

## **APLIKASI INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELING PADA FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI DI SURABAYA**

Eric Cahyadi Halim<sup>1</sup>, Andi<sup>2</sup> dan Jani Rahardjo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

<sup>2,3</sup> Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

<sup>1</sup>b21170011@john.petra.ac.id, <sup>2</sup>andi@petra.ac.id, <sup>3</sup>jani@petra.ac.id

**ABSTRAK:** Proyek konstruksi memiliki resiko ketidaksesuaian dengan harapan awal pembangunan. Sangat sulit untuk memperkirakan waktu sebuah proyek karena sebuah proyek tidak bersifat repetitif dan adanya tantangan yang berbeda pada setiap proyek pembangunan. Keterlambatan menyelesaikan sebuah proyek akan menimbulkan *overtime* dan *overbudget*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *judgment sampling* kepada lima responden yang merupakan kontraktor ahli/ *expert*. Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor dominan penyebab keterlambatan sebuah proyek residential menggunakan metode *decision-making trial and evaluation laboratory* (DEMATEL) dan memodelkan hubungan antar faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi residential menggunakan metode *interpretive structural modeling* (ISM). Hasil dari penelitian ini berupa adanya delapan level struktur hierarki sub-faktor yang menjadi *framework* bagi kontraktor dan pemilik proyek untuk mereduksi risiko keterlambatan proyek konstruksi residential. Penyebab dominan terjadinya keterlambatan pembangunan proyek adalah perubahan desain selama konstruksi, keterlambatan pengiriman material, keterlambatan persetujuan gambar kerja, keterlambatan pembayaran, serta metode kerja yang tidak sesuai.

Kata kunci: keterlambatan, resiko, konstruksi residential, *decision-making trial and evaluation laboratory*, *interpretive structural modeling*

**ABSTRACT:** *Construction projects run the risk of not conforming to the initial expectations of development. There are different challenges in each development project because it is not repetitive. Delay project will cause waste in the form of overtime and overbudget. This research was conducted using judgment sampling of five expert contractors. The objectives of this research are to identify the dominant factors causing delays using the decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) method and modeling the relationship between the factors that cause delays in residential construction projects using the interpretive structural modeling (ISM) method. The results of this research are the existence of eight levels of sub-factor hierarchical structure which becomes the framework to reduce the risk of delays in residential construction projects. The dominant causes of delays in project development are design changes, late delivery of materials, late approval of work drawings, late payments, and inappropriate work methods.*

Keywords: *delay, risk, residential construction, decision-making trial and evaluation laboratory, interpretive structural modeling*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini, pembangunan infrastruktur umum menjadi salah satu fokus pemerintah Indonesia. Anggaran yang dialokasikan untuk pembangunan infrastruktur umum ini terus meningkat dari tahun ke tahun. Meski pada tahun 2015 anggaran pembangunan infrastruktur sudah ditingkatkan 65,5% dari tahun sebelumnya menjadi 256,1 triliun rupiah. Pada tahun 2019, alokasi anggaran pembangunan infrastruktur tersebut telah mencapai angka 415 triliun rupiah (Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2019). Informasi tersebut mengindikasikan bahwa proyek-proyek konstruksi sedang bertebaran di seluruh wilayah Indonesia.

Pada umumnya setiap proyek selalu memiliki tiga komponen utama: ruang lingkup, waktu, dan biaya (Oberlender, 2000). Demikian pula pada proyek-proyek konstruksi yang memiliki kerangka waktu yang diperlukan untuk penyelesaiannya. Padahal, untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek konstruksi sangat sulit karena proyek bukan kegiatan yang bersifat repetitif. Ada tantangan yang berbeda di setiap proyek konstruksi. Oleh karena itu, waktu yang telah diperkirakan untuk penyelesaian suatu proyek konstruksi seringkali meleset dari rencana awal atau mengalami keterlambatan akibat berbagai faktor.

Keterlambatan penyelesaian suatu proyek tentu saja akan memberikan dampak yang negatif. Bagi kontraktor, terlambatnya penyelesaian suatu proyek konstruksi akan meningkatkan risiko terjadinya *overtime work* dan *overbudget* yang menyebabkan kerugian bagi kontraktor (Tavakolan & Etemadinia, 2017). Semakin lama keterlambatan suatu proyek tidak hanya semakin berkurang keuntungan yang diperoleh tetapi juga bisa menyebabkan kerugian yang semakin besar. Sedangkan pemilik proyek juga dirugikan akibat perubahan rencana penggunaan fasilitas yang dibangun. Jika pemilik proyeknya adalah pemerintah, keterlambatan akan merugikan kepentingan umum dan juga menimbulkan masalah terkait penyerapan anggaran.

Penyebab terjadinya keterlambatan proyek terjadi akibat penyebab teknis dan non-teknis. Penyebab non-teknis berasal dari faktor yang tidak terduga seperti kebakaran, perang, gempa, banjir, atau bencana lainnya (Hassan et al, 2016). Sedangkan, penyebab teknis terlambatnya suatu proyek konstruksi dikelompokkan dalam tujuh faktor yakni *Labor Factors*, *Equipment Factors*, *Information Factors*, *Material Factors*, *Site Characteristics Factors*, *Managerial Factors*, and *others* (Andi et al, 2010). Lebih lanjut, masing-masing faktor tersebut dijelaskan oleh sub-sub faktornya. Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sub-sub faktor terlambatnya suatu proyek konstruksi, yang telah disampaikan oleh Andi et al (2010), berhubungan atau saling terkait satu sama lain sehingga dapat dijadikan dasar membangun model eksplanatori. Model eksplanatori membantu pemahaman hubungan yang kompleks antar sub-faktor di dalam sebuah sistem (Alzabdeh et al, 2015). Pemahaman yang jelas ini bermanfaat untuk mengidentifikasi akar masalah hingga strategi penanganan masalah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini hubungan antar sub faktor penyebab terlambatnya proyek konstruksi akan diungkap dengan mengeksplorasi pendapat dari ahli untuk membangun struktur hubungan antar penyebab teknis tersebut dengan metode *interpretive structural modeling* (ISM).

Model hierarki yang dihasilkan melalui prosedur ISM akan memberikan pemahaman yang dibangun dari pengalaman para ahli sehingga pengalaman para ahli akan terpreservasi. Selain itu, dibandingkan dengan hanya menganalisis deretan hasil identifikasi faktor penyebab keterlambatan, model hierarki akan mempermudah interpretasi sehingga memberikan informasi yang lebih banyak. Selanjutnya, metode *decision making trial and evaluation laboratory* (DEMATEL) akan digunakan untuk mempertajam analisis terhadap keterlambatan proyek dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab yang dominan. Hasilnya dapat digunakan untuk membantu kontraktor dalam mengelola faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan. Dengan demikian, kinerja proyek konstruksi akan menjadi lebih baik.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Manajemen Proyek Konstruksi

Ada dua pengetahuan dasar yang dibutuhkan dalam mengelola suatu proyek konstruksi, yakni pengetahuan tentang manajemen proyek serta pemahaman tentang proses desain dan konstruksi (Hendrickson & Au, 2000). Menurut Oberlander (2000), proyek adalah segala upaya yang dilakukan untuk memberikan hasil sesuai dengan harapan dari pihak yang meminta. Suatu proyek konstruksi dapat terbatas pada desain saja, konstruksi saja, atau kombinasi antara desain dan konstruksi. Lebih lanjut, Project Management Institute sebagaimana dikutip oleh Hendrickson & Au (2000, p.35) menyatakan bahwa manajemen proyek adalah “*the art of directing and coordinating human and material resources throughout the life of a project by using modern management techniques to achieve predetermined objectives of scope, cost, time, quality and participation satisfaction*”. Oleh karena itu, manajemen proyek konstruksi berarti suatu usaha mencapai serangkaian tujuan dengan menerapkan serangkaian operasi yang berada dalam lingkup kerja konstruksi tetapi dibatasi oleh ketersediaan sumber daya.

### 2.2 Keterlambatan pada Proyek Produksi

Keterlambatan dalam suatu proyek dapat didefinisikan sebagai waktu berlebih atau perpanjangan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Keterlambatan dalam proyek konstruksi adalah kondisi ketika kemajuan aktual proyek konstruksi lebih lambat dari jadwal yang direncanakan atau penyelesaian proyek yang terlambat (Hamzah et al, 2011). Secara teknis, keterlambatan suatu proyek terjadi apabila ada aktivitas di sepanjang jalur kritis yang mengalami keterlambatan akibat berbagai alasan. Berdasarkan tingkat keparahan keterlambatan, Peneliting et al (1997) membagi keterlambatan dalam tiga tipe, yakni:

1. Keterlambatan tipe 1: bagian dari risiko suatu proyek, sehingga masih bisa ditoleransi dan tidak boleh dijadikan alasan bagi pihak mana pun untuk mencari kompensasi, solusinya adalah memperpanjang penyelesaian kontrak untuk melindungi kontraktor dari klaim.
2. Keterlambatan tipe 2: kontraktor harus menerima kompensasi yang adil dan wajar (biaya dan waktu).
3. Keterlambatan tipe 3: kontraktor yang harus memikul tanggung jawab penuh

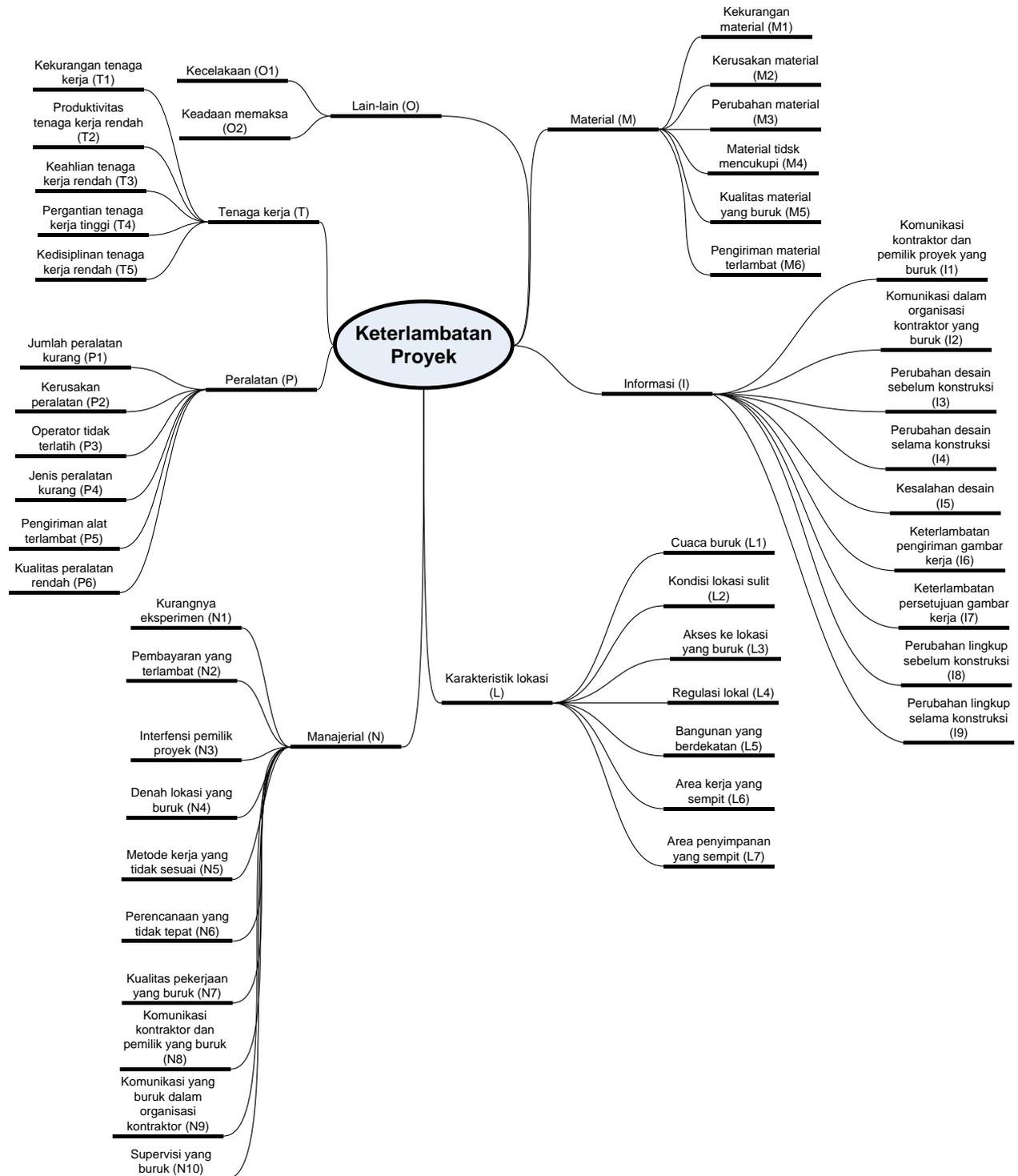
Penyebab keterlambatan dijelaskan oleh Hamzah et al (2011) menjadi tiga jenis, yakni:

1. *Non-excuseable delay* adalah keterlambatan yang disebabkan oleh kontraktor atau pemasoknya, bukan karena kesalahan pemilik proyek
2. *Excuseable delay* dibagi menjadi dua: *compensable delay* dan *non-compensable delay*. *Compensable delay* disebabkan oleh pemilik atau agen pemilik dan *non-compensable delay* disebabkan oleh pihak ketiga atau insiden di luar kendali pemilik dan kontraktor
3. *Concurrent delay* ini terjadi ketika ada lebih dari satu faktor yang menjadi penyebab terlambatnya suatu proyek pada saat yang sama atau dalam periode yang berdekatan

### 2.3 Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi

Andi et al (2010) membagi penyebab terlambatnya proyek ke dalam tujuh faktor utama yang dijelaskan oleh sub-sub faktornya. Tujuh faktor penyebab terlambatnya proyek menurut Andi et al (2010) adalah: faktor tenaga kerja (T), faktor material (M), faktor peralatan (P), faktor informasi (I), faktor karakteristik lokasi (L), faktor manajerial (N), dan faktor lainnya (O) yang bersifat non-teknis. Sub-faktor dari setiap faktor dapat dilihat pada Gambar 1. Andi et al (2010) secara simultan melihat dari perspektif kontraktor dan pemilik proyek dan mengklasifikasikan paket pekerjaan sebagai: *sub-structure*, *upper structure*, dan *roof*. Hasil penelitian yang dilakukan Andi et al (2010) menunjukkan bahwa dari perspektif kontraktor: perubahan desain

dan lamanya persetujuan gambar kerja menjadi faktor yang menempati peringkat pertama dan kedua penyebab keterlambatan proyek konstruksi. Sedangkan dari perspektif pemilik proyek: pembayaran yang terlambat ke kontraktor dan perubahan desain selama konstruksi yang menempati peringkat tertinggi pertama dan kedua. Hasil ini sejalan dengan temuan terdahulu seperti Toor dan Ogunlana (2010), Faridi dan El-Sayegh (2006), Abdul-Rahman et al (2006), Al-Momani (2000), Peneliting et al (1997), dan Assaf et al (1995).



Gambar 1. Faktor dan Sub-Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi

## **2.4 Metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) dan *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL)**

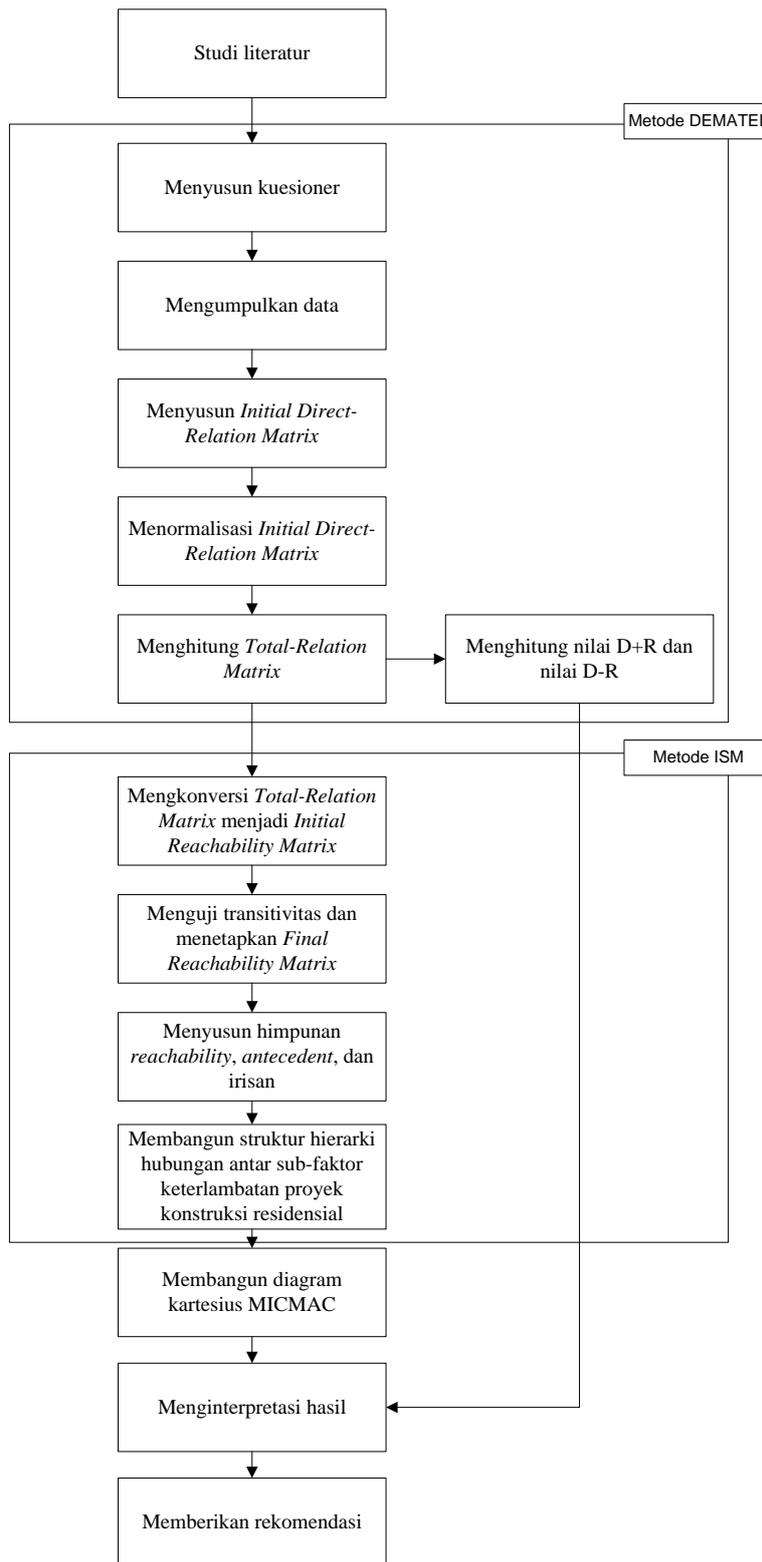
Metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) dikembangkan oleh J. Warfield pada tahun 1973. ISM merupakan metode yang efektif untuk menstrukturkan masalah-masalah yang kompleks (Janes, 1988). Proses strukturisasi dimulai dengan melibatkan beberapa ahli dalam suatu kelompok yang akan dipandu oleh fasilitator untuk melakukan *brainstorming* atau *Focus Group Discussion* (FGD) hingga mencapai pandangan penyusun. Selanjutnya, dikembangkan peta hubungan antara berbagai variabel yang terlibat dalam situasi yang kompleks. Konsep dasar dari metode ini adalah menggunakan ahli yang berpengalaman yang memiliki pengetahuan praktis untuk menguraikan suatu sistem yang kompleks menjadi beberapa sub-sistem dan membangun sebuah model hierarki. Model hierarki akan memberikan pemahaman yang lebih penyusun sebuah situasi yang kompleks sehingga mempermudah penyusunan atau strategi yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

Proses yang dilakukan untuk mengumpulkan pendapat para ahli melalui bantuan kuesioner dikenal dengan metode Delphi. Metode Delphi akan digunakan dalam penelitian ini karena tidak dimungkinkan para ahli bertemu dalam waktu yang sama. Metode Delphi menuntut adanya konfirmasi kembali pada para ahli setelah pengolahan kuesioner. Dalam penelitian ini, model struktur hierarki yang telah selesai disusun akan dikonfirmasi kembali pada para ahli. Jika para ahli tidak setuju, pengisian kuesioner perbandingan berpasangan akan diulang kembali. Kuesioner perbandingan berpasangan yang dibagikan ke para ahli dirancang dengan metode DEMATEL. Integrasi Metode DEMATEL dan ISM diperkenalkan oleh Zhou et al (2006) dan telah banyak digunakan dalam berbagai area penelitian.

## **3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur pada hasil-hasil penelitian terdahulu mengenai faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi dilakukan untuk data sekunder berupa hasil identifikasi faktor keterlambatan proyek konstruksi yang dilakukan peneliti terdahulu. Setelah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi pada penelitian sebelumnya, kemudian 64 penyusun pertanyaan-pertanyaan pada kuesioner. Kuesioner kemudian disebarakan kepada 5 responden ahli/ *expert* yang mempunyai pengalaman praktis lebih dari 20 tahun pada industri konstruksi residensial di Surabaya. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

Unit analisis dalam penelitian ini adalah 'hubungan'. Mengacu pada unit analisis tersebut dan definisi variabel sebagai atribut dari entitas yang dipilih sebagai unit analisis (Collis & Hussey, 2003) maka yang menjadi variabel dalam penelitian ini adalah semua sub-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi yang terbukti signifikan dalam penelitian Andi et al (2010). Dua puluh dua variabel penelitian yang berasal dari sub-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Langkah-Langkah Penelitian

Tabel 1. Variabel Penelitian

No.	Variabel Penelitian	Kode Variabel	Penjelasan Variabel Penelitian
1	Pergantian tenaga kerja tinggi	T4	Tingkat pergantian tenaga kerja yang tinggi akan menyebabkan produktivitas kerja menurun karena adanya jeda waktu mulai dari kehilangan karyawan sampai dengan adanya pengganti karyawan yang baru.
2	Jumlah peralatan kurang	P1	Peralatan berperan penting pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Jika jumlah peralatan yang tersedia tidak sesuai dengan jumlah peralatan yang seharusnya dibutuhkan, proses pengerjaan proyek tidak akan berjalan sesuai rencana.
3	Pengiriman alat terlambat	P5	Pada suatu proyek konstruksi tidak mungkin semua peralatan langsung ditempatkan di lokasi sejak awal proyek konstruksi dimulai. Peralatan akan mengalami sirkulasi jika pengembang memiliki beberapa proyek di lokasi yang berbeda-beda atau beberapa peralatan mungkin disewa dari pihak ketiga. Peralatan akan dikirim ke lokasi ketika akan digunakan. Namun, jika pengiriman peralatan terlambat, suatu aktivitas proyek tidak dapat berjalan sesuai yang direncanakan.
4	Komunikasi dalam organisasi kontraktor yang buruk	I2	Suatu proyek terdiri dari banyak aktivitas yang akan melibatkan banyak sumber daya manusia dari berbagai departemen. Koordinasi yang baik diperlukan agar seluruh aktivitas berjalan sesuai rencana dan menghindari kesalahpahaman. Komunikasi yang tidak dikelola dengan baik akan melemahkan koordinasi sehingga aktivitas tidak berjalan sesuai rencana.
5	Perubahan desain sebelum konstruksi	I3	Desain merupakan pedoman penting dalam menyusun rencana anggaran dan aktivitas proyek. Jika ada perubahan desain yang signifikan sebelum proyek konstruksi, kontraktor harus menyusun kembali rencana anggaran dan aktivitas proyek sehingga pelaksanaan proyek harus tertunda.
6	Perubahan desain selama konstruksi	I4	Perubahan desain pada saat proyek konstruksi berlangsung merupakan penyebab terjadinya perubahan yang paling dominan pada keseluruhan aktivitas proyek konstruksi. Perubahan desain memiliki pengaruh negatif terhadap kinerja proyek konstruksi terutama kinerja biaya dan waktu.
7	Keterlambatan persetujuan gambar kerja	I7	Keterlambatan persetujuan gambar kerja merupakan proses administrasi yang akan menyebabkan aktivitas proyek konstruksi tidak dapat segera dieksekusi oleh pelaksana proyek.
8	Kekurangan material (jenis)	M1	Sama halnya seperti peralatan, material juga merupakan komponen utama yang mendukung aktivitas proyek konstruksi. Tidak tersedianya material tertentu yang dibutuhkan akan menyebabkan aktivitas proyek tidak terhenti.
9	Material tidak mencukupi (jumlah)	M4	Material yang kurang akan menyebabkan penyelesaian aktivitas proyek konstruksi tertunda karena harus menunggu datangnya tambahan material.
10	Kualitas material buruk	M5	Kualitas material yang buruk dapat menyebabkan suatu pekerjaan harus dilakukan secara berulang atau membutuhkan perbaikan. Pekerjaan yang berulang akan meningkatkan waktu penyelesaian suatu proyek konstruksi.
11	Pengiriman material terlambat	M6	Material yang tidak tiba tepat waktu akan menghambat dimulainya suatu aktivitas dalam proyek konstruksi.

Tabel 1. Variabel Penelitian (Sambungan)

No.	Variabel Penelitian	Kode Variabel	Penjelasan Variabel Penelitian
12	Cuaca buruk	L1	Cuaca buruk akan menghambat aktivitas-aktivitas proyek konstruksi terutama aktivitas proyek yang harus dilakukan di luar ruangan.
13	Kondisi lokasi sulit	L2	Kondisi lokasi yang sulit akan memperlambat proses bongkar muat peralatan dan material.
14	Akses ke lokasi yang buruk	L3	Akses ke lokasi yang buruk mempersulit proses transportasi peralatan dan material ke lokasi proyek konstruksi. Selain itu, pengiriman peralatan dan material tidak dapat dilakukan dengan truk-truk besar. Kondisi tersebut akan memperlambat proses pengiriman peralatan dan material.
15	Bangunan yang berdekatan	L5	Adanya bangunan yang berdekatan dengan lokasi proyek dapat menyebabkan terganggunya konstruksi bangunan tersebut saat pelaksanaan proyek. Bangunan yang berdekatan bisa mengalami kerusakan seperti dinding retak, dan sebagainya. Jika bangunan tersebut adalah bangunan residensial, bisa sampai mengakibatkan gangguan sosial.
16	Area penyimpanan yang sempit	L7	Peralatan dan material membutuhkan tempat penyimpanan yang memadai. Apabila area penyimpanan yang tersedia tidak memadai, penempatan peralatan dan material di lokasi proyek tidak dapat maksimal.
17	Pembayaran yang terlambat	N2	Pembayaran yang terlambat akan membuat aliran kas kontraktor terganggu untuk melakukan pembayaran pada rekanan atau pengadaan peralatan dan material.
18	Interfensi pemilik proyek	N3	Interfensi pemilik proyek yang terlalu besar dapat menyebabkan kontraktor ragu-ragu ketika harus mengambil keputusan atau mengeksekusi aktivitas proyek.
19	Denah lokasi yang buruk	N4	Denah lokasi yang buruk seperti adanya selokan yang menghalangi akses keluar masuk atau jalan buntu akan menghambat mobilitas pekerja.
20	Metode kerja yang tidak sesuai	N5	Metode kerja yang tidak sesuai seperti urutan aktivitas kerja yang salah akan menyebabkan pekerjaan semakin rumit sehingga penyelesaian pekerjaan tersebut menjadi lebih lama dari yang seharusnya.
21	Supervisi yang buruk	N10	Pengawasan terhadap pelaksanaan proyek yang buruk seringkali menjadi penyebab tidak tercapainya target penyelesaian aktivitas yang telah ditetapkan.
22	Keadaan memaksa	O2	Keadaan memaksa seperti bencana alam atau pandemi COVID-19 pasti akan menghambat bahkan bisa sampai menghentikan seluruh aktivitas proyek konstruksi.

#### 4. HASIL PENELITIAN

Pengumpulan data yang dilakukan dengan metode Delphi melibatkan lima orang responden yang dikategorikan sebagai *expert* dalam bidang konstruksi residensial berdasarkan pengalamannya. Kuesioner perbandingan berpasangan digunakan sebagai media untuk mengeksplisitkan pengetahuan para *expert* tentang hubungan antar sub-faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek. Pengumpulan data dilakukan selama tiga bulan dari bulan Agustus – Oktober 2020.

Langkah awal pengumpulan data dengan metode Delphi adalah semua responden diminta untuk mengisi kuesioner perbandingan berpasangan. Setelah semua responden mengisi kuesioner perbandingan berpasangan, kuesioner diolah dengan metode DEMATEL-ISM

hingga menghasilkan model struktur hierarki yang menunjukkan hubungan antar sub-faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek. Struktur hierarki tersebut dikonsultasikan kembali dengan responden yang mengisi kuesioner. Jika sebagian besar responden sudah setuju dengan bentuk struktur hierarki, selanjutnya struktur hierarki dapat dianalisis lebih lanjut.

#### 4.1 Pembentukan Struktur Hierarki ISM

*Final Reachability Matrix* menjadi dasar untuk melakukan iterasi dalam membangun model struktur hierarki (*diagraph*). Langkah ini dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel yang dikerjakan berulang hingga seluruh parameter telah diketahui tingkat/ levelnya. Diperlukan delapan iterasi untuk menghasilkan model struktur hierarki yang menunjukkan hubungan antar sub-faktor penyebab keterlambatan proyek. Proses iterasi telah dirangkum dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Delapan iterasi tersebut menghasilkan struktur hierarki yang terdiri dari delapan tingkat/level. Gambar 3 menunjukkan struktur hierarki yang telah berhasil dibangun dalam penelitian ini.

Struktur hierarki yang dihasilkan oleh metode ISM, memperlihatkan urutan faktor dalam meminimalisir potensi keterlambatan sebuah konstruksi residensial. Pada penelitian ini didapatkan delapan tingkatan pada struktur hierarki yang memiliki peran dalam memberi pengaruh akan keterlambatan proyek. Dengan adanya struktur hierarki ini diharapkan dapat membantu meminimalisir keterlambatan pengerjaan proyek sebab dalam struktur telah terdapat urutan faktor yang dapat menghambat keberjalanan proyek.

Dalam mengatasi masalah keterlambatan dengan memanfaatkan struktur hierarki hasil dari metode ISM berdasarkan *expert judgement*, pemilik proyek serta kontraktor dapat menyelesaikan dari faktor yang berada di level bawah terlebih dahulu yaitu level VIII. Langkah berikutnya ialah menyelesaikan permasalahan dengan level di atasnya. Langkah ini diteruskan hingga level teratas, yakni level I. Untuk faktor yang berada di level VIII merupakan faktor yang di luar kendali langsung dari pihak kontraktor serta pemilik proyek. Dengan demikian, pengoptimalan dapat dimulai dari faktor pada level VII. Apabila pada 1 level terdapat beberapa faktor, pemilik proyek serta kontraktor dapat menyelesaikan faktor-faktor tersebut secara bersamaan, tidak ada prioritas mengenai pemilihan faktor yang diprioritaskan.

Dua sub-faktor pada level VIII: cuaca buruk dan keadaan memaksa, merupakan sub-faktor di luar kendali langsung kontraktor dan pemilik proyek. Kontraktor dan pemilik proyek perlu memahami bahwa selalu ada potensi terjadinya cuaca buruk dan keadaan memaksa pada saat pelaksanaan proyek. Cuaca buruk dan keadaan memaksa berada pada level VIII struktur hierarki mengindikasikan jika terjadi akan memicu semua sub-faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi pada level di atasnya (level VII- level I). Kontraktor dan pemilik proyek hanya dapat mengantisipasi dua sub-faktor ini.

Pada level VII terdapat sub-faktor kualitas material yang buruk. Hal ini mengindikasikan kontraktor untuk proyek residensial sebaiknya kontraktor atau pemilik proyek tidak mengambil risiko dengan memilih material yang kualitasnya kurang baik untuk menekan harga. Kualitas material yang buruk berada pada level VII artinya punya kekuatan untuk mempengaruhi munculnya semua sub-faktor di level atasnya (level VI- level I).

Pada level VI faktor kondisi lokasi sulit dapat diartikan akses menuju lokasi konstruksi sulit dijangkau oleh kendaraan konstruksi. Tanpa pertimbangan dan perhitungan yang matang terkait faktor lokasi yang sulit saat menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB), tidak hanya risiko keterlambatan proyek yang akan terjadi, tetapi juga akan peningkatan biaya tak terduga.

Tabel 2. Proses Iterasi Pembentukan Model Struktur Hierarki

Iterasi	Elemen	Himpunan Reachbility	Himpunan Antedecent	Irisan	Level
1	T4	1,2,4,5,6,7,9,11,14,17,18,20,21	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19,20,21,22	1,2,4,5,6,7,9,11,14,17,18,20,21	1
	P1	1,2,6,7,8,9,11,17,19,20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22	1,2,6,7,8,9,11,17,19,20	1
	I4	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,13,14,15,16,17,18,19,20,21	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,13,14,15,16,17,18,19,20,21	1
	I7	1,2,5,6,7,8,9,11,13,14,16,17,18,19,20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22	1,2,5,6,7,8,9,11,13,14,16,17,18,19,20	1
	M4	1,2,3,6,7,8,9,11,13,16,17,18,19,20,21	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22	1,2,3,6,7,8,9,11,13,16,17,18,19,20,21	1
	M6	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,13,16,17,18,19,20	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,13,16,17,18,19,20	1
	N5	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,17,18,19,20,21	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,17,18,19,20,21,22	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,17,18,19,20,21	1
2	I2	3,4,5,8,14,17,18,19,21	3,4,5,8,10,12,13,14,15,17,18,19,21	3,4,5,8,14,17,18,19,21	2
	M1	4,5,8,17,18,19	3,4,5,8,10,12,13,14,15,17,18,19,22	4,5,8,17,18,19	2
	L7	13,14,16	5,10,13,14,15,16,18,19	13,14,16	2
	N10	3,4,5,14,17,18,21	3,4,5,12,13,14,15,17,18,19,21	3,4,5,14,17,18,21	2
3	I3	3,5,13,14,17,18,19	3,5,12,13,14,15,17,18,19,22	3,5,13,14,17,18,19	3
	L3	5,13,14,17,18,19	3,5,12,13,14,15,17,18,19,22	5,13,14,17,18,19	3
	N3	3,5,13,14,15,17,18,19	3,5,12,13,14,15,17,18,19,22	3,5,13,14,15,17,18,19	3
4	P5	3	3,12,13,15,17,19,22	3	4
5	N2	17,19	10,12,13,15,17,19,22	17,19	5
6	L2	13	10,13,15,19	13	6
7	M5	10	10,12,22	10	7
	L5	15,19	15,19	15,19	7
	N4	15,19	12,15,19,22	15,19	7
8	L1	12,22	12,22	12,22	8
	O2	12,22	12,22	12,22	8



Gambar 3. Struktur Hierarki Hubungan Sub-Faktor Keterlambatan Proyek

Pada level V menunjukkan bahwa kontraktor proyek residensial harus mempunyai perjanjian pembayaran yang jelas dengan pemilik proyek dan *supplier*. Perjanjian tersebut juga harus ditepati dan diantisipasi jika meleset. Penelitian yang dilakukan oleh Listanto (2019) menyebutkan bahwa keterlambatan pembayaran mampu menghambat pekerjaan proyek yang mengakibatkan proyek akan mengalami keterlambatan.

Hal tersebut berimbas pada faktor pada level IV yakni, pengiriman alat terlambat. Aliran kas yang tidak lancar dan denah lokasi yang sulit akan memicu pengiriman alat yang terlambat. Ketika pengiriman alat terlambat, perencanaan aktivitas proyek menjadi kacau. Tanpa alat yang memadai, gambar kerja tidak bisa disetujui oleh pelaksana/mandor di lapangan karena mandor takut apabila hasil pekerjaannya tidak bisa sesuai dan tidak bisa memenuhi syarat baik kualitas dan waktu yang telah ditetapkan oleh pemilik proyek/kontraktor.

Pada level III perubahan desain sebelum konstruksi yang disebabkan intervensi pemilik proyek akan mempengaruhi komunikasi dalam organisasi kontraktor yang buruk pada level II. Intervensi dari pemilik proyek dapat mengganggu kinerja dari kontraktor serta dapat memunculkan potensi timbulnya perbedaan antara pemimpin proyek serta pemilik proyek yang dapat membingungkan kontraktor. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sambasivan dan Soon (2007). Faktor lain pada level ini ialah Akses menuju lokasi yang buruk. Akses yang buruk dapat menghambat laju produktivitas dari proyek tersebut. Hal ini serupa dengan penelitian dari Messah (2013) yang mengungkapkan bahwa salah satu faktor keterlambatan penyelesaian proyek disebabkan oleh lokasi konstruksi serta aksesnya yang sulit dijangkau.

Pada level II, supervisi yang buruk juga akan mempengaruhi komunikasi dalam organisasi kontraktor yang buruk, apabila progress di lapangan tidak sesuai dengan rencana dan tidak ada seorangpun yang lapor atau mengetahui tentang keterlambatan yang terjadi di lapangan, maka dalam organisasi kontraktor akan saling menyalahkan. Hal serupa juga didapatkan pada penelitian dari Kaliba (2009) pada proyek pengerjaan jalan di Zambia. Kaliba mengemukakan bahwa keterlambatan terjadi akibat supervisi dari kepala proyek yang buruk menyebabkan target yang telah ditentukan tidak tercapai akibat ketidakmampuan dari kepala proyek. Kekurangan material dan lokasi material penyimpanan yang sempit pada level II harus diantisipasi oleh kontraktor dengan manajemen persediaan yang baik. Kontraktor sering kali menumpuk material tertentu untuk mengantisipasi kenaikan harga.

Pada akhirnya, sub-faktor pada level VIII-level II mempengaruhi 7 sub-faktor pada level I. Seluruh sub-faktor pada level I ini adalah dampak dari sub-faktor dari level VIII-level II. Tujuh sub-faktor pada level I ini secara langsung dapat mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi residensial. Namun, 7 sub-faktor ini seringkali merupakan akibat dari sub-faktor dari level VIII-level II sehingga ketika muncul masalah pada salah satu sub-faktor di level I, harus dicari akar penyebab masalahnya dari sub-faktor di bawahnya.

Dengan demikian, terlihat perbedaan yang signifikan antara penelitian ini dengan penelitian Andi et al (2010). Pada akhir penelitian Andi et al (2010) hanya didapatkan sub faktor-sub faktor yang signifikan saja yang mempengaruhi keterlambatan suatu proyek, sedangkan pada penelitian ini didapatkan suatu struktur hierarki yang menjadi *framework* atau *roadmap* untuk mereduksi potensi keterlambatan proyek konstruksi residensial melalui hubungan dari tiap sub-faktor. Struktur hierarki ini merupakan *tacit knowledge* dari para *expert* yang menjadi panel dalam penelitian ini yang ditransformasikan menjadi *explicit knowledge* bagi kontraktor dan pemilik proyek untuk mereduksi potensi keterlambatan suatu proyek konstruksi residensial.

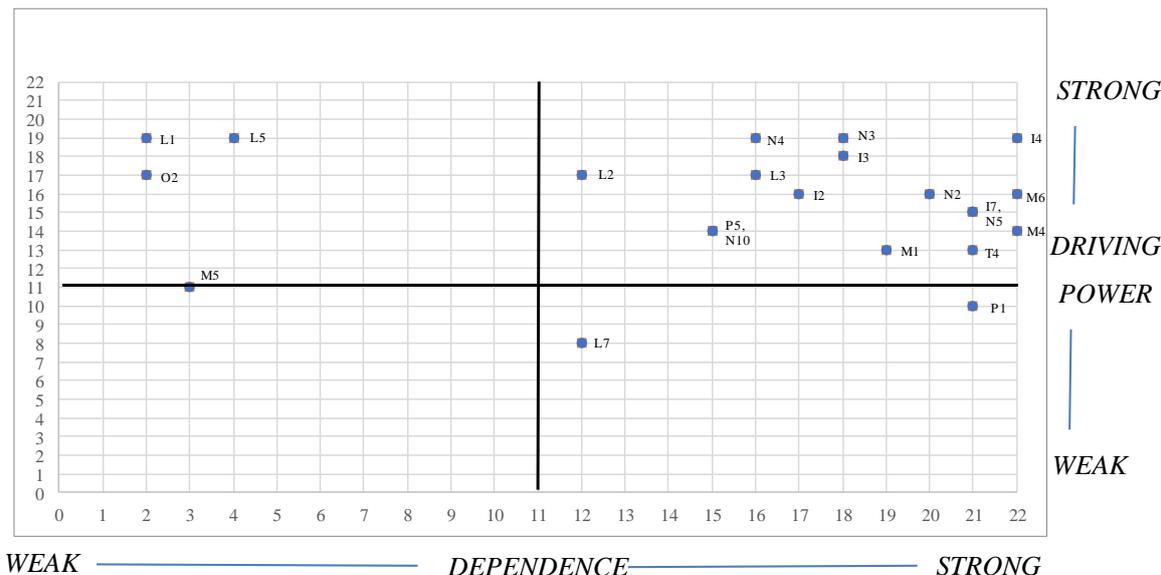
## 4.2. Analisis MICMAC

*Final Reachability Matrix* pada Tabel 2 selanjutnya dikembangkan untuk menyusun diagram kartesius MICMAC. Diagram kartesius MICMAC dapat membantu menganalisis lebih dalam sub-faktor mana yang mempunyai peran untuk mempengaruhi dan dipengaruhi. Untuk menyusun diagram kartesius MICMAC, angka 1 -dari tiap baris sub-faktor pada *Final Reachability Matrix* dijumlahkan sehingga mendapatkan nilai *driving power* untuk tiap sub-faktor. Sedangkan angka 1 pada tiap kolom sub-faktor pada *Final Reachability Matrix* dijumlahkan sehingga mendapatkan nilai *dependence* (lihat Tabel 3). Selanjutnya, nilai *driving power* dan *dependence* menunjukkan posisi sub-faktor dalam diagram kartesius. Nilai *driving power* menunjukkan posisi sub-faktor terhadap sumbu Y dan nilai *dependence* menunjukkan posisi sub-faktor terhadap sumbu X. Diagram kartesius MICMAC dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 3. Perhitungan *Driving Power* dan *Dependence*

f		T4	P1	P5	I2	I3	I4	I7	M1	M4	M5	M6	L1	L2	L3	L5	L7	N2	N3	N4	N5	N10	O2	Driving Power
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
T4	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	13
P1	2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	10
P5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	14
I2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	16
I3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	18
I4	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
I7	7	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	15
M1	8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	13
M4	9	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	14
M5	10	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	11
M6	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	16
L1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	19
L2	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	17
L3	14	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	17
L5	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
L7	16	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8
N2	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	16
N3	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
N4	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
N5	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	15
N10	21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	14
O2	22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	17
Dependence		21	21	15	17	18	22	21	19	22	3	22	2	12	16	4	12	20	18	16	21	15	2	

Interpretasi dari Tabel 3 adalah untuk setiap item yang memiliki nilai 0 menandakan tidak adanya link atau hubungan dari parameter pada baris dan kolom dalam item tersebut. Untuk item dengan angka 1 menandakan adanya hubungan dari parameter baris dan kolom dalam item tersebut. Terdapat dua jenis hubungan dari item yang dibedakan berdasarkan transitivitasnya yang ditandai dengan adanya perbedaan ketebalan dari angka 1 untuk setiap item. Angka 1 tanpa ada ketebalan menandakan adanya hubungan langsung antara parameter dalam baris dan kolom tersebut dari *Initial Reachability Matrix*. Sedangkan angka 1 tebal menandakan adanya hubungan yang diakibatkan oleh transitivitas dari item tersebut.



Gambar 4. Diagram Kartesius MICMAC

Pada Gambar 4 terlihat bahwa diagram kartesius MICMAC dibagi ke dalam empat kluster. Pembuatan diagram MICMAC memanfaatkan nilai *Dependence* dan *Driving Power* dari setiap parameter. Sub-faktor yang masuk kluster I (autonomous) adalah sub-faktor dengan *driving power* dan *dependence* yang lemah. Artinya, sub-faktor yang masuk di kluster I tidak penting. Pada Gambar 4, tidak ada satupun sub-faktor yang masuk dalam kluster I. Hal ini disebabkan karena sub-faktor yang digunakan dalam penelitian ini sudah melalui tahap seleksi dari penelitian sebelumnya. Selain itu, hal ini juga menjadi justifikasi bagi penelitian sebelumnya bahwa sub-faktor yang dinilai penting dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan Andi et al (2010) telah terbukti.

Kluster II, *dependent*, terdiri dari sub-faktor dengan *driving power* yang lemah tetapi memiliki *dependence* yang kuat. Pada kluster II terdapat dua sub-faktor yakni: area penyimpanan yang sempit (L7) dan jumlah peralatan kurang (P1). Artinya, area penyimpanan yang sempit dan jumlah peralatan yang kurang ini sebagai akibat dari sub-faktor lain atau hanya dipengaruhi sub-faktor lain.

Kluster III, *linkage*, terdiri dari faktor-faktor dengan daya penggerak dan ketergantungan yang kuat. Mayoritas sub-faktor masuk dalam kluster III ini. Artinya, sub-faktor tersebut saling mempengaruhi dan dipengaruhi dengan kuat. Hubungan mempengaruhi dan dipegaruhi dapat dianalisis dengan melihat struktur hierarki ISM pada Gambar 4.

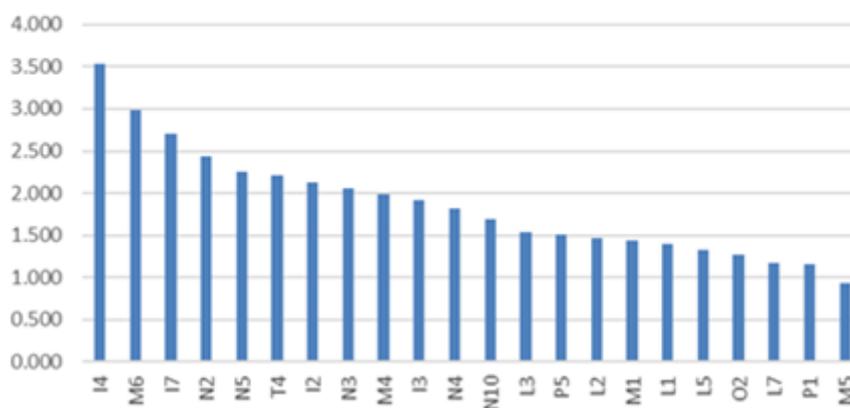
Kluster IV, *independent*, terdiri dari faktor-faktor dengan *driving power* yang kuat dan *dependence* yang lemah. Terdapat empat sub-faktor yang berada di kluster ini: cuaca buruk (L1), bangunan yang berdekatan (L5), keadaan memaksa (O2), dan kualitas material yang buruk (M5). Artinya, empat sub-faktor ini mempengaruhi semua sub-faktor lain tetapi empat sub-faktor ini tidak dipengaruhi oleh sub-faktor lainnya.

### 4.3 Analisis DEMATEL

*Total Relation Matrix* pada Tabel 3, selanjutnya digunakan untuk melakukan analisis DEMATEL. Hasil yang didapat menggunakan DEMATEL hanya untuk mengetahui faktor yang menjadi prioritas dari 22 sub faktor yang digunakan sebagai dasar penelitian serta dapat dijadikan dasar dalam melakukan validasi bagi peneliti akan hasil dari pengolahan data ISM. Perhitungan *prominence* dan *net cause* melalui penjumlahan dan pengurangan dari nilai *D* dan *R* tersaji dalam Tabel 4.

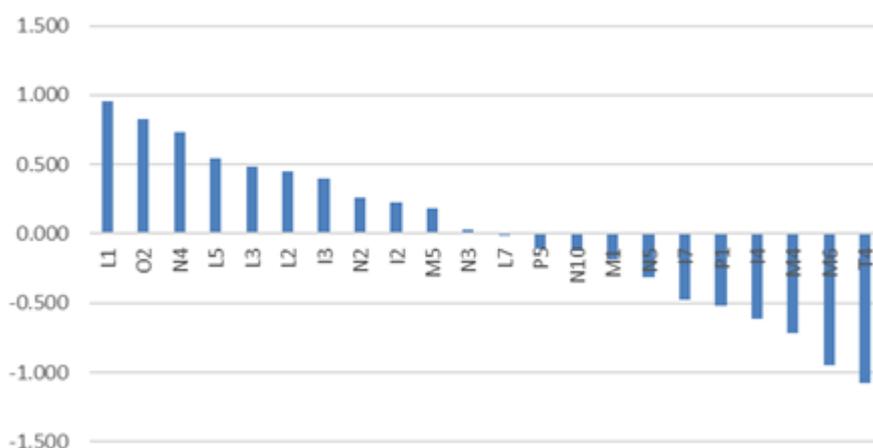
Tabel 4. Perhitungan DEMATEL

Faktor		D	R	D+R	D-R
Pergantian tenaga kerja tinggi	T4	0,571	1,646	2,216	-1,075
Jumlah peralatan kurang	P1	0,321	0,844	1,165	-0,523
Pengiriman alat terlambat	P5	0,704	0,811	1,516	-0,107
Komunikasi dalam organisasi kontraktor yang buruk	I2	1,175	0,952	2,127	0,223
Perubahan desain sebelum konstruksi	I3	1,161	0,761	1,922	0,401
Perubahan desain selama konstruksi	I4	1,462	2,072	3,534	-0,611
Keterlambatan persetujuan gambar	I7	1,114	1,592	2,706	-0,477
Kekurangan material jenis)	M1	0,624	0,810	1,434	-0,186
Material tidak mencukupi (jumlah)	M4	0,640	1,354	1,994	-0,714
Kualitas material buruk	M5	0,558	0,372	0,930	0,185
Pengiriman material terlambat	M6	1,019	1,969	2,988	-0,950
Cuaca buruk	L1	1,176	0,220	1,397	0,956
Kondisi lokasi sulit	L2	0,956	0,507	1,464	0,449
Akses ke lokasi yang buruk	L3	1,009	0,523	1,533	0,486
Bangunan yang berdekatan	L5	0,933	0,392	1,325	0,541
Area penyimpanan yang sempit	L7	0,577	0,592	1,168	-0,015
Pembayaran yang terlambat	N2	1,353	1,090	2,442	0,263
Interfensi pemilik proyek	N3	1,047	1,015	2,062	0,032
Denah lokasi yang buruk	N4	1,279	0,547	1,825	0,732
Metode kerja yang tidak sesuai	N5	0,967	1,283	2,250	-0,316
Supervisi yang buruk	N10	0,786	0,907	1,693	-0,121
Keadaan memaksa	O2	1,047	0,220	1,267	0,826



Gambar 5. Prominence Graph

Nilai terbesar sampai terkecil pada derajat *prominence* dapat dilihat pada Gambar 5. Perubahan desain selama konstruksi (I4) mendapatkan nilai *prominence* terbesar yaitu 3,534 yang menggambarkan bahwa sangat mempengaruhi keterlambatan proyek. Temuan ini mengkonfirmasi hasil penelitian Andi et al (2010) yang menempatkan perubahan desain selama konstruksi dalam urutan pertama. Namun, nilai *relation*-nya bernilai negatif yaitu -0,611 yang menggambarkan bahwa I4 juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya. Pengiriman material terlambat (M6) dan keterlambatan persetujuan gambar kerja (I7) mendapatkan nilai *prominence* tertinggi berturut-turut, tetapi juga memiliki nilai *relation* negatif, sehingga faktor tersebut merupakan *receiver* karena memiliki tingkat pengaruh negatif (*relation*) namun tingkat hubungan (*prominence*) masih tergolong kuat (positif). Pada penelitian ini, keterlambatan persetujuan gambar kerja masuk ke dalam peringkat 3 penyebab keterlambatan proyek sedangkan pada penelitian Andi et al (2010) masuk ke dalam peringkat 2.



Gambar 6. Net Cause/ Effect Graph

Pada Gambar 6 menjelaskan *net cause/effect* dari D-R atau *relation*, cuaca buruk (L1) memiliki arti bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh besar bagi faktor yang lain. Apabila terdapat kendala pada cuaca buruk, faktor lain akan mengalami hambatan, sedangkan pergantian tenaga kerja tinggi (T4) menjadi faktor dengan pengaruh terkecil terhadap faktor-faktor yang lain.

## 5. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil membuktikan hipotesis bahwa terdapat hubungan antar sub-faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi residensial. Hubungan antar sub-faktor tersebut menjadi dasar dalam membangun model hubungan antar sub faktor dalam struktur hierarki melalui metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Didapatkan 8 level struktur hierarki sub-faktor yang menjadi framework bagi kontraktor dan pemilik proyek untuk mereduksi risiko keterlambatan proyek konstruksi residensial. Hubungan dalam struktur hierarki tersebut juga divalidasi oleh diagram kartesius MICMAC.

Dari hasil ekstensifikasi metode ISM menggunakan DEMATEL diketahui bahwa 5 besar sub-faktor dominan yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi residensial (berdasarkan urutan nilai D+R) adalah

1. Perubahan desain selama konstruksi
2. Pengiriman material terlambat
3. Keterlambatan persetujuan gambar kerja

4. Pembayaran yang terlambat
5. Metode kerja yang tidak sesuai

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Abdul-Rahman, H., Berawi, M. A., Berawi, A. R., Mohamed, O., Othman, M., & Yahya, I. A. (2006). Delay Mitigation in the Malaysian Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2), 125-133.
- Al-Momani, A. H. (2000). Construction Delay: a Quantitative Analysis. *International Journal of Project Management*, 18(1), 51-59.
- Alzebedeh, K., Bashir, H. A., & Al Siyabi, S. K. (2015). Applying Interpretive Structural Modeling to Cost Overruns in Construction Projects in the Sultanate of Oman. *The Journal of Engineering Research (TJER)*, 12(1), 53-68.
- Andi, A., Lalitan, D., & Loanata, V. R. (2010). Owner and Contractor Perceptions Toward Factors Causing Delays in Structural and Finishing Works. *Civil Engineering Dimension*, 12(1), 8-17.
- Assaf, S. A., Al-Khalil, M., & Al-Hazmi, M. (1995). Causes of Delay in Large Building Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 11(2), 45-50.
- Collis, J., & Hussey, R. (2003). *Business Research*. Palgrave Macmillan.
- Faridi, A. S., & El-Sayegh, S. M. (2006). Significant Factors Causing Delay in the UAE Construction Industry. *Construction Management and Economics*, 24 (11), 1167-1176.
- Hamzah, N., Khoiry, M. A., Arshad, I., Tawil, N. M., & Ani, A. C. (2011). Cause of Construction Delay-Theoretical Framework. *Procedia Engineering*, 20, 490-495.
- Hassan, H., Mangare, J. B., & Pratasis, P. A. (2016). Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi dan Alternatif Penyelesaiannya (Studi kasus: di Manado Town Square III). *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 657-664.
- Hendrickson, C., & Au, T. (2000). *Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners*. Pittsburgh: Prentice Hall.
- Janes, F. R. (1988). Interpretive Structural Modelling: a Methodology for Structuring Complex Issues. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 10 (3), 145-154. doi:10.1177/014233128801000306
- Kaliba, C., Muya, M., & Mumba, K. (2009). Cost Escalation and Schedule Delays in Road Construction Projects in Zambia. *International Journal of Project Management*, 27 (5), 522-531.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2019). *Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) 2019*. Diakses dari <https://www.kemenkeu.go.id/apbn2019>.
- Listanto, N., & Hardjomuljadi, S. (2019). Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pembayaran Kontraktor kepada Subkontraktor pada Proyek Gedung Bertingkat. *Konstruksia*, 10(1), 59-72.
- Messah, Y. A., Widodo, T., & Adoe, M. L. (2013). Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung di Kota Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 2 (2), 157-168.
- Oberlender, G. D., & Oberlender, G. D. (2000). *Project Management for Engineering and Construction*. New York: McGraw-Hill.
- Peneliting, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. C. (1997). Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia. *Construction Management & Economics*, 15(1), 83-94.
- Sambasivan, M., & Soon, Y. W. (2007). Causes and Effects of Delays in Malaysian Construction Industry. *International Journal of Project Management*, 25(5), 517-526.
- Tavakolan, M., & Etemadinia, H. (2017). Fuzzy Weighted Interpretive Structural Modeling: Improved Method for Identification of Risk Interactions in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(11), 04017084.

- Toor, S.-U.-R. and Ogunlana, S.O. (2010). Beyond the “Iron Triangle”: Stakeholder Perception of Key Performance Indicators (KPIs) for Large-Scale Public Sector Development Projects. *International Journal of Project Management*, 28, 228-236. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.05.005>
- Zhou, D. Q., Zhang, L., & Li, H. W. (2006). A Study of the System's Hierarchical Structure Through Integration of DEMATEL and ISM. In *International Conference on Machine Learning and Cybernetics 2006* (pp. 1449-1453).