Metode AHP Fuzzy

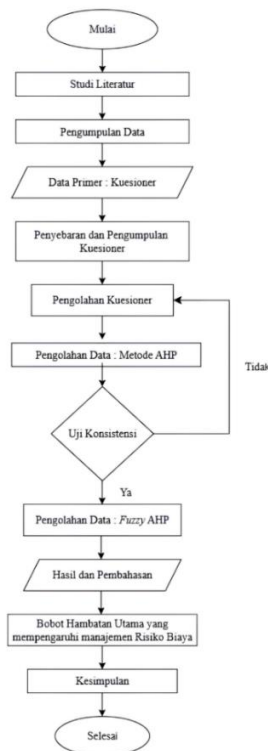
Metode *Analytical Hierarchy Process Fuzzy* (AHP-Fuzzy) adalah penggabungan teknik AHP dan logika fuzzy. Pendekatan ini mampu menutupi kelemahan AHP konvensional, terutama dalam menangani kriteria yang bersifat subjektif (Hafiz Trisaputra & Muzakir, 2021). Selain itu, AHP juga memiliki kelemahan dalam hal akurasi, terutama dalam mengurangi ketidakpastian (Pinandito et al., 2021). Konsep *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dalam sistem *Fuzzy – AHP* merupakan representasi matematis dalam teori himpunan fuzzy yang khusus dirancang untuk mengkuantifikasi penilaian subjektif manusia. Dalam integrasi metode Fuzzy dan AHP, TFN berperan penting dalam proses perbandingan berpasangan yang diwujudkan melalui skala rasio fuzzy. Secara notasi, bilangan fuzzy segitiga ini biasanya dilambangkan dengan M. Karakteristik ditentukan oleh fungsi keanggotaan yang memiliki tiga parameter utama membentuk segitiga (Al et al., 2023). *Triangular Fuzzy Number* (TFN) diterapkan untuk menentukan derajat keanggotaan untuk menghubungkan dua garis linear yang mencakup tiga fungsi, yaitu *lower (l)*, *middle (m)*, *upper (u)*. (Pinandito et al., 2021). Untuk keperluan analisis, terdapat acuan penting Tabel 2.6 Menyajikan skala perbandingan tingkat kepentingan dalam bentuk fuzzy.

Tabel 3. Skala AHP dan Nilai Fuzzy Segitiga

Skala AHP	Skala Fuzzy	Invers Skala Fuzzy
1	1 = (1,1,1) = Jika diagonal 1 = (1,1,3) = selainnya	(1/3, 1/1, 1/1)
3	3 = (1,3,5)	(1/5, 1/3, 1/1)
5	5 = (3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)
7	7 = (5,7,9)	(1/9, 1/7, 1/5)
9	9 = (7,9,9)	(1/9, 1/9, 1/7)
2	2 = (1,2,4)	(1/4, 1/2, 1/1)
4	4 = (2,4,6)	(1/6, 1/4, 1/2)
6	6 = (4,6,8)	(1/8, 1/6, 1/4)
8	8 = (6,8,9)	(1/9, 1/8, 1/6)

(Sumber : Liou dan Chuang, 2008)

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart

(Sumber : Data Peneliti, 2025)

Penjelasan Flowchart

Diagram alir berfungsi sebagai alat visual untuk membantu pembaca memahami tahapan penelitian yang dilakukan hingga mencapai hasil. Diagram ini memungkinkan penulis menjelaskan langkah-langkah penelitian secara sistematis dan rinci, sehingga lebih mudah dipahami oleh pembaca.

Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini melibatkan kajian literatur dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal dan penelitian sebelumnya yang terkait dengan kendala penerapan manajemen risiko, khususnya pada biaya proyek konstruksi

Tabel 4. Variabel Hambatan

No	Indikator	Kode	Sumber
1	Koordinasi yang buruk antar stakeholder (owner, kontraktor dan konsultan)	Y1	(et al mahyuddin, 2023).
2.	Gangguan operasional peralatan (akibat perawatan buruk, usia tua)	Y2	(et al mahyuddin, 2023).
3	Minimnya pelatihan manajemen risiko	Y3	(Irianto & Amirya, 2024)
4	Estimasi biaya awal tidak akurat	Y4	(Putu et al., 2024)
5	Kurangnya pengawasan <i>Quality Control</i> (QC)	Y5	(Putu et al., 2024)
6	Pekerjaan tidak dapat dilakukan sesuai gambar kerja	Y6	(Rinto Sugiharto, 2020)
7	Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil	Y7	(Irianto & Amirya, 2024)
8	Material tidak sesuai spesifikasi	Y8	(Rinto Sugiharto, 2020)
9	Estimasi biaya awal yang tidak tepat	Y9	(Tayyab et al., 2023)
10	Keterlambatan pembayaran progresif dari owner	Y10	(Tayyab et al., 2023)

(Sumber : Kajian Peneliti, 2025)

Pengumpulan data

Pengumpulan data dalam studi ini difokuskan pada proyek – proyek konstruksi bangunan bertingkat di Surabaya. Tujuannya adalah untuk menggali persepsi kontraktor dan konsultan. Data primer merupakan informasi yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti melalui interaksi dengan responden di lapangan.

Penyebaran dan Pengumpulan Kuesioner

Tujuan dari penyebaran dan kuesioner hasil kuesioner adalah untuk memperoleh data primer hasil dari persepsi responden terkait faktor pengaruh risiko biaya pada penyedia jasa konstruksi di Kota Surabaya . Kuesioner dirancang berdasarkan indikator yang telah ditetapkan dengan menerapkan metode *Fuzzy AHP*

Pengolahan Kuesioner

Setelah mengumpulkan data kuesioner dari responden, tahap berikutnya adalah melakukan pemeriksaan konsistensi (uji konsistensi) pada matriks perbandingan berpasangan yang di bentuk berdasarkan penilaian responden.

Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, menganalisis faktor hambatan penerapan manajemen risiko biaya menggunakan pendekatan gabungan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan metode *Fuzzy* yang disebut dengan metode *Fuzzy AHP (FAHP)*.

Analisa Hasil dan Pembahasan

Setelah data diolah, langkah selanjutnya yang haru dilakukan peneliti adalah menganalisis secara komprehensif atau menyeluruh. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang paling berpengaruh dalam menghambat penerapan manajemen risiko biaya.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis peneliti menyusun untuk menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan sebelumnya, meliputi analisis hasil faktor dominan hambatan implementasi manajemen risiko biaya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Kuesioner

Penelitian ini menggunakan metode survei melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang terdiri dari Direktur Perusahaan, *Project Manager*, *Site Manager*, *Site Engineer*, Pelaksana lapangan, Estimator, dan *General Manager*.. Penelitian ini menetapkan populasi awal penyebaran kuesioner kepada 88 perusahaan yang berada di Surabaya. Secara keseluruhan, jumlah kuesioner yang disebarkan adalah sebanyak 160 buah kepada 40 perusahaan, namun hanya 30 perusahaan yang bersedia mengisi kuesioner, sedangkan 48 perusahaan lainnya menolak, tidak aktif, atau telah pindah. Dari jumlah penyebaran tersebut, hanya 102 kuesioner yang diterima kembali terdiri atas 88 kuesioner hardcopy, serta 14 kuesioner online melalui Google Form, yang seluruhnya dinyatakan valid untuk dianalisis.

Dari 102 responden yang mengisi kuesioner, hasil dari penyaringan data menunjukkan bahwa 80 responden memenuhi kualifikasi jabatan yang telah ditetapkan, Sehingga jumlah data penelitian ini yang dapat dianalisis lebih lanjut adalah sebanyak 80 kuesioner.

Penelitian ini menggunakan teknik *non-probability* sampling dengan pendekatan *purposive sampling*, sehingga hanya responden yang memenuhi kriteria tertentu yang dijadikan sampel, khususnya individu atau pihak yang berpengalaman dalam penerapan manajemen risiko biaya. Dari 160 kuesioner yang disebar, sebanyak 102 kuesioner berhasil kembali. Dari jumlah tersebut, hanya 80 kuesioner yang respondennya memenuhi kriteria sasaran penelitian berdasarkan jabatan yang relevan yang digunakan untuk proses analisis, sedangkan sisanya tidak diikutsertakan karena jabatannya tidak memenuhi kriteria yang telah ditetapkan,. Profil responden dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan profesi, yaitu konsultan, kontraktor, serta gabungan konsultan dan kontraktor. Rincian rekapitulasi persentase kualifikasi perusahaan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi persentase kualifikasi perusahaan

No	Kualifikasi Perusahaan	Jumlah Responden	Persentase
1	Kontraktor	69	86%
2	Konsultan	4	5%
3	Kontraktor & Konsultan	7	9%
Total		80	100%

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Responden dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan jenis jabatan ke dalam tujuh kategori, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Distribusi responden menunjukkan bahwa persentase kategori terbesar berasal dari site engineering (25%), diikuti pelaksana (23%), project manager (19%), dan site manager (16%). Sementara itu, proporsi yang relatif kecil berasal dari estimator (10%), direktur perusahaan (6%), dan general manager (1%). Dengan komposisi yang didominasi oleh tenaga kerja operasional di lapangan, data yang diperoleh menjadi sangat relevan untuk mengkaji sejauh mana implementasi manajemen risiko diterapkan pada pelaksanaan proyek.

Tabel 6. Profil Responden Berdasarkan Jabatan

No	Jabatan	Jumlah Responden	Persentase
1	Direktur Perusahaan	5	6%
2	Project Manager	15	19%
3	Site Manager	13	16%
4	Site Engineer	20	25%
5	Pelaksana	18	23%
6	Estimator	8	10%
7	General Manager	1	1%
Total		80	100%

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Uji Konsistensi

Uji konsistensi dalam penelitian ini dilakukan pada matriks perbandingan berpasangan yang diperoleh dari 80 responden yang dipilih sebagai sampel penelitian. Tujuan uji ini yaitu memverifikasi bahwasanya penilaian responden terhadap setiap kriteria dan subkriteria dalam hierarki Keputusan bersifat logis, konsisten, dan tidak mengandung pertentangan satu sama lain. Nilai *Consistency Ratio* (CR) dihitung melalui metode Analytic Hierarchy Process (AHP) guna mengevaluasi konsistensi matriks. Hasil perhitungan CR ini kemudian menjadi acuan dalam menentukan validitas matriks perbandingan sebelum proses penentuan bobot prioritas dilakukan.

Sebuah matriks dianggap konsisten jika nilai CR nya $\leq 0,1$ atau $\leq 10\%$, sesuai standar yang ditetapkan Thomas L. Saaty. Nilai ini menunjukkan bahwa Tingkat ketidakkonsistenan penilaian masih dalam batas yang diperbolehkan. Sebaliknya, jika $CR > 0,1$, penilaian responden dianggap tidak konsisten sehingga matriks perlu dikoreksi atau dievaluasi lebih lanjut. Keberhasilan uji konsistensi ini sangat penting untuk memastikan validitas hasil pembobotan, khususnya dalam pengolahan data dengan metode AHP *Fuzzy*, agar didapat hasil yang valid dan bisa dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi konsistensi data yang diperoleh melalui kuesioner dengan melakukan pengujian terhadap masing-masing subkriteria. Penumpulan Data penelitian ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner, Dimana responden diminta melakukan perbandingan secara berpasangan (*pairwise comparison*) antara kriteria dan subkriteria berdasarkan Tingkat kepentingannya. Dalam proses perbandingan tersebut, digunakan skala penilaian dari 1 hingga 9, yang menggambarkan Tingkat preferensi satu kriteria atas kriteria lain. Hasil Uji Konsistensi metode AHP ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Konsistensi metode AHP

	Indikator	Consistency Index (CI)	Consistency Ratio (CR) ≤ 0.10	Keterangan
Y1	Koordinasi yang buruk antar stakeholder (owner, kontraktor dan konsultan)			
Y2	Gangguan operasional peralatan (akibat perawatan buruk, usia tua)			
Y3	Minimnya pelatihan manajemen risiko			
Y4	Estimasi biaya awal tidak akurat			
Y5	Kurangnya pengawasan <i>Quality Control</i> (QC)	0.09	0.057	Konsisten
Y6	Pekerjaan tidak dapat dilakukan sesuai gambar kerja			
Y7	Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil			
Y8	Material tidak sesuai spesifikasi			
Y9	Estimasi biaya awal yang tidak tepat			
Y10	Keterlambatan pembayaran progresif dari owner			

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Dari hasil analisis, diperoleh Consistency Ratio sebesar 0.057. Nilai ini jauh dibawah batas konsistensi yang ditetapkan, yaitu 0.10. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian yang diberikan oleh responden bersifat konsisten. Hal ini menjadikan hasil perbandingan berpasangan di nyatakan valid dan dapat dijadikan acuan dalam menentukan prioritas kriteria untuk pengambilan keputusan.

Konversi Skala AHP ke Skala Fuzzy

Keunggulan utama metode ini terletak pada Meminimalkan ambiguitas dalam deskripsi Keputusan yang sering muncul pada AHP, dan memfasilitasi pengolahan data kuantitatif melalui pendekatan *fuzzy*. Konsep *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dalam sistem *Fuzzy – AHP* merupakan representasi matematis dalam teori himpunan fuzzy yang khusus dirancang untuk mengkuantifikasi penilaian subjektif manusia. Dalam integrasi metode Fuzzy dan AHP, TFN berperan penting dalam proses perbandingan berpasangan yang diwujudkan melalui skala rasio fuzzy yang mencakup tiga fungsi, yaitu lower (l), middle (m), upper (u) yang ditampilkan pada tabel 3

Pada Tabel 8, ditampilkan hasil konversi dari tiga fungsi, yaitu lower (l), middle (m), upper (u) pada variabel Y.

Tabel 8. Rata-rata 80 responden *Lower*, *Middle* dan *Upper*

Fungsi	Kriteria	Rata – rata dari 80 responden	Kriteria
<i>Lower</i>	Y1	2.86	Y2
	Y1	1.43	Y3
	Y1	0.85	Y4
	Y1	1.07	Y5
	Y1	1.60	Y6
	Y1	2.26	Y7
	Y1	2.15	Y8
	Y1	1.01	Y9
	Y1	1.01	Y10
	Y2	0.62	Y3
	Y2	0.50	Y4
	Y2	0.51	Y5
	Y2	1.37	Y6
	Y2	1.39	Y7
	Y2	1.92	Y8
	Y2	0.50	Y9
	Y2	0.50	Y10
	Y3	0.71	Y4
	Y3	1.04	Y5
	Y3	1.33	Y6
	Y3	1.87	Y7
	Y3	1.91	Y8
	Y3	0.69	Y9
	Y3	0.86	Y10
	Y4	2.43	Y5
	Y4	2.51	Y6
	Y4	3.12	Y7
	Y4	3.00	Y8
	Y4	2.55	Y9
	Y4	1.79	Y10

Tabel 8. Rata-rata 80 responden *Lower*, *Middle* dan *Upper* (Lanjutan)

Fungsi	Kriteria	Rata – rata dari 80 responden	Kriteria
	Y5	3.33	Y6
	Y5	3.42	Y7
	Y5	3.52	Y8
	Y5	1.23	Y9
	Y5	1.20	Y10
	Y6	2.36	Y7
	Y6	2.55	Y8
	Y6	0.77	Y9
	Y6	0.77	Y10
	Y7	1.33	Y8
	Y7	0.52	Y9
	Y7	0.73	Y10
	Y8	0.53	Y9
	Y8	0.57	Y10
	Y9	2.02	Y10
	Y1	4.06	Y2
	Y1	1.90	Y3
	Y1	1.05	Y4
	Y1	1.39	Y5
	Y1	2.16	Y6
	Y1	3.06	Y7
	Y1	2.92	Y8
	Y1	1.29	Y9
	Y1	1.31	Y10
	Y2	0.82	Y3
	Y2	0.61	Y4
	Y2	0.68	Y5
	Y2	1.89	Y6
	Y2	1.94	Y7
	Y2	2.73	Y8
	Y2	0.63	Y9
	Y2	0.62	Y10
	Y3	0.86	Y4
	Y3	1.41	Y5
	Y3	1.76	Y6
	Y3	2.56	Y7
	Y3	2.58	Y8
	Y3	0.92	Y9
	Y3	1.11	Y10
	Y4	3.41	Y5
	Y4	3.36	Y6

Tabel 8. Rata-rata 80 responden *Lower, Middle* dan *Upper* (Lanjutan)

Fungsi	Kriteria	Rata – rata dari 80 responden	Kriteria
	Y4	4.30	Y7
	Y4	4.29	Y8
	Y4	3.62	Y9
	Y4	2.35	Y10
	Y5	4.52	Y6
	Y5	4.65	Y7
	Y5	4.81	Y8
	Y5	1.64	Y9
	Y5	1.52	Y10
	Y6	3.29	Y7
	Y6	3.51	Y8
	Y6	0.96	Y9
	Y6	0.97	Y10
	Y7	1.87	Y8
	Y7	0.65	Y9
	Y7	0.93	Y10
	Y8	0.67	Y9
	Y8	0.72	Y10
	Y9	2.72	Y10
	Y1	5.22	Y2
	Y1	2.44	Y3
	Y1	1.36	Y4
	Y1	1.77	Y5
	Y1	2.75	Y6
	Y1	3.95	Y7
	Y1	3.78	Y8
	Y1	1.67	Y9
	Y1	1.66	Y10
	Y2	1.10	Y3
	Y2	0.85	Y4
	Y2	0.86	Y5
	Y2	2.39	Y6
	Y2	2.62	Y7
	Y2	3.65	Y8
	Y2	0.84	Y9
	Y2	0.83	Y10
	Y3	1.08	Y4
	Y3	1.74	Y5
	Y3	2.27	Y6
	Y3	3.30	Y7
	Y3	3.33	Y8

Tabel 8. Rata-rata 80 responden *Lower, Middle* dan *Upper* (Lanjutan)

Fungsi	Kriteria	Rata – rata dari 80 responden	Kriteria
	Y3	1.15	Y9
	Y3	1.46	Y10
	Y4	3.95	Y5
	Y4	4.10	Y6
	Y4	5.25	Y7
	Y4	5.23	Y8
	Y4	4.01	Y9
	Y4	2.78	Y10
	Y5	5.60	Y6
	Y5	5.79	Y7
	Y5	5.98	Y8
	Y5	2.08	Y9
	Y5	1.83	Y10
	Y6	4.30	Y7
	Y6	4.59	Y8
	Y6	1.29	Y9
	Y6	1.25	Y10
	Y7	2.58	Y8
	Y7	0.87	Y9
	Y7	1.17	Y10
	Y8	0.89	Y9
	Y8	0.93	Y10
	Y9	3.32	Y10

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Perbandingan Berpasangan

Dalam implementasi Fuzzy AHP, konstruksi matriks perbandingan berpasangan fuzzy menjadi tahapan fundamental dalam penetapan bobot relatif kriteria maupun alternatif. Proses ini dilakukan melalui transformasi nilai perbandingan menjadi matriks fuzzy berhirarki dengan memanfaatkan skala TFN. Hasil perbandingan berpasangan pada penelitian ini ditampilkan pada tabel 9, 10 dan 11.

Berikut ini merupakan hasil nilai *lower* dari TFN untuk perbandingan kriteria pada variabel Faktor Penghambat Penerapan Manajemen Risiko Biaya (Y), yang diperoleh dari data 80 responden.

Tabel 9. Perbandingan berpasangan 80 responden (*Lower*)

Kriteria Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Y1	1.00	2.86	1.43	0.85	1.07	1.60	2.26	2.15	1.01	1.01
Y2	0.35	1.00	0.62	0.50	0.51	1.37	1.39	1.92	0.50	0.50
Y3	0.70	1.62	1.00	0.71	1.04	1.33	1.87	1.91	0.69	0.86
Y4	1.17	2.00	1.41	1.00	2.43	2.51	3.12	3.00	2.55	1.79
Y5	0.93	1.98	0.96	0.41	1.00	3.33	3.42	3.52	1.23	1.20
Y6	0.62	0.73	0.75	0.40	0.30	1.00	2.36	2.55	0.77	0.77
Y7	0.44	0.72	0.54	0.32	0.29	0.42	1.00	1.33	0.52	0.73
Y8	0.47	0.52	0.52	0.33	0.28	0.39	0.75	1.00	0.53	0.57
Y9	0.99	2.01	1.46	0.39	0.81	1.31	1.93	1.87	1.00	2.02
Y10	0.99	2.01	1.16	0.56	0.83	1.30	1.36	1.75	0.50	1.00

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Nilai *middle* dari TFN untuk setiap kriteria Faktor Penghambat Penerapan Manajemen Risiko Biaya (Y), berdasarkan data dari 80 responden disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 10. Perbandingan berpasangan 80 responden (*Middle*)

Kriteria Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Y1	1.00	4.06	1.90	1.05	1.39	2.16	3.06	2.92	1.29	1.31
Y2	0.25	1.00	0.82	0.61	0.68	1.89	1.94	2.73	0.63	0.62
Y3	0.53	1.22	1.00	0.86	1.41	1.76	2.56	2.58	0.92	11.1
Y4	0.96	1.64	1.16	1.00	3.41	3.36	4.30	4.29	3.62	2.35
Y5	0.72	1.47	0.71	0.29	1.00	4.52	4.65	4.81	1.64	1.52
Y6	0.46	0.53	0.57	0.30	0.22	1.00	3.29	3.51	0.96	0.97
Y7	0.33	0.51	0.39	0.23	0.21	0.30	1.00	1.87	0.65	0.93
Y8	0.34	0.37	0.39	0.23	0.21	0.28	0.53	1.00	0.67	0.72
Y9	0.77	1.60	1.09	0.28	0.61	1.04	1.55	1.49	1.00	2.72
Y10	0.77	1.61	0.90	0.43	0.66	1.04	1.07	1.39	0.37	1.00

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Berikut ini merupakan hasil nilai *upper* dari TFN untuk perbandingan kriteria pada variabel Y, yang diperoleh dari data 80 responden..

Tabel 11. Perbandingan berpasangan 80 responden (*Upper*)

Kriteria Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Y1	1.00	5.22	2.44	1.36	1.77	2.75	3.95	3.78	1.67	1.66
Y2	0.19	1.00	1.10	0.85	0.86	2.39	2.62	3.65	0.84	0.83
Y3	0.41	0.91	1.00	1.08	1.74	2.27	3.30	3.33	1.15	1.46
Y4	0.73	1.17	0.93	1.00	3.95	4.10	5.25	5.23	4.01	2.78
Y5	0.57	1.16	0.58	0.25	1.00	5.60	5.79	5.98	2.08	1.83
Y6	0.36	0.42	0.44	0.24	0.18	1.00	4.30	4.59	1.29	1.25
Y7	0.25	0.38	0.30	0.19	0.17	0.23	1.00	2.58	0.87	1.17
Y8	0.26	0.27	0.30	0.19	0.17	0.22	0.39	1.00	0.89	0.93
Y9	0.60	1.20	0.87	0.25	0.48	0.78	1.16	1.13	1.00	3.32
Y10	0.60	1.21	0.68	0.36	0.55	0.80	0.86	1.07	0.30	1.00

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Dari perhitungan perbandingan berpasangan *Lower*, *Middle*, dan *Upper*, pada tabel 12 ditampilkan hasil jumlah baris perbandingan berpasangan antar kriteria Indikator

Tabel 12. Jumlah Baris Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Indikator

Kriteria	Lower	Middle	Upper
Y1	15.24	20.14	25.61
Y2	8.66	11.16	14.34
Y3	11.72	13.95	16.64
Y4	20.99	26.08	29.17
Y5	17.98	21.35	24.83
Y6	10.24	11.81	14.08
Y7	6.32	6.44	7.14
Y8	5.38	4.75	4.62
Y9	13.79	12.14	10.77
Y10	11.45	9.23	7.42
Jumlah	121.76	137.03	154.64

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Fuzzy Synthetuc Extent

Proses pengambilan keputusan diformulasikan dengan menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* konvensional sering kali memiliki kelemahan dalam menangani ketidakpastian yang muncul dari penilaian responden. Ketidakpastian ini menjadi hambatan serius dalam penerapan AHP konvensional yang menggunakan bilangan tegas (*crisp*). Sebagai alternatif,

Fuzzy Synthetic Extent hadir sebagai pendekatan baru dengan menggabungkan konsep himpunan fuzzy ke dalam struktur AHP biasa. Berikut hasil Fuzzy Synthetic Extent pada tabel 13

Tabel 13. *Fuzzy Synthetic Extent* Antar Kriteria

Kriteria	Lower	Middle	Upper
Y1	0,099	0,147	0,210
Y2	0,056	0,081	0,118
Y3	0,076	0,102	0,137
Y4	0,136	0,190	0,240
Y5	0,116	0,156	0,204
Y6	0,066	0,086	0,116
Y7	0,041	0,047	0,059
Y8	0,035	0,035	0,038
Y9	0,089	0,089	0,088
Y10	0,074	0,067	0,061

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Selanjutnya melakukan analisis perbandingan tingkat kemungkinan antara nilai fuzzy synthetic extent dari tiap kriteria, guna menentukan sejauh mana suatu kriteria berpotensi memiliki tingkat prioritas yang lebih tinggi dibandingkan kriteria lainnya yang ditampilkan pada tabel 14

Tabel 14. Nilai Ordinat Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Kriteria Y	Y1 >	Y2 >	Y3 >	Y4 >	Y5 >	Y6 >	Y7 >	Y8 >	Y9 >	Y10 >
Y1	1.00	0.227	0.458	1.00	1.00	0.219	0.00	0.00	0.00	0.00
Y2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.034	0.00	1.00	0.262
Y3	1.00	0.673	1.00	1.00	1.00	0.719	0.00	0.00	0.490	0.00
Y4	0.632	0.00	0.011	1.00	0.664	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Y5	0.914	0.020	0.274	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Y6	1.00	0.915	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Y7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Y8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Y9	1.00	0.799	1.00	1.00	1.00	0.916	0.00	0.00	1.00	0.00
Y10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Minimum	0.632	0.00	0.011	1.00	0.664	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Normalisaso Vektor Bobot

Proses menormalisasikan data dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh bobot akhrit dari setiap kriteria yang digunakan. Proses normalisasi pada penelitian ini tidak hanya sekedar menyamakan skala, tetapi lebih jauh untuk menangani ketidakpastian dan subjektivitas dalam penilaian para responden. Melalui perhitungan normalisasi, nilai-nilai fuzzy yang mewakili

intensitas kepentingan relative antar kriteria diolah dan diagregasi untuk menghasilkan suatu bobot yang telah terdefuzzifikasi. Bobot akhir yang dihasilkan dari proses inilah yang kemudian menjadi dasar yang kokoh dan lebih akurat dalam proses pengambilan keputusan. Berikut hasil Normalisasi yang ditampilkan pada tabel 15

Tabel 15. Nilai Ordinat Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

	d(Y1)	d(Y2)	d(Y3)	d(Y4)	d(Y5)	d(Y6)	d(Y7)	d(Y8)	d(Y9)	d(Y10)
w	0.274	0	0.005	0.433	0.288	0	0	0	0	0

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

Proses penyusunan peringkat dilakukan berdasarkan nilai bobot setiap kriteria, dimulai dari bobot tertinggi ke yang terendah. Rincian hasil pengurutan tersebut ditampilkan dalam tabel 16 dibawah ini :

Tabel 16. Perangkingan Kriteria

No	Indikator	Kode	Bobot (w)	Ranking
1	Koordinasi yang buruk antar stakeholder (owner, kontraktor dan konsultan)	Y1	0.274	3
2.	Gangguan operasional peralatan (akibat perawatan buruk, usia tua)	Y2	0	5
3	Minimnya pelatihan manajemen risiko	Y3	0.005	4
4	Estimasi biaya awal tidak akurat	Y4	0.433	1
5	Kurangnya pengawasan <i>Quality Control</i> (QC)	Y5	0.288	2
6	Pekerjaan tidak dapat dilakukan sesuai gambar kerja	Y6	0	5
7	Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil	Y7	0	5
8	Material tidak sesuai spesifikasi	Y8	0	5
9	Estimasi biaya awal yang tidak tepat	Y9	0	5
10	Keterlambatan pembayaran progresif dari owner	Y10	0	5

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis menggunakan metode AHP *Fuzzy* dapat disimpulkan bahwa hambatan penerapan manajemen risiko biaya pada proyek konstruksi di kota Surabaya yang paling berpengaruh ialah estimasi biaya yang tidak akurat (Y4) menjadi faktor paling berpengaruh yang menghambat penerapan manajemen risiko biaya dengan bobot tertinggi yaitu 0.433, berikutnya kurangnya pengawasan *Quality Control* (QC) (Y5) ini juga berpengaruh cukup besar dengan bobot 0.288, Koordinasi yang buruk antar stakeholder (owner, kontraktor dan konsultan) (Y1) berada diperingkat ketiga dengan bobot 0,274, minimnya pelatihan manajemen risiko (Y3) berada pada peringkat keempat dengan bobot 0.005, dan beberapa faktor yang lainnya gangguan operasional peralatan (akibat perawatan buruk, usia tua) (Y2),

Pekerjaan tidak dapat dilakukan sesuai gambar kerja (Y6), Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil (Y7), Material tidak sesuai spesifikasi (Y8), Estimasi biaya awal yang tidak tepat (Y9), keterlambatan pembayaran progresif dari owner (Y10) memiliki bobot terendah yaitu 0, hal ini menunjukkan bahwa menurut responden, faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh yang paling kecil dalam menghambat penerapan manajemen risiko biaya.

Secara lebih luas, temuan ini menggeneralisasi bahwa akar masalah manajemen risiko biaya di proyek konstruksi Surabaya terletak pada kegagalan fundamental dalam perencanaan, pengawasan, dan koordinasi, bukan pada kendala teknis. Oleh karena itu, disarankan kepada para pelaku industri dan pemerintah kota untuk memprioritaskan investasi dalam pembenahan sistem estimasi biaya, memperkuat kerangka pengawasan kualitas, dan membangun model kolaborasi yang lebih efektif antar pemangku kepentingan. Penelitian lanjutan dapat menyelidiki penyebab mendalam dari ketidakakuratan estimasi dan rendahnya persepsi terhadap pentingnya pelatihan manajemen risiko.

DAFTAR REFERENSI

- Afiq, M. (2021). *Manajemen risiko pada proyek pembangunan gedung asrama mahasiswa UIN Walisongo tahun 2021*. *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(1). <https://doi.org/10.37058/aks.v3i1.3561>
- Al, A., Aflahin, A. D., Ivan, M., Fathoni, A., Cindrabumi, F., Studi, P., Matematika, P., Keguruan, F., Pendidikan, I., Ulama, N., & Giri, S. (2023). *Penerapan sistem pendukung keputusan (SPK) dengan menggunakan metode Fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) sebagai penentuan penerima beasiswa PIP*. *Lingkar: Jurnal Ilmiah*, 4(3). <https://doi.org/10.46306/lb.v4i3>
- Apriani, A., Dharma, I. G. D. S., Mayadi, M., & Dasriani, N. G. A. (2022). *Sistem pendukung keputusan seleksi penerimaan karyawan dengan metode AHP dan pembobotan Fuzzy*. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 4(1), 59–72. <https://doi.org/10.30812/bite.v4i1.1915>
- Chattapadhyay, D. B., Putta, J., & Rama Mohan Rao, P. (2021). *Risk identification, assessments, and prediction for mega construction projects: A risk prediction paradigm based on cross analytical-machine learning model*. *Buildings*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/buildings11040172>
- Fatimah, A., Hayati, K., & Akmal, B. (2021). *Identifikasi manajemen risiko proyek konstruksi gedung di Provinsi Aceh*. *Bulletin of Civil Engineering*, 1(2), 81–86. <https://doi.org/10.18196/bce.v1i2.12402>

- Hafiz Trisaputra, M., & Muzakir, A. (2021). *Implementasi metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) untuk penentuan kelas unggulan di SMPN 2 Tanjung Lago*. *Jurnal Pengembangan Sistem Informasi dan Informatika*, 2(2). <https://doi.org/10.47747/jpsii.v2i2.550>
- Harahap, A. R., Simbolon, N. H. M., Agata, R. A., & Sunarsih, S. (2022). *Metode Fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk pemilihan metode pembelajaran demi menunjang pembelajaran matematika*. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 5(1), 9–17. <https://doi.org/10.24246/juses.v5i1p9-17>
- Honesti, L., & Ramadhan, J. (2021). *Identifikasi manajemen risiko kinerja biaya pada proyek konstruksi gedung di Provinsi Sumatera Barat (dilihat dari sudut pandang kontraktor)*. *Rang Teknik Journal*, 4(1), 68–75. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i1.2030>
- Irianto, G., & Amirya, M. (2024). *Kendala dan strategi implementasi manajemen risiko di pemerintah daerah Indonesia*. *Ekuitas: Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 12(2), 302–312. <https://doi.org/10.23887/ekuitas.v12i2.84241>
- Liou, J. J. H., & Chuang, M.-L. (2008). *Hybrid MCDM model for evaluating the corporate image of the airline industry*. *International Journal of Applied Management Science*.
- Mahyuddin, R. (2023). *Manajemen proyek konstruksi*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Pinandito, S., Talangkas, T., & Pulansari, F. (2021). *Pemilihan supplier semen pada CV. Rizki Jaya Abadi di Kabupaten Mojokerto menggunakan metode Fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process)*. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2). <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i2.202>
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.)*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
- Priangga, P. (2019). *Penerapan metode perbandingan berpasangan (Pairwise Comparisons) dalam menentukan keputusan pemberian kredit usaha rakyat (Studi kasus: Bank Bukopin)* (Master's thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya). <https://repository.its.ac.id/60242/>
- Putu, N., Yuliana, I., Sri, N. K., & Yuni, E. (2024). *Manajemen risiko estimasi biaya pada tahap perencanaan proyek konstruksi (Risk management for cost estimation at the planning stage of construction projects)*. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Rekayasa*, 19(2). <https://doi.org/10.30630/jipr.19.2.360>
- Rinto Sugiharto. (2020). *Analisis faktor-faktor dominan manajemen risiko terhadap kinerja keuangan proyek tahap konstruksi*. *Teslink: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(2). <https://doi.org/10.52005/teslink.v2i2.41>
- Romdona, S., Senja Junista, S., & Gunawan, A. (2025). *Teknik pengumpulan data: Observasi, wawancara dan kuesioner*. *Jurnal Teknologi, Aplikasi, dan Cendekia Elektro*, 3(1), 39–47. <https://doi.org/10.61787/taceee75>

- Saktia Ardiantono, D., Negoro, N. P., Wira Trispantia, A., Al Mustofa, M. U., & Bramanti, G. W. (2020). *Risk analysis of Tower A development in Surabaya "X" project*. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 131, 68–75. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200410.014>
- Silalahi, Y. I., Masthura, L., & Fahriana, N. (2023). *Analisis faktor-faktor penentu keberhasilan proyek konstruksi berdasarkan mutu, biaya dan waktu*. *Jurnal Komposit*, 7(2), 233–240. <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i2.14240>
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). *Menentukan populasi dan sampel: Pendekatan metodologi penelitian kuantitatif dan kualitatif*. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4), 2721–2731. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i4.2657>
- Taras Bulba, A., Rauzana, A., & Kurniawan, I. (2022). *Identifikasi risiko biaya pelaksanaan proyek konstruksi gedung bagi perusahaan kontraktor*. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 8(2). <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v8i2.6284>
- Tayyab, M., Furkhan, M., Rizwan, M., Jameel, M., & Chadee, A. (2023). *A study on factors influencing cost overrun in high-rise building construction across India*. *Journal of Smart Buildings and Construction Technology*, 5(1), 52–83. <https://doi.org/10.30564/jsbct.v5i1.5489>
- Yousri, E., Sayed, A. E. B., Farag, M. A. M., & Abdelalim, A. M. (2023). *Risk identification of building construction projects in Egypt*. *Buildings*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/buildings13041084>