

Multi-Level Structure of Delay Factors of Entrance Marking Work: Integration of ISM Method and MICMAC Analysis

[Struktur Multi-Level Faktor Keterlambatan Pekerjaan Marka Entrance: Integrasi Metode ISM dan Analisis MICMAC]

Ishmatul Aqidah¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *A project can be completed on time according to planning and implementation is very important but it does not rule out the possibility of obstacles in the field that result in delays, by using the Interpretive Structural Modeling (ISM) method, this study aims to determine the factors that trigger project delays in entrance marking work and examine the relationship between these elements. In the JIPE Manyar Gresik area, this study was conducted at one of the construction companies. The process of interviews and distributing questionnaires to experts with experience in the construction industry was used to collect data, the results of the study found fifteen elements that contributed to the triggers of delays, with drawing errors having the greatest impact (A2). In addition, the results of ISM modeling showed that delay factors were connected in a multi-level structure, with lower-level factors having a greater impact than upper-level elements.*

Keywords – *Construction; Project delays; Method Interpretive Structural Modeling (ISM); Delay factor*

Abstrak. *Suatu proyek dapat selesai tepat waktu sesuai dengan perencanaan dan pelaksanaan adalah hal yang sangat penting namun hal tersebut tidak menutup kemungkinan terjadinya hambatan dilapangan yang mengakibatkan keterlambatan, dengan menggunakan metode Interpretive Structural Modeling (ISM), penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor-faktor yang menjadi pemicu terhadap keterlambatan proyek pada pekerjaan marka entrance dan meneliti hubungan antar elemen tersebut. Di wilayah JIPE Manyar Gresik, penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan konstruksi. Proses wawancara dan penyebaran kuesioner kepada para ahli dengan pengalaman di industri konstruksi digunakan untuk mengumpulkan data, hasil penelitian terdapat lima belas elemen yang berkontribusi terhadap pemicu keterlambatan, dengan kesalahan gambar memiliki dampak terbesar (A2). Selain itu, hasil pemodelan ISM menunjukkan bahwa faktor-faktor keterlambatan terhubung dalam struktur multi-level, dengan faktor tingkat bawah memiliki dampak yang lebih besar daripada elemen tingkat atas.*

Kata Kunci – *Konstruksi, Keterlambatan proyek; Metode Interpretive Structural Modeling (ISM); Faktor keterlambatan*

I. PENDAHULUAN

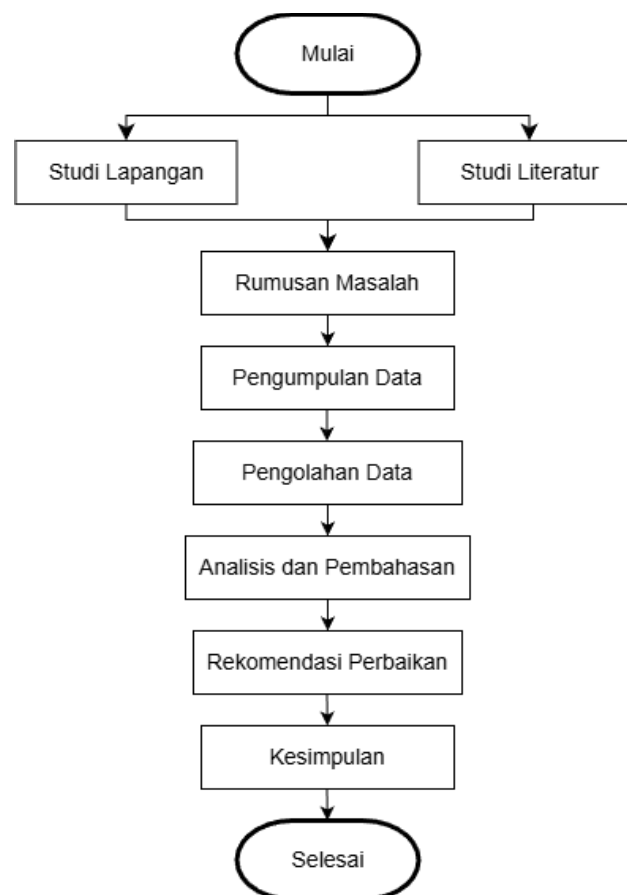
Salah satu perusahaan yang ada di Sidoarjo bergerak di bidang konstruksi, perdagangan dan fabrikasi menyediakan layanan pembangunan diberbagai sektor proyek, baik dalam skala kecil maupun besar. Saat ini, terdapat beberapa proyek yang sedang berjalan, salah satunya pekerjaan marka *entrance* yang dilaksanakan di kawasan JIPE Manyar Gresik. Pelaksanaan suatu proyek tentu mencakup jadwal kegiatan untuk memastikan pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu, tetapi selalu ada kemungkinan keterlambatan dilapangan, seperti yang terjadi dalam penelitian ini, agar pekerjaan dapat diselesaikan sebelum atau tepat pada tenggat waktu yang ditentukan, Pada tahun 2023 salah satu proyek mengalami keterlambatan, maka dikenakan denda 0,1% perharinya, jumlah denda bisa mencapai kurang lebih Rp. 1.168.092.000 dengan jumlah terlambat 150 hari dan dari nilai kontrak Rp. 7.787.280.000, dan tahun 2024 denda keterlambatan dapat mencapai kurang lebih Rp. 78.256.806 dengan total 60 hari, kemudian pada tahun 2025 denda keterlambatan suatu proyek mencapai Rp. 6.800.000 dengan total 34 hari.

Menurut penelitian sebelumnya keterlambatan pekerjaan dapat terjadi disebabkan oleh masalah teknis maupun non-teknis. Peristiwa tak terduga seperti bencana alam merupakan contoh penyebab non-teknis, sedangkan tenaga kerja, peralatan, material, lokasi dan lain-lain adalah contoh aspek teknis [1], Penelitian terdahulu yang terkait dengan keterlambatan proyek sering kali melihatnya terutama dari sudut pandang tanggung jawab kontraktor, misalnya kualitas pekerjaan yang buruk, kurangnya pengalaman, metodologi implementasi [2]. Selain itu konsultan terikat dengan kontraktor juga dapat menjadi pemicu terjadinya keterlambatan terkait desain peralatan dan pemilik [3], Keterlambatan proyek konstruksi disebabkan oleh berbagai peristiwa yang tidak terduga seperti biaya sewa peralatan yang lebih tinggi, kenaikan harga tenaga kerja dan material, serta faktor-faktor lainnya dapat berkontribusi terhadap hal ini [4], Keterlambatan proyek tersebut dapat ditimbulkan oleh penyedia jasa, pengguna jasa, maupun pihak lain

yang terkait dengan proyek, hal ini selalu berakibat pada kerugian yang dialami semua pihak [5], Keterlambatan disebabkan oleh sejumlah variabel, termasuk material, tenaga kerja, peralatan, biaya, penyesuaian desain, hubungan dengan instansi terkait, penjadwalan dan pengendalian, keterlambatan prosedur pemantauan dan pengujian proyek, lingkungan, tantangan kontraktual, dan kurangnya konsultan manajemen yang berkualitas [6], Beberapa faktor yang menjadi pengaruh terjadinya keterlambatan akan diidentifikasi dan dengan menunjukkan hubungan antar setiap elemen yang dapat menunjukkan prioritas akar masalah hingga strategi penanganan masalah menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) [7], Teknik ini digunakan untuk menentukan hubungan antara variabel-variabel tertentu yang mencirikan suatu masalah atau isu [8], Pengadaan merupakan proses kunci dalam manajemen proyek konstruksi dan memainkan peran krusial dalam mendukung SDGs. Industri konstruksi berperan krusial dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, menciptakan lingkungan kerja yang aman dan layak, serta membuka peluang pemberdayaan finansial melalui praktik konstruksi berkelanjutan [9], Pada perusahaan ini sudah menerapkan 3 standar ISO yakni ISO 9001 yang menerapkan sistem manajemen mutu yang lebih baik, ISO 14001 untuk sistem manajemen lingkungan dan memastikan pemenuhan persyaratan perundang-undangan regulasi lingkungan dan ISO 45001 dalam penerapan K3 yang bertujuan mencegah adanya kecelakaan kerja, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor utama dan memetakan hubungan antar faktor menggunakan pendekatan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM), yang dapat dirumuskan usulan penanganan guna meminimalkan keterlambatan di proyek selanjutnya.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi yang terletak di Candi Sidoarjo sedangkan proyek yang sedang berjalan yakni pekerjaan marka *entrance* yang berada di kawasan JIPE Manyar Gresik, pelaksanaan penelitian selama 6 bulan dimulai pada bulan September 2025 sampai dengan bulan Februari 2026. Gambar 1 menunjukkan alur tahapan penelitian, dimulai dari studi lapangan dan studi literatur hingga kesimpulan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Studi Lapangan

Studi lapangan dengan melihat kondisi aktual proyek yang bertujuan memperoleh informasi, memahami proses dan aktivitas.

Studi Literatur

Studi literatur dengan meninjau penelitian terdahulu seperti jurnal, buku, dan publikasi lainnya untuk mendapatkan landasan teori

Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang menjadi arah tujuan penelitian yang disusun hasil studi lapangan dan studi literatur yang telah ditentukan.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data melalui wawancara narasumber pihak *expert* untuk mengkaji faktor pemicu dan dilakukan penilaian kuisioner kepada pihak *expert*, setelah data terkumpul maka dilakukan pengolahan data.

Pengolahan Data

Setelah data terkumpul dilakukan pengolahan data, metode penelitian ini menggunakan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) berbasis komputer untuk menentukan dan menjelaskan hubungan antara faktor-faktor masalah [10], pendekatan ini sangat efektif untuk mengatur masalah-masalah yang rumit [1], dan merupakan pendekatan yang biasanya digunakan untuk mengungkap hubungan antar komponen yang berkontribusi terhadap suatu masalah tertentu [11].

Pembuatan *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) memiliki kegunaan untuk dapat mengetahui hubungan kontekstual antara satu unsur dengan unsur lainnya yang saling mempengaruhi [12], Sedangkan MICMAC dibentuk dengan menilai nilai daya dorong dan ketergantungan untuk setiap subkriteria keluaran dari proses matriks keterjangkauan [13]. Tahap awal *Interpretive Structural Modeling* (ISM) yakni [14] : (a) Mengetahui identifikasi faktor pemicu keterlambatan yang didapat dari hasil wawancara dan penilaian narasumber dengan skala ordinal, (b) Penyusunan matrix ISM dengan *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) menggunakan huruf yaitu:

V = faktor i mempengaruhi faktor j

A = faktor i dipengaruhi faktor j

X = faktor i & j saling mempengaruhi

O = faktor i & O tidak berhubungan

(c) Penyusunan model hierarki ISM untuk penentuan level pemicu tertinggi hingga terendah, (d) Analisis pengaruh dan ketergantungan (MICMAC) untuk mengetahui faktor mana yang paling mempengaruhi berdasarkan kekuatan pengaruh dan ketergantungannya. Skala diperlukan sebagai tolok ukur agar responden dapat lebih mudah mengidentifikasi bahaya mana yang dikategorikan sebagai pengaruh dari sedang hingga tinggi [15], Pada penelitian ini metode pengukuran yang digunakan dalam survei yakni menggunakan sistem pemeringkatan skala ordinal 5 poin, dengan 1 menjadi bobot terendah dan 5 mewakili bobot tertinggi yaitu sangat tidak berpengaruh, tidak berpengaruh, kurang berpengaruh, berpengaruh, dan sangat berpengaruh [16].

Analisis dan Pembahasan

Hasil pengolahan data di analisis pada tahap analisis dan pembahasan, tahap ini menentukan faktor kunci, keterkaitan hubungan antar faktor.

Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi pihak terkait dalam mengatasi permasalahan.

Kesimpulan

Kesimpulan disusun secara ringkas, jelas, dan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Faktor-faktor Keterlambatan

Berdasarkan hasil wawancara dengan responden terdapat faktor tambahan penyebab keterlambatan pekerjaan yang tidak teridentifikasi pada sumber-sumber sebelumnya, faktor ini muncul dari pengalaman langsung para responden sehingga memberikan perspektif yang lebih komprehensif. Tabel 1 merupakan hasil wawancara dengan responden serta beberapa faktor keterlambatan yang ditemukan.

Tabel 1. Faktor-faktor Keterlambatan

Kode	Faktor Keterlambatan	Deskripsi	Sumber
A1	Perubahan desain / detail pekerjaan pada waktu pekerjaan sedang berlangsung	Revisi gambar dari owner mengakibatkan pekerjaan harus disesuaikan kembali	[17], [18], [19]
A2	Perencanaan (gambar/spesifikasi) yang salah/tidak lengkap	Ketidaksesuaian antara gambar rencana/ <i>shop drawing</i> dan kondisi lapangan sehingga	[17], [19]

memerlukan klarifikasi atau revisi saat pekerjaan berlangsung

Kode	Faktor Keterambatan	Deskripsi	Sumber
A3	Adanya permintaan perubahan atas pekerjaan yang telah selesai	Pekerjaan yang sudah selesai harus dibongkar atau diperbaiki kembali karena adanya instruksi perubahan dari <i>owner</i> /konsultan	[17]
A4	Keterlambatan persetujuan gambar kerja oleh konsultan pengawas/direks/pemilik proyek	Shop drawing menunggu approved dari beberapa pihak terkait seperti konsultan dan <i>owner</i> Tambahkan pekerjaan (<i>Site Instruction</i>)	
A5	Adanya pekerjaan tambahan	1. tambahan pemasangan paku bumi 2. Pemindahan apil dan tiang bollard 3. tambahan pemasangan pipa pvc untuk sparing kabel 4. tambahan pekerjaan marka jalan (zebracross, marka panah, dan marka garis putus) 5. pemasangan tiang warning light 6. Pemasangan pipa pvc untuk sparing kabel	Pendapat expert
A6	Keterlambatan pengiriman bahan (material)	ketidak tepatan pembayaran/pemesanan kepada supplier sehingga material tidak tiba sesuai jadwal	[20], [21], [18]
A7	Harga material mahal	Kenaikan harga material di pasaran menyebabkan penyesuaian anggaran dan keterlambatan proses pembelian	[20]
A8	Kualitas bahan yang kurang baik	Bahan untuk pengecatan jalan kurang bagus sehingga pekerjaan tersebut harus diulang	[22]
A9	Ketidak tepatan waktu pemesanan bahan	Keterbatasan anggaran menjadikan alasan material tidak dapat terpenuhi dengan tepat waktu	[18]
A10	Lambatnya persetujuan material oleh pihak terkait	Material yang sudah ada harus <i>approved</i> dari pihak terkait untuk pengawasan kesesuaian produk	Pendapat expert
A11	Intensitas curah hujan	Cuaca hujan yang tidak menentu seringkali menjadi hambatan	[21], [18]
A12	Adanya pekerjaan konstruksi lain yang belum selesai dilapangan	Pekerjaan layering pengaspalan jalan yg dilakukan pihak lain belum selesai	Pendapat expert
A13	Keterbatasan anggaran kontraktor	Tidak ada DP di awal dan penggunaan dana proyek untuk kepentingan lain (pribadi/keluarga)	[20], [18]
A14	Kendala administrasi	Prosedur administrasi seringkali adanya perubahan format ttd, dan seringkali terjadi miskomunikasi antara kontraktor, konsultan dan <i>owner</i>	[23]

A15	Durasi kontrak	Dengan adanya beberapa perubahan gambar dan tambahan pekerjaan menjadikan durasi kontrak yang harus diperpanjang	[21]
-----	----------------	--	------

Pada tabel 1, diketahui dari 15 faktor pemicu terjadinya keterlambatan pekerjaan marka *entrance* bahwa faktor keterlambatan pekerjaan menurut para ahli sebagai responden adalah adanya pekerjaan tambahan (A5), lambatnya persetujuan material oleh pihak terkait (A10), dan Adanya pekerjaan konstruksi lain yang belum selesai dilapangan (A12).

B. Menentukan Hubungan Antar Faktor

ISM merupakan metode yang sering digunakan untuk menentukan hubungan antara elemen-elemen yang menyebabkan suatu masalah tertentu [14]. Salah satu cara untuk mengatasi keterlambatan waktu pada proyek konstruksi adalah dengan menganalisis dan mengetahui hubungan antar faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan waktu [4]. Untuk menentukan hubungan antar faktor yakni dengan bantuan kuesioner menggunakan penilaian skala ordinal 1 sampai 5 yang dibagikan kepada 3 responden dengan rincian sebagai berikut : direktur, supervisor, dan site manager. Tabel 2 merupakan contoh hasil kuesioner yang telah dibagikan kepada 3 responden.

Tabel 2. Contoh Hasil Kuesioner

		X			Y
Sangat tidak berpengaruh (1)	Tidak berpengaruh (2)	Kurang berpengaruh (3)	Berpengaruh (4)	Sangat berpengaruh (5)	
				√	Perubahan desain/gambar (A1)
			√		Gambar salah (A2)
		√			Perubahan bangunan (A3)
			√		Persetujuan gambar kerja (A4)
				√	Pekerjaan tambahan (A5)
			√		Keterlambatan pengiriman bahan (material) (A6)
			√		Harga bahan (material) mahal (A7)
			√		Kualitas bahan (material) (A8)
				√	Ketidaktepatan pemesanan bahan (material) (A9)
			√		Persetujuan material (A10)
				√	Intensitas curah hujan (A11)
			√		Pekerjaan konstruksi lain (A12)
			√		Keterbatasan anggaran (A13)
			√		Kendala administrasi (A14)
			√		Durasi kontrak (A15)

Contoh hasil kuesioner pada tabel 2 dengan responden yang telah memberikan pendapat mereka tentang apakah perubahan desain/gambar (A1) memiliki hubungan dengan variabel lain yang kemudian diberi nilai pada poin 1 (sangat tidak berpengaruh), 2 (tidak berpengaruh), 3 (kurang berpengaruh), 4 (berpengaruh), 5 (sangat berpengaruh).

Kuesioner perbandingan berpasangan didistribusikan untuk mengidentifikasi korelasi antar parameter. Tujuan survei ini adalah untuk membandingkan temuan dari berbagai sumber sebelumnya dengan sudut pandang para profesional dan cendekiawan yang memiliki pengalaman relevan. Kuesioner diberikan kepada para ahli yang telah diwawancarai secara langsung dan virtual melalui Zoom untuk mengumpulkan data. Responden dipilih berdasarkan posisi, tingkat pengalaman, dan bidang keahlian mereka. Hasil akhir kuesioner yang telah diisi, Lampiran 2, adalah ringkasan tanggapan responden.

C. Pembuatan Matriks SSIM *Structural Self Interaction Matrix*

Penyelesaian pertama dari metode ISM adalah *structural self-interaction matrix* (SSIM). Prosedur ISM umumnya bergantung pada pendapat para ahli, dalam prosesnya para ahli diminta menjelaskan dengan jelas bagaimana satu elemen dapat memengaruhi elemen lainnya, sehingga hubungan ini ditentukan berdasarkan pemahaman terhadap konteks serta kemungkinan adanya keterkaitan antara dua faktor tersebut [24] yang dilambangkan dengan V, A, X, O. Kemudian data yang telah dikumpulkan secara sistematis diubah menjadi Matriks Interaksi Diri Struktural (SSIM)

[25], menggunakan perangkat lunak situs web *ISM-Professional 2.0* seperti yang dapat dilihat pada tabel 3 merupakan hasil *running* menggunakan web *ISM-Professional 2.0*.

Tabel 3. Structural Self Interaction Matrix (SSIM)

x/y	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
A1		A	V	V	X	O	O	O	O	V	O	O	O	V	O
A2			X	V	X	O	O	O	O	V	O	O	O	V	V
A3				O	V	O	O	A	O	O	O	A	O	V	V
A4					X	O	O	V	O	O	O	O	O	A	V
A5						O	O	A	O	O	O	O	O	O	X
A6							O	O	A	O	A	O	A	A	V
A7								X	A	O	O	O	X	O	O
A8									O	X	O	O	A	O	O
A9										V	O	O	V	X	V
A10											O	O	O	X	V
A11												O	O	O	X
A12													O	O	V
A13														X	V
A14															X
A15															

Pada tabel 3 dapat diketahui hubungan faktor keterlambatan perubahan desain/ gambar (A1) akan dipengaruhi oleh faktor gambar salah (A2), hubungan faktor keterlambatan perubahan desain/ gambar (A1) akan mempengaruhi faktor perubahan bangunan (A3), faktor perubahan desain/ gambar (A1) akan mempengaruhi faktor persetujuan gambar kerja (A4), faktor perubahan desain/ gambar (A1) dengan pekerjaan tambahan (A5) adalah kedua faktor saling mempengaruhi, kemudian hubungan elemen perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor keterlambatan pengiriman bahan (material) (A6), perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor harga bahan (material) mahal (A7), perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor kualitas bahan (material) (A8), perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor ketidaktepatan pemesanan bahan (material) (A9), perubahan desain/gambar (A1) akan mempengaruhi faktor persetujuan material (A10), faktor perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor intensitas curah hujan (A11), faktor perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor pekerjaan konstruksi lain (A12), perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor keterbatasan anggaran (A13), perubahan desain/gambar (A1) akan mempengaruhi faktor kendala administrasi (A14), perubahan desain/gambar (A1) tidak ada hubungan dengan faktor dan durasi kontrak (A15).

D. Pembuatan *Reachability Matrix*

Berdasarkan tabel 3 SSIM, selanjutnya dilakukan konversi ke dalam bentuk *Initial Reachability Matrix* dengan mengganti simbol V, A, X, dan O menjadi nilai biner (1 dan 0). Matriks ini menunjukkan ada atau tidaknya hubungan langsung antar faktor [26]. Merubah simbol-simbol V, A, X, dan O pada matriks SSIM menjadi biner dengan aturan sebagai berikut [27]:

V jika $E_{ij} = 1$ dan $E_{ji} = 0$

A jika $E_{ij} = 0$ dan $E_{ji} = 1$

X jika $E_{ij} = 1$ dan $E_{ji} = 1$

O jika $E_{ij} = 0$ dan $E_{ji} = 0$

Keterangan :

Nilai $e_{ij} = 1$ adalah ada hubungan kontekstual antara subelemen ke-i dan ke-j.

Nilai $e_{ji} = 0$ adalah tidak ada hubungan kontekstual antara subelemen ke-i dan ke-j.

Pada tabel 4 merupakan hasil *running* menggunakan web *ISM-Professional 2.0*

Tabel 4. Final Reachability Matrix (RM)

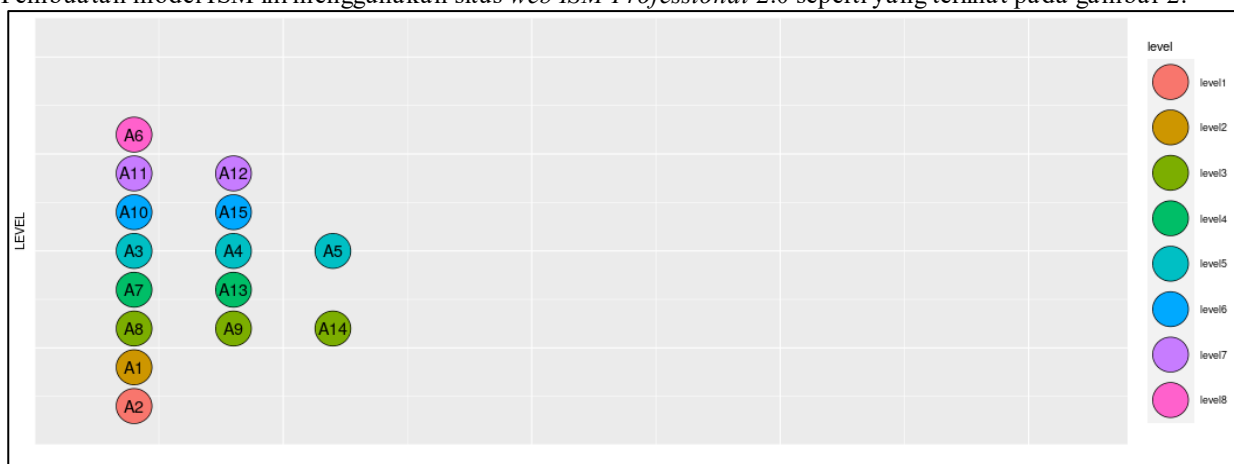
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
A1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
A2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
A3	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
A4	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
A5	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
A7	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
A8	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
A9	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
A10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
A11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
A12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
A13	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
A14	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
A15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1

Dari tabel 4 dapat diketahui sebagai contoh bahwa hubungan elemen perubahan desain/ gambar (A1) dengan perubahan desain/ gambar (A1) adalah memiliki pengaruh atau mempengaruhi, perubahan desain/ gambar (A1) dengan gambar salah (A2) memiliki pengaruh atau mempengaruhi, perubahan desain/ gambar (A1) dengan perubahan bangunan (A3) adalah menunjukkan tidak adanya hubungan atau pengaruh dari kedua elemen tersebut, perubahan desain/ gambar (A1) dengan persetujuan gambar kerja (A4) adalah menunjukkan tidak adanya hubungan atau pengaruh dari kedua elemen tersebut, perubahan desain/ gambar (A1) dengan pekerjaan tambahan (A5) adalah memiliki pengaruh atau mempengaruhi, kemudian hubungan elemen perubahan desain/ gambar (A1) dengan keterlambatan pengiriman bahan (material) (A6), harga bahan (material) mahal (A7), kualitas bahan (material) (A8), ketidaktepatan pemesanan bahan (material) (A9), persetujuan material (A10), intensitas curah hujan (A11), pekerjaan konstruksi lain (A12), keterbatasan anggaran (A13), kendala administrasi (A14), dan durasi kontrak (A15) adalah menunjukkan tidak adanya hubungan atau pengaruh dari kedua elemen tersebut

E. Pembuatan Model ISM (*Interpretive Structural Modelling*)

Pembuatan model ISM adalah langkah berikutnya yang dilakukan setelah selesai melakukan pengurutan dan menetapkan rangking [12], Model ISM Proses merupakan konversi dari diagram yang disusun dan direpresentasikan dalam bentuk ISM dengan menyederhanakan hubungan elemen sehingga menghasilkan model hierarki yang jelas [11]. Pembuatan model ISM ini menggunakan situs *web ISM-Professional 2.0* seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Output ISM

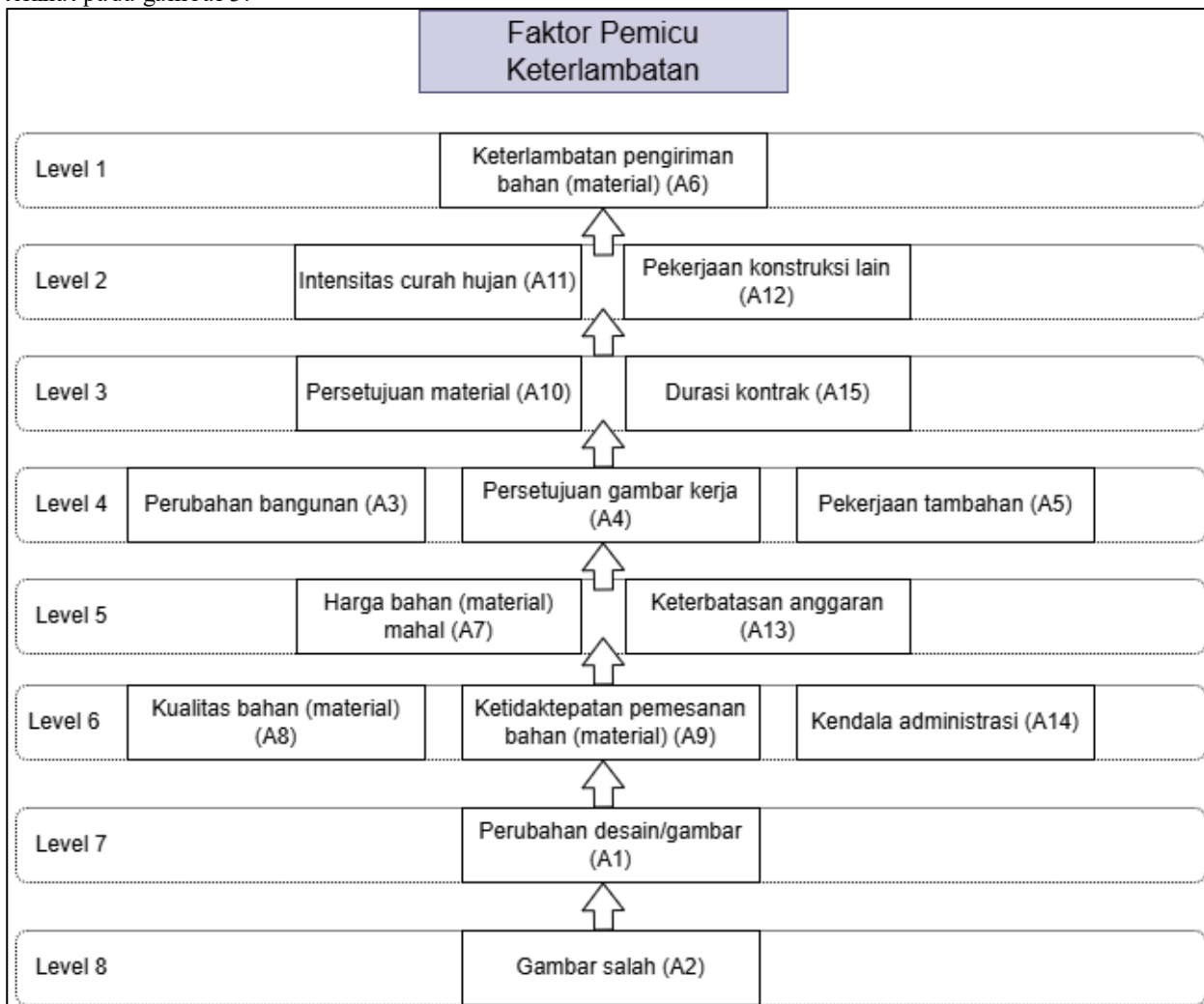
Berdasarkan gambar 3, warna yang digunakan pada grafik untuk memudahkan pembacaan, dengan keterangan warna yang ditampilkan di samping grafik dan disusun berurutan dari level paling bawah hingga level paling atas. Berdasarkan hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak *web ISM-Professional 2.0*, pada tingkat pengaruh dan keterkaitannya, variabel-variabel yang menyebabkan penundaan dikategorikan ke dalam beberapa lapisan. Meskipun elemen-elemen pada tingkat yang lebih tinggi biasanya yang paling terpengaruh, faktor-faktor pada tingkat terendah memainkan peran besar, memengaruhi faktor-faktor lainnya. Selain itu, sejumlah parameter berada pada tingkat yang sama, menunjukkan korelasi yang cukup signifikan di antara mereka. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa keterlambatan pekerjaan terjadi karena adanya hubungan yang saling memengaruhi antar berbagai faktor dalam suatu struktur, pada level pertama dengan warna merah yang menjadi faktor utama yakni terkait kesalahan gambar (A2), level ke-2 yakni perubahan desain/gambar (A1), level ke-3 yakni kualitas bahan (material) (A8), ketidaktepatan pemesanan bahan (material) (A9), dan kendala administrasi (A14), level ke-4 yakni harga bahan (material) mahal (A7), Keterbatasan anggaran (A13), pada level ke-5 yakni perubahan bangunan (A3), persetujuan gambar kerja (A4), pekerjaan tambahan (A5), pada level ke-6 merupakan persetujuan material (A10), durasi kontrak (A15), kemudian

level ke-7 yakni intensitas curah hujan (A11) dan pekerjaan konstruksi lain (A12) dan level ke-8 yakni keterlambatan pengiriman bahan (material) (A6).

Dapat diketahui nilai tertinggi terdapat pada bagian paling bawah yakni warna merah faktor gambar salah (A2) karena faktor ini memiliki pengaruh paling besar terhadap faktor lainnya. Kesalahan pada gambar kerja dapat berdampak langsung pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan, seperti terjadinya pekerjaan ulang, ketidaksesuaian hasil, hingga keterlambatan waktu penyelesaian proyek. Oleh karena itu, faktor ini termasuk dalam faktor utama yang perlu mendapatkan perhatian lebih dalam upaya meminimalkan keterlambatan pekerjaan.

Grafik ISM (*Interpretive Structural Modelling*)

Output dari ISM dapat diketahui bahwa dari 15 faktor pemicu terjadinya keterlambatan pekerjaan, level 8 merupakan faktor utama pemicu keterlambatan yakni pada kesalahan gambar (A2) yang menjadi prioritas yang memiliki kemampuan mempengaruhi elemen faktor pada level berikutnya, baik keberhasilan maupun kegagalannya akan berdampak langsung pada level berikutnya (level 7, level 6, level 5, level 4, level 3, level 2, dan level 1) yang terlihat pada gambar 3.

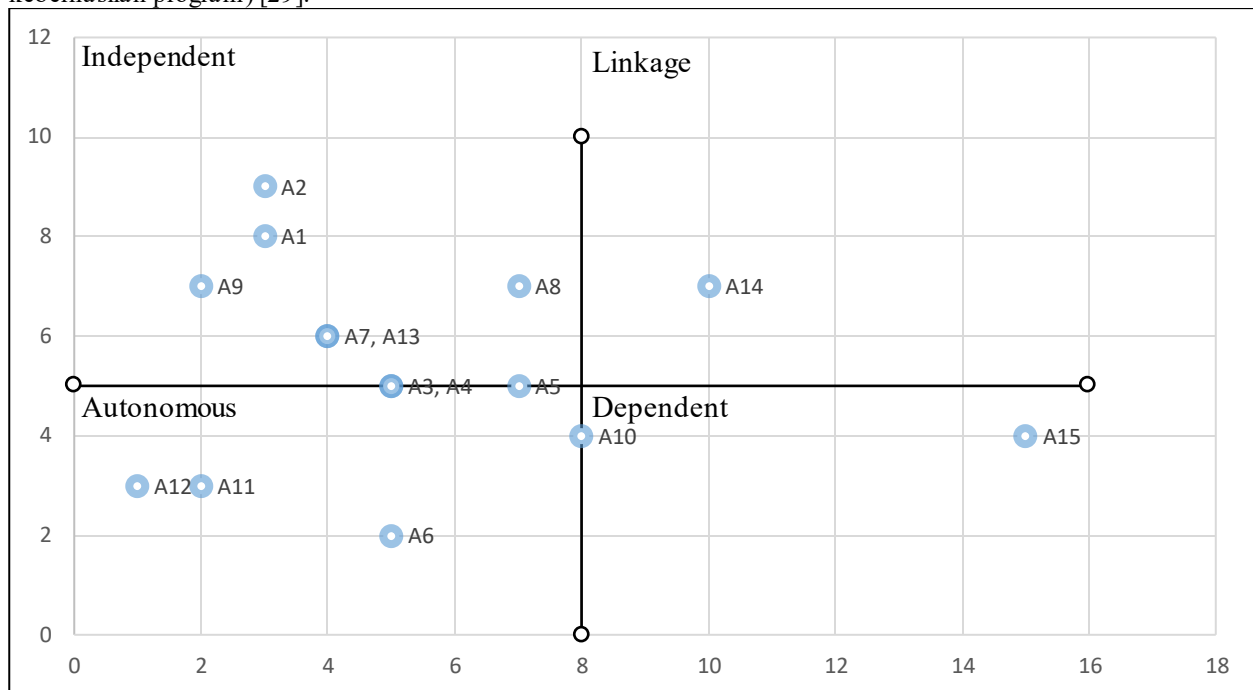


Gambar 3. Grafik Level ISM

F. Pembuatan *Matrix of Cross Impact Multiplications Applied to Classification* (MICMAC)

Nilai *drive power* dan nilai *dependency power* untuk setiap sub kriteria digunakan untuk menghasilkan *Matrix of Cross Impact Multiplication Applied to Classification* (MICMAC), untuk menentukan apakah sub-kriteria tersebut ada di setiap sektor atau kuadran [28]. terakhir adalah mengelompokkan sub-sub elemen ke dalam 4 sektor yaitu *autonomous*, *dependent*, *linkage*, *independent* sebagai berikut (a). Sektor I: Faktor *Autonomous* (perubah di sektor ini umumnya tidak berkaitan dengan sistem, hubungannya sedikit) (b). Sektor II: Faktor *Dependent* (perubah yang masuk ke dalam kelompok ini merupakan peubah tak bebas) (c). Sektor III: Faktor *Linkage* (perubah pada sektor ini harus dikaji secara hati-hati karena interaksinya dapat memberikan dampak dan umpan balik terhadap sistem) (d). Sektor

IV: Faktor *Independent* (perubah dalam sektor ini memiliki pengaruh yang kuat dalam sistem dan sangat menentukan keberhasilan program) [29].



Gambar 4. Matriks MICMAC

Dapat dilihat gambar 4, kuadran I merupakan *autonomous* yang berisi faktor pekerjaan konstruksi lain (A12), intensitas curah hujan (A11), keterlambatan pengiriman bahan (material) (A6), pekerjaan tambahan (A5), persetujuan gambar kerja (A4), dan faktor perubahan bangunan (A3) hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut memiliki tingkat kepentingan rendah, pada kuadran II merupakan *dependent* berisi faktor persetujuan material (A10), dan faktor durasi kontrak (A15) yang berarti faktor tersebut lebih banyak dipengaruhi daripada mempengaruhi, pada kuadran III merupakan *linkage* ditemukan pada faktor kendala administrasi (A14), faktor tersebut memiliki daya pengaruh dan tingkat ketergantungan yang tinggi, kemudian pada kuadran IV merupakan *independent* ditemukan pada faktor perubahan desain/gambar (A1), gambar salah (A2), harga bahan (material) mahal (A7), kualitas bahan (material) (A8), ketidaktepatan pemesanan bahan (material) (A9), keterbatasan anggaran (A13) hal ini menunjukkan faktor-faktor tersebut memiliki daya pengaruh tinggi dan tingkat ketergantungan yang rendah sehingga menunjukkan pengaruh yang sangat besar namun tidak bergantung pada faktor lain.

G. Control

Dalam tahap pengendalian ini, dirumuskan serangkaian rekomendasi perbaikan untuk menanggulangi akar penyebab keterlambatan proyek. Langkah-langkah strategis ini mencakup perencanaan maupun implementasi yang berfokus pada minimalisir adanya keterlambatan pekerjaan, sekaligus berfungsi sebagai tindakan preventif guna mencegah terulangnya kendala serupa di masa mendatang.

Tabel 5. Rekomendasi dan Usulan Perbaikan

Aspek pengendalian	Tindakan	Sasaran	Sumber
Mitigasi resiko kontrak	Memberikan rekomendasi aturan maupun prosedur yang lebih rinci terkait gambar yang lebih rinci sehingga kedua belah pihak memiliki batasan tertentu agar tidak terjadi sewenang-wenang dalam melakukan pekerjaan	Memberikan kepastian atau kesepakatan di awal agar tidak merugikan salah satu pihak	[30]
Komunikasi	Membangun komunikasi formal dan rutin antara owner dan kontraktor dalam rapat koordinasi	Menciptakan transparansi dan mempercepat proses pengambilan keputusan di lapangan	[31]

Aspek pengendalian	Tindakan	Sasaran	Sumber
Kualitas bahan material	Identifikasi material, dilakukan pemisahan antara stok utama, barang sisa proyek maupun barang sementara	Menghindari pencampuran material yang dapat mengakibatkan kesalahan penggunaan	[32]
Perencanaan material	Melakukan evaluasi berkala terhadap <i>lead time</i> pemesanan dan menyesuaikannya dengan jadwal konstruksi yang dinamis.	Menjamin ketersediaan material tepat waktu sesuai dengan prioritas pekerjaan di lapangan.	[33]

Batasan ruang lingkup penelitian ini telah dipertimbangkan ketika menyusun semua perubahan yang disarankan dalam tabel 5. Spesifikasi biaya keterlambatan tidak dibahas secara menyeluruh karena analisis difokuskan pada penggunaan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) untuk memetakan keterkaitan hierarkis dan hubungan antar variabel keterlambatan. Kuesioner para ahli, observasi, dan wawancara digunakan untuk memvalidasi data. Saran-saran ini dimaksudkan untuk memberikan arahan strategis kepada manajemen dalam menetapkan prioritas peningkatan untuk elemen-elemen yang paling berpengaruh terhadap efisiensi durasi proyek.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sejumlah variabel yang saling terkait berkontribusi terhadap keterlambatan proyek marka *entrance*. Lima belas faktor penyebab diidentifikasi sebagai faktor yang berkontribusi terhadap keterlambatan tersebut. Faktor yang paling berpengaruh adalah kesalahan menggambar (A2), yang berada pada tingkat terendah dalam struktur ISM dan oleh karena hal ini merupakan penyebab utama keterlambatan tambahan. Struktur hierarkis tercipta melalui hubungan antar komponen, dengan elemen-elemen di bagian bawah memiliki dampak besar pada faktor-faktor di bagian atas, menurut hasil analisis menggunakan pendekatan ISM. Lebih lanjut, studi MICMAC menunjukkan bahwa sejumlah elemen independen memiliki dampak yang signifikan, yang mengindikasikan bahwa faktor-faktor ini harus diberi perhatian utama saat mengembangkan proyek.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa keterlambatan proyek bukan disebabkan oleh satu faktor saja, melainkan oleh kombinasi beberapa faktor yang seringkali menimbulkan masalah. Akibatnya, diperlukan strategi pengelolaan yang lebih baik, terutama untuk faktor-faktor utama seperti gambar perencanaan, pengelolaan material, dan pengendalian administrasi, sehingga keterlambatan proyek dapat dikurangi dalam waktu dekat, dengan keterbatasan penelitian ini, maka perlu pembuktian lebih lanjut menggunakan metode lain seperti analisis statistik maupun metode manajemen risiko yakni *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

REFERENSI

- [1] E. C. Halim, A. Andi, and J. Rahardjo, "Aplikasi interpretive structural modeling (ISM) pada faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi di Surabaya," *Dimens. Utama Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 60–77, 2021.
- [2] J. U. D. Hatmoko, A. Hidayat, M. Zachari, and S. S. H. Merukh, "Investigasi Pengaruh Keterlambatan Pembayaran Proyek Konstruksi dari Owner kepada Kontraktor," *TEKNIK*, vol. 43, no. 2, pp. 168–177, 2022, doi: <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i2.45876>.
- [3] A. Lestari, A. Sandhyavitri, and M. Ikhsan, "Evaluasi Risiko Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol," *ECORINS Proceeding*, vol. 1, no. 1, pp. 394–404, 2025.
- [4] B. M. C. Kuncoro and T. Octavia, "Analisis faktor-faktor keterlambatan waktu pada proyek konstruksi gedung bertingkat di Indonesia terhadap profesionalisme dan etika kerja," *J. Dimens. Ins. Prof.*, vol. 2, no. 2, pp. 7–14, 2024.
- [5] M. Kapitanhitu, L. M. Saleh, and M. Abdin, "Analisis Faktor Keterlambatan Menggunakan Metode CPM pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung RKB MIN 5 Maluku Tengah," *J. Ilm. Nusant.*, vol. 2, no. 1, pp. 630–640, 2025, doi: <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i1.4056>.
- [6] D. Dwiantoro, A. Y. Yoansa, D. V. Indrayana, S. Mentari, and F. S. Widyatami, "Analisis faktor penyebab keterlambatan proyek 'XYZ,'" *J. Talent. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 388–403, 2024.
- [7] S. K. D. Maharani, D. N. Mutmainah, A. H. H. Slamet, and S. Brilyantina, "Penerapan Metode ISM Dalam Menyusun Strategi Pengembangan Usaha Kue Kering CV. XYZ Di Kabupaten Sidoarjo," *Bus. Res. Manag. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–29, 2025.

- [8] A. S. Cahyana, S. Ainiyah, I. R. Nurmalasari, and I. A. Saidi, "Factors influencing food waste in restaurants and their impact on processing: An interpretative structural modelling approach," in *BIO Web of Conferences*, EDP Sciences, 2024, p. 1023. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414601023>.
- [9] S. M. I. Nasution, "Integrasi Prinsip Pengadaan Berkelanjutan dalam Proyek Konstruksi Publik di Indonesia," *JUITECH J. Ilm. Fak. Tek. Univ. Qual.*, vol. 9, no. 1, pp. 38–49, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.36764/ju.v9i1.1606>.
- [10] S. Hidayat, M. Sayuti, F. Sulastri, and A. Nindiani, "Penggunaan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping (VSM) dan Failure Mode Effect & Analysis (FMEA) untuk Mengurangi Risiko Kegagalan di PT. SAI," *J. Res. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 35–52, 2025, doi: <https://doi.org/10.55732/jrt.v11i1.1609>.
- [11] K. Fahrudin and M. C. P. A. Islami, "Risk Management In The Procurement Process of Upstream Oil Companies Using The House of Risk and Interpretive Structural Modelling," *JATI EMAS (Jurnal Apl. Tek. dan Pengabd. Masyarakat)*, vol. 9, no. 1, pp. 115–120, 2025.
- [12] B. E. Putra and L. Fitria, "Analisis Prioritas Supplier Susu Freshmilk Menggunakan Metode Interpretive Structural Modelling Dan Analytical Network Process Di Mokopi Garden," *e-Proceeding FTI*, 2024.
- [13] M. Yusuf and H. Prasetyo, "Usulan Pemilihan Supplier dengan Menggunakan Metode Interpretive Structural Modelling (ISM) dan Analytical Network Process (ANP) Di PD Sari Tasik," *e-Proceeding FTI*, 2022.
- [14] D. A. Febriana, F. L. Ardiani, E. Y. Wijaya, and E. Yuliatwati, "Analisis Terstruktur Faktor Risiko Operasional Industri Manufaktur Kertas Menggunakan Pendekatan ISM-MICMAC," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 7, no. 2, 2025, doi: <https://doi.org/10.37631/jri.v7i2.2008>.
- [15] I. A. Ahkop, G. J. Johari, and A. S. Pratama, "Analisis Risiko Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung Citimall Garut," *J. Konstr.*, vol. 23, no. 1, pp. 253–264, 2025, doi: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-1.1876>.
- [16] A. V. S. Asmara and A. A. Laksmi, "Analisis Kinerja Waktu Pekerjaan Struktur Atas Proyek Rumah Sakit X di Jakarta Selatan," *J. Tek. Sipil*, 2025, doi: <https://doi.org/10.21009/jmenara.v20i2.54388>.
- [17] A. K. Khotimah and M. Beatrix, "Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan Nasional di Jawa Timur," *J. Tek. Sipil*, vol. 15, no. 2, pp. 48–59, 2022.
- [18] L. Kopong, N. Maelissa, and H. D. Titaley, "Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Renovasi Dan Perluasan Gedung Balai Karantina Ikan Ambon," *J. Agreg.*, vol. 2, no. 2, pp. 122–129, 2023, doi: <https://doi.org/10.31959/ja.v2i2.1200>.
- [19] J. U. D. Hatmoko, R. A. Pratistha, and A. Hidayat, "Keterlambatan proyek yang disebabkan oleh owner: Evaluasi faktor-faktor penyebab dan klaim kontraktor," *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 28, no. 2, pp. 212–218, 2022, doi: <https://doi.org/10.14710/mkts.v28i2.45875>.
- [20] E. Azhari, L. M. Saleh, and M. Marantika, "Analisis faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan gedung laboratorium terpadu dan perpustakaan MAN 1 Maluku Tengah," *J. Agreg.*, vol. 2, no. 2, pp. 262–270, 2023, doi: <https://doi.org/10.31959/ja.v2i2.1906>.
- [21] A. Imran, M. Alamsyah, and T. H. Nugroho, "Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi di Nunukan," *axial J. rekayasa dan Manaj. Konstr.*, pp. 232–239, 2025, doi: <https://doi.org/10.30742/axial.v13i3.5021>.
- [22] M. M. Sanaky, "Analisis faktor-faktor keterlambatan pada proyek pembangunan gedung srama MAN 1 Tulehu Maluku Tengah," *J. simetrik*, vol. 11, no. 1, pp. 432–439, 2021, doi: <https://doi.org/10.31959/js.v11i1.615>.
- [23] S. E. Priana and J. Hafnil, "Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: RSI Ibnu Sina Padang Panjang)," *J. Rangkang*, vol. 1, no. 1, pp. 50–58, 2025.
- [24] K. Fahrudin and F. Pulansari, "Analisis Risiko Rantai Pasok Peternakan Ayam Petelur Menggunakan House of Risk dan Interpretive Structural Modelling," *J. Samudra Ekon. dan Bisnis*, vol. 17, no. 225, pp. 29–44, 2026, doi: [10.33059/jseb.v17i1.11719](https://doi.org/10.33059/jseb.v17i1.11719).Article.
- [25] M. A. Indrianti, I. Taslim, and M. M. Djibrani, "Strategi Implementasi Kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan: Strategy For Implementing The Policy for Protecting Sustainable Food Agricultural Land," in *Prosiding Seminar Nasional Integrasi Pertanian dan Peternakan*, 2026, pp. 293–300.
- [26] N. Martani and I. N. Pujawan, "Critical Success Factor terhadap Penerapan Sustainable Supply Chain pada Sektor Perikanan dengan Pendekatan PCA-ISM," *Fact. J. Ind. Manaj. dan Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 3, pp. 394–408, 2026, doi: <https://doi.org/10.56211/factory.v4i3.1592>.
- [27] T. Harefa, Y. Lubis, and T. Martial, "Analisis Kebijakan Usaha Perkebunan Kelapa Sawit Dengan Penggunaan Pupuk Limbah Pabrik," *Jesya (Jurnal Ekon. dan Ekon. Syariah)*, vol. 8, no. 1, pp. 736–750, 2025, doi: [10.36778/jesya.v8i1.2012](https://doi.org/10.36778/jesya.v8i1.2012).
- [28] T. Wakhyudi, M. Sayuti, and K. Karnadi, "Analisis mitigasi risiko kecelakaan kerja Divisi AC pada perusahaan elektronik di Karawang dengan menerapkan metode HOR dan ISM," *J. Integr. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 83–97, 2024, doi: <https://doi.org/10.28932/jis.v7i1.9154>.
- [29] B. W. D. LEGOWO and L. FITRIA, "Usulan Pemilihan Supplier Kopi Menggunakan Interpretive Structural

- Modeling (ISM) dan Analytical Network Process (ANP) pada Mokopi Cimindi,” *e-Proceeding FTI*, 2024.
- [30] A. B. Saraswati, C. Farela, M. Tantrika, and R. A. Sari, “Identifikasi Dan Penanganan Risiko Operasional Penyebab Keterlambatan Proyek Pembuatan Kapal Dengan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP),” *J. Rekayasa Sist. Manaj. Ind.*, vol. 02, no. 02, pp. 190–198, 2025.
- [31] A. E. Susanto and H. Wiyanto, “Analisis Pengaruh Keterlambatan Proyek Terhadap Estimasi Biaya Dan Waktu Penyelesaian Proyek X Di Sawangan,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 51–62, 2025, doi: <https://doi.org/10.24912/jmts.v8i1.32613>.
- [32] N. I. Arini, “Rancangan Perbaikan Gudang Persediaan di CV Kina Citratama Dengan Metode Fishbone,” *J. Ind. Furnitur dan Pengolah. Kayu*, vol. 3, no. 2, pp. 59–68, 2025.
- [33] M. Syihabuddin and P. A. Tuti, “Studi Eksploratif Tentang Praktik Sistem Manajemen Persediaan Dan Perencanaan Material Dalam Meningkatkan Efisiensi Proyek Konstruksi Di PT Sekawan Jaya,” *JAZJ. Akunt. Unihaz*, vol. 8, no. 2, 2025, doi: <https://doi.org/10.32663/nr8rvr74>.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.