

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan kegiatan usaha yang bersifat kompleks, tidak rutin, serta memiliki keterbatasan dalam hal waktu, anggaran, dan sumber daya. Setiap proyek juga memiliki spesifikasi produk akhir yang berbeda, sehingga menuntut pengelolaan yang terstruktur dan adaptif. Untuk mencapai hasil yang efektif dan efisien, dibutuhkan sistem manajemen proyek yang mampu mengelola berbagai elemen proyek secara terpadu, khususnya dalam sektor konstruksi.

Sektor konstruksi memiliki peran strategis dalam pembangunan nasional. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS RI), sektor ini menyumbang 10,23% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) pada Triwulan I tahun 2024. Dengan proyeksi pertumbuhan pasar konstruksi sebesar 5,48% pada tahun 2025, kebutuhan akan infrastruktur yang memadai semakin meningkat, menjadikan sektor ini sebagai pilar penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Namun, dibalik potensinya yang besar, industri konstruksi nasional masih dihadapkan pada berbagai tantangan mendasar. Salah satu isu utama adalah tingginya angka keterlambatan proyek, yang menurut sejumlah laporan dapat mencapai hingga 38%. Keterlambatan ini umumnya disebabkan oleh pengelolaan sumber daya yang tidak optimal, khususnya terkait tenaga kerja, material, dan peralatan. Data juga menunjukkan adanya krisis tenaga kerja terampil, di mana hanya sekitar 10% dari total tenaga kerja yang memiliki kualifikasi memadai, sementara sekitar 60% merupakan pekerja tanpa

pelatihan formal. Ketimpangan ini berdampak langsung terhadap produktivitas, peningkatan biaya, dan penurunan mutu hasil konstruksi.

Tantangan tersebut menjadi semakin signifikan pada proyek-proyek strategis seperti pembangunan infrastruktur logistik, termasuk gudang. Pembangunan gudang memainkan peran vital dalam mendukung sistem rantai pasok nasional, terutama di tengah pertumbuhan ekonomi digital dan meningkatnya kebutuhan distribusi barang. Keterlambatan dalam proyek-proyek gudang tidak hanya merugikan kontraktor dari sisi biaya dan reputasi, tetapi juga berdampak pada potensi pendapatan pemilik karena fasilitas tidak dapat segera dimanfaatkan.

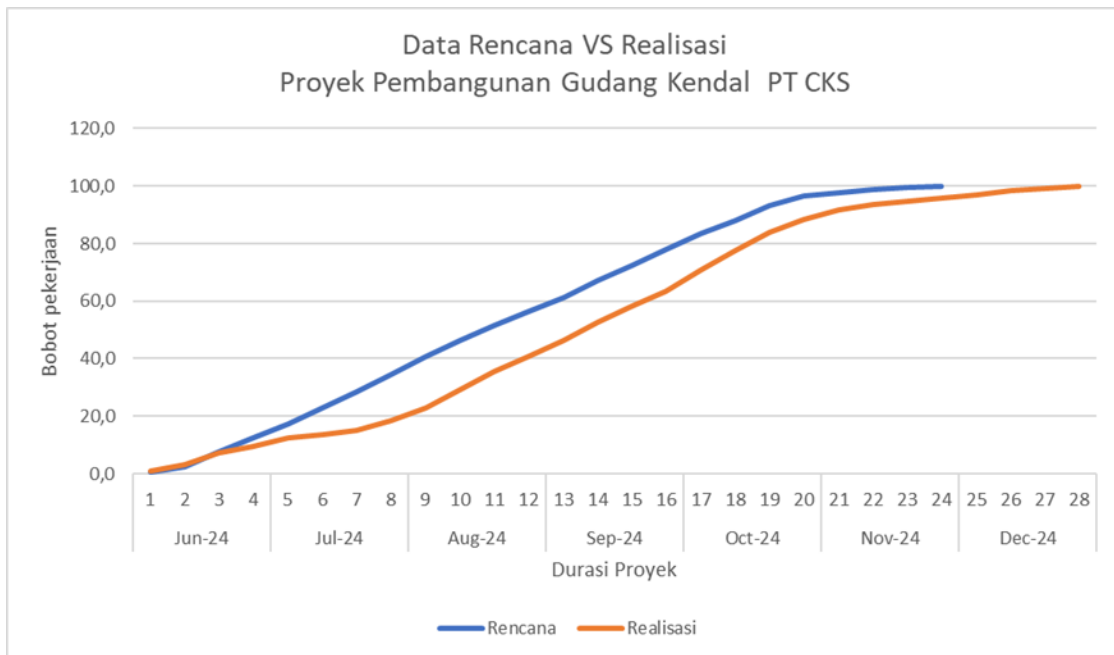
Salah satu contoh nyata terjadi pada proyek pembangunan gudang di Boja, Kendal, Jawa Tengah yang dilaksanakan oleh PT Cipta Karya Solusindo (PT CKS), sebuah perusahaan kontraktor umum yang bergerak dalam jasa konstruksi bangunan industri seperti pabrik, bengkel, dan gudang. Berdiri sejak tahun 2006 di Tangerang Selatan, PT CKS memiliki pengalaman lebih dari satu dekade di bidang ini. Berdasarkan evaluasi time schedule proyek di Boja, ditemukan deviasi negatif secara konsisten antara rencana kumulatif dan realisasi pekerjaan selama periode Juni hingga Desember 2024. Pada minggu ke-20, deviasi mencapai -10,5% dan baru mendekati nol di akhir proyek. Keterlambatan ini bukan disebabkan oleh faktor umum, melainkan dipicu oleh beberapa masalah operasional krusial di lapangan.

Sebagai contoh konkret, proyek tersebut mengalami keterlambatan pasokan tanah urugan yang menjadi material esensial untuk tahap pematangan lahan. Hal ini menyebabkan pekerjaan persiapan pondasi tertunda selama lebih dari dua minggu, menciptakan *idle time* bagi tim dan peralatan yang sudah siaga di lokasi. Situasi

diperparah dengan kerusakan tak terduga pada mesin pancang hidrolik (*hydraulic pile driver*), yang mengakibatkan terhentinya seluruh aktivitas pemancangan tiang pondasi selama beberapa hari hingga perbaikan atau penggantian unit selesai dilakukan. Kedua insiden spesifik ini satu dari sisi material dan satu dari sisi peralatan secara langsung mengganggu jalur kritis (*critical path*) proyek, menyebabkan efek domino pada jadwal pekerjaan berikutnya, dan pada akhirnya berkontribusi pada pembengkakan biaya operasional.

Pengalaman tersebut menjadi pelajaran penting bagi PT CKS dalam mengelola proyek serupa di masa mendatang, termasuk proyek pembangunan gudang di Depok, Jawa Barat yang saat ini tengah berlangsung. Meskipun memiliki karakteristik proyek yang serupa, pengelolaan sumber daya masih menjadi tantangan utama. Temuan di lapangan menunjukkan bahwa koordinasi dan alokasi sumber daya tenaga kerja, material, dan peralatan belum sepenuhnya berjalan secara optimal. Setiap gangguan pada salah satu komponen, baik itu keterlambatan pasokan material maupun kegagalan fungsi peralatan, dapat menimbulkan dampak sistemik terhadap keseluruhan proses konstruksi.

Tabel 1. Data Kurva S Realisasi VS Target Proyek Pembangunan Gudang PT CKS



Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan pendekatan analisis yang lebih komprehensif dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengelolaan sumber daya dalam proyek pembangunan gudang PT CKS di Depok secara kuantitatif, dengan mengintegrasikan metode **Structural Equation Modeling (SEM)** dan **Bayesian Network (BN)**. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi hubungan kausal dan probabilistik antar faktor penyebab keterlambatan, serta memberikan rekomendasi strategis yang berbasis bukti untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan proyek.

Alasan Pemilihan PT CKS sebagai Objek Penelitian :

Pemilihan PT CKS sebagai objek penelitian dalam studi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan strategis yang mendukung relevansi empiris, metodologis, dan praktis dalam konteks pengelolaan proyek konstruksi di Indonesia, yaitu:

1. Relevansi Proyek dengan Tujuan Penelitian.

PT CKS saat ini sedang melaksanakan proyek pembangunan gudang yang merepresentasikan karakteristik proyek konstruksi berskala menengah dengan tingkat kompleksitas dan dinamika sumber daya yang cukup tinggi. Proyek ini secara nyata memperlihatkan ketergantungan terhadap efektivitas pengelolaan tenaga kerja, material, dan peralatan. Oleh karena itu, proyek ini merupakan studi kasus yang tepat untuk mengkaji secara komprehensif pengaruh manajemen sumber daya terhadap keberhasilan proyek menggunakan pendekatan Structural Equation Modeling (SEM) dan Bayesian Network (BN).

2. Konteks Industri Konstruksi Nasional.

Proyek konstruksi gudang yang dijalankan oleh PT CKS mencerminkan tantangan umum yang dihadapi dalam industri konstruksi di Indonesia, seperti alokasi sumber daya yang tidak optimal, keterlambatan pengadaan material, serta pengambilan keputusan teknis yang belum berbasis data. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya relevan bagi PT CKS, tetapi juga memiliki potensi kontribusi praktis bagi pengembangan manajemen proyek konstruksi di tingkat nasional.

3. Ketersediaan Data dan Dukungan Lapangan.

PT CKS memberikan dukungan penuh terhadap pelaksanaan penelitian ini, termasuk pemberian akses data, izin wawancara dengan personel kunci proyek, serta dukungan logistik dalam pengumpulan data. Kondisi ini memungkinkan peneliti memperoleh data primer yang valid dan reliabel untuk

dianalisis secara kuantitatif dengan pendekatan SEM dan BN, sekaligus memperkuat validitas eksternal studi kasus.

4. Signifikansi Studi Kasus dalam Pengembangan Metode Analisis.

Studi kasus pada proyek PT CKS diposisikan sebagai wahana untuk menguji efektivitas integrasi pendekatan SEM dan BN dalam situasi nyata. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan temuan yang aplikatif dan dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi strategis bagi PT CKS maupun perusahaan konstruksi lain yang menghadapi persoalan serupa dalam manajemen sumber daya.

5. Kontribusi terhadap Pengembangan Model Keilmuan.

Hingga saat ini, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan pendekatan SEM dan BN dalam konteks proyek pembangunan gudang di Indonesia masih sangat terbatas. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap pemecahan masalah praktis, tetapi juga memperkaya khazanah metodologis dalam studi manajemen konstruksi, khususnya dalam upaya membangun model manajemen proyek berbasis data dan kecerdasan buatan (AI) di masa depan.

1.2 Identifikasi Masalah

Pengelolaan sumber daya merupakan faktor kunci dalam keberhasilan proyek konstruksi. Namun, berdasarkan observasi awal dan diskusi dengan tim proyek pembangunan gudang oleh PT CKS, teridentifikasi adanya persepsi mengenai berbagai

permasalahan yang berpotensi berdampak pada keterlambatan penyelesaian dan penurunan efisiensi. Permasalahan-permasalahan ini perlu diukur secara kuantitatif untuk dianalisis lebih lanjut.

Oleh karena itu, permasalahan utama yang akan diukur melalui persepsi dan penilaian responden dalam penelitian ini antara lain:

1.2.1. Persepsi terhadap Ketersediaan Material

Adanya persepsi bahwa sering terjadi keterlambatan dalam pengiriman material, yang dinilai berdampak pada jadwal dan biaya.

1.2.2. Persepsi terhadap Kualitas Tenaga Kerja

Adanya persepsi bahwa jumlah dan kompetensi tenaga kerja yang tersedia belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan, yang dinilai berdampak pada progres pekerjaan.

1.2.3. Persepsi terhadap Kondisi Peralatan

Adanya persepsi bahwa efektivitas penggunaan dan kondisi peralatan masih rendah, yang dinilai menghambat kelancaran proses konstruksi.

1.2.4. Ketidakpastian dan Risiko Lapangan

Proyek sangat rentan terhadap ketidakpastian seperti perubahan cuaca, fluktuasi harga material, dan kondisi operasional yang dinamis. Sistem pengambilan keputusan yang ada belum mampu merespons perubahan kondisi secara adaptif dan cepat.

1.2.5. Kelemahan Pendekatan Manajemen Konvensional

Pendekatan manajemen proyek yang masih parsial dan deterministik belum mampu menangkap hubungan kompleks antar sumber daya serta ketidakpastian di lapangan. Banyak keputusan masih didasarkan pada estimasi rata-rata tanpa dukungan model analitik yang komprehensif

1.2.6. Kurangnya Analisis Komprehensif dan Berbasis Data

Pengelolaan sumber daya sering dilakukan secara parsial, tanpa mempertimbangkan keterkaitan antar variabel secara simultan. Belum ada model analisis yang mampu mengakomodasi hubungan kausal dan probabilistik secara bersamaan untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial secara adaptif dan berbasis data

1.3 Pembatasan Masalah

Agar tujuan penelitian ini lebih terfokus, maka perlu dilakukan batasan-batasan sebagai berikut :

1.3.1 Objek Penelitian

Penelitian hanya dilakukan pada proyek pembangunan gudang yang dikerjakan oleh PT CKS di wilayah Depok, Jawa Barat

1.3.2 Variabel yang Dikaji

Analisis hanya difokuskan pada tiga variabel sumber daya utama, yaitu: Sumber Daya Manusia (SDM), Material, dan Peralatan. Pengukuran ketiga variabel ini didasarkan pada persepsi dan penilaian responden yang terlibat dalam proyek melalui instrumen kuesioner, bukan pada data audit teknis atau data fisik secara langsung. Faktor eksternal lain seperti cuaca, kebijakan

pemerintah, kondisi pasar, maupun aspek keuangan dan politik tidak dianalisis secara mendalam dalam penelitian ini.

1.3.3 Tahapan Proyek

Penelitian hanya membahas tahap perencanaan dan pelaksanaan proyek pembangunan gudang. Tahapan pasca konstruksi (operasional, pemeliharaan, atau evaluasi jangka panjang) tidak menjadi bagian dari analisis.

1.3.4 Metode Analisis

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan integrasi metode Structural Equation Modeling (SEM) dan Bayesian Network (BN). Metode lain yang bersifat deskriptif, kualitatif, atau hanya deterministik tidak digunakan.

1.3.5 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini mengandalkan data primer kuantitatif yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner terstruktur dengan skala Likert. Penggunaan kuesioner ini membatasi data yang terkumpul pada jawaban-jawaban terukur sesuai dengan item pertanyaan yang telah dirancang. Penelitian ini tidak menggali aspek kualitatif mendalam (seperti motivasi atau alasan di balik jawaban) yang bisa didapat dari teknik wawancara atau observasi. Keputusan metodologis ini diambil untuk memungkinkan analisis statistik dan pemodelan kausal-probabilistik yang menjadi fokus utama penelitian.

1.3.6. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama periode pelaksanaan proyek, yaitu dari Mei hingga Juli 2025. Analisis data dan pemodelan hanya mencakup data yang diperoleh dalam rentang waktu tersebut.

1.3.7 Keterbatasan Generalisasi

Hasil penelitian dan rekomendasi yang dihasilkan hanya berlaku untuk proyek pembangunan gudang PT CKS di lokasi dan periode tersebut. Generalisasi ke proyek lain dengan karakteristik berbeda harus dilakukan dengan kehati-hatian.

Dengan pembatasan masalah di atas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang relevan dan bermanfaat untuk pengelolaan sumber daya pada proyek pembangunan gudang PT CKS, serta dapat menjadi acuan dalam pengembangan model analisis sumber daya berbasis data dan pemodelan probabilistik di industri konstruksi.

1.4 Rumusan Masalah

Untuk mengoptimalkan kelancaran Pembangunan Gudang PT CKS maka perlu dilakukan analisis terhadap sumber daya. Dari uraian di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah Sumber Daya Manusia (SDM) berpengaruh secara parsial dan signifikan terhadap Keberhasilan Proyek?
2. Apakah Material berpengaruh secara parsial dan signifikan terhadap Keberhasilan Proyek?
3. Apakah Peralatan berpengaruh secara parsial dan signifikan terhadap Keberhasilan Proyek?
4. Di antara ketiga sumber daya tersebut, manakah yang memiliki pengaruh paling dominan terhadap Keberhasilan Proyek?
5. Seberapa besar peningkatan probabilitas Keberhasilan Proyek jika ketiga sumber daya berada dalam kondisi optimal secara bersamaan?

Rumusan masalah ini dirancang secara sistematis, mulai dari mengidentifikasi hubungan kausal, memodelkan probabilitas, menentukan faktor paling kritis, hingga puncaknya adalah merumuskan rekomendasi manajerial yang aplikatif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berhenti pada analisis teoritis, tetapi juga bertujuan untuk memberikan kontribusi praktis yang nyata bagi PT CKS.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian pada proyek pembangunan gudang PT CKS ini adalah untuk:

1. Menganalisis pengaruh parsial dan signifikan dari Sumber Daya Manusia (SDM) terhadap keberhasilan proyek menggunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM).
2. Menganalisis pengaruh parsial dan signifikan dari Material terhadap keberhasilan proyek menggunakan metode SEM.
3. Menganalisis pengaruh parsial dan signifikan dari Peralatan terhadap keberhasilan proyek menggunakan metode SEM.
4. Mengidentifikasi variabel sumber daya yang memiliki pengaruh paling dominan terhadap keberhasilan proyek pembangunan gudang PT CKS melalui analisis sensitivitas *Bayesian Network* (BN).
5. Mengukur besaran peningkatan probabilitas keberhasilan proyek pembangunan gudang PT CKS dalam skenario kondisi sumber daya yang optimal melalui simulasi BN.

Tujuan ini dirancang agar penelitian dapat menghasilkan model analisis yang komprehensif namun tetap fokus, serta aplikatif dalam mendukung pengambilan keputusan pengelolaan sumber daya fisik pada proyek konstruksi, dengan memanfaatkan pendekatan struktural (SEM) dan probabilistik (BN).

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoritis

- a. Penelitian ini memperkaya literatur dan pengembangan ilmu di bidang manajemen proyek konstruksi, khususnya terkait model analisis sumber daya berbasis data dan pemodelan probabilistik.
- b. Hasil penelitian menjadi referensi akademik terkait penerapan integrasi metode Structural Equation Modeling (SEM) dan Bayesian Network (BN) dalam optimalisasi pengelolaan tenaga kerja, material, dan peralatan pada proyek konstruksi.
- c. Memberikan kontribusi metodologis berupa model analisis yang mampu menangkap hubungan kausal dan ketidakpastian antar variabel sumber daya, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan penelitian lanjutan di bidang serupa.

1.6.2 Manfaat Praktis

- a. Memberikan rekomendasi dan acuan strategis bagi PT CKS dalam pengelolaan sumber daya yang lebih efektif dan efisien, sehingga dapat meningkatkan kinerja dan keberhasilan pelaksanaan proyek pembangunan gudang.

- b. Model yang dikembangkan dapat diadopsi oleh perusahaan konstruksi lain untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan proyek, serta mengurangi potensi keterlambatan dan pemborosan sumber daya.
- c. Menyediakan alat analisis berbasis data yang dapat digunakan manajer proyek dan praktisi dalam pengambilan keputusan perencanaan, pengendalian, dan optimalisasi sumber daya proyek konstruksi.

1.6.3 Manfaat Teknologis

Manfaat teknologis dari penelitian ini adalah pengenalan kerangka kerja analitis berbasis data yang dapat diintegrasikan ke dalam sistem manajemen proyek digital. Pendekatan SEM-BN ini menjadi landasan untuk pengembangan Decision Support System (DSS) yang lebih cerdas dan adaptif, yang mampu mendukung transformasi digital di industri konstruksi.

1.6.4 Manfaat Sosial

Secara sosial, dengan mendorong pengelolaan sumber daya yang lebih optimal, hasil penelitian ini berpotensi meningkatkan produktivitas dan efisiensi industri konstruksi secara umum. Peningkatan kinerja pada proyek-proyek infrastruktur seperti pembangunan gudang pada akhirnya akan mendukung kelancaran rantai pasok dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi nasional.

1.7 Signifikansi dan kebaruan penelitian

1.7.1 Signifikansi Penelitian

Penelitian ini memiliki signifikansi tinggi baik secara akademik maupun praktis dalam bidang manajemen proyek konstruksi di Indonesia. Secara akademik, penelitian ini mengisi gap penting dalam literatur dengan mengintegrasikan dua pendekatan analitik yang saling melengkapi, yaitu Structural Equation Modeling (SEM) untuk analisis hubungan kausal antar variabel sumber daya, dan Bayesian Network (BN) untuk pemodelan probabilistik serta analisis ketidakpastian dalam pengelolaan sumber daya proyek konstruksi. Integrasi ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proyek, sekaligus menawarkan kerangka kerja analisis yang lebih adaptif dan presisi dibandingkan metode konvensional yang selama ini dominan digunakan.

Dari sisi praktis, hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata bagi PT CKS dan industri konstruksi nasional dalam bentuk rekomendasi strategis berbasis data untuk pengelolaan sumber daya manusia, material, dan peralatan secara lebih efektif dan efisien. Model yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan manajerial, terutama dalam menghadapi dinamika dan ketidakpastian di lapangan, sehingga dapat meminimalisir risiko keterlambatan, pembengkakan biaya, dan penurunan mutu proyek.

1.7.2 Kebaruan Penelitian (Novelty)

Kebaruan utama dari penelitian ini terletak pada tiga aspek fundamental yang saling terkait, yang membedakannya dari studi-studi sebelumnya dalam konteks industri konstruksi di Indonesia:

- a. Integrasi Metodologis Perintis (Pioneering Methodological Integration).

Penelitian ini merupakan salah satu studi di Indonesia yang secara sistematis mengintegrasikan *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Bayesian Network* (BN) untuk menganalisis faktor keberhasilan proyek.

Pendekatan hibrida ini memiliki kebaruan ganda:

- Validasi Kausal (SEM): Mengkonfirmasi secara statistik hubungan kausal antara variabel sumber daya (SDM, material, peralatan) dan keberhasilan proyek, yang seringkali hanya diasumsikan dalam penelitian lain.
- Analisis Probabilistik (BN): Mentransformasi model kausal yang valid menjadi sebuah model prediktif-probabilistik. Ini memungkinkan pemodelan ketidakpastian dan simulasi skenario "what-if", sebuah pendekatan yang jauh lebih dinamis dibandingkan analisis regresi atau SEM konvensional yang bersifat statis.

b. Aplikasi pada Domain Spesifik dan Empiris.

Kebaruan tidak hanya terletak pada metode, tetapi juga pada aplikasinya. Model integratif ini diterapkan secara spesifik untuk menganalisis pengelolaan sumber daya fisik pada proyek konstruksi gudang. Fokus yang tajam ini mengisi celah di mana penelitian sebelumnya cenderung lebih umum (kinerja proyek secara umum) atau fokus pada aspek lain (misalnya, risiko K3, risiko finansial). Validasi model menggunakan data primer dari studi kasus proyek nyata (PT CKS) memastikan hasilnya memiliki validitas empiris dan relevansi praktis yang tinggi.

c. Kontribusi pada Kerangka Kerja Pengambilan Keputusan.

Sebagai hasil akhir, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi faktor dominan, tetapi juga menghasilkan sebuah kerangka kerja (framework) untuk pengambilan keputusan berbasis data dan probabilitas. Ini merupakan kontribusi praktis yang signifikan, memberdayakan manajer proyek untuk beralih dari pengambilan keputusan reaktif atau berbasis intuisi, menuju pendekatan proaktif yang dapat mengukur dampak potensial dari setiap keputusan terkait alokasi sumber daya terhadap probabilitas keberhasilan proyek.

Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan perintis metode hibrida SEM-BN pada domain manajemen sumber daya konstruksi gudang di Indonesia, yang menghasilkan sebuah model prediktif tervalidasi secara empiris dan kerangka kerja pengambilan keputusan yang inovatif.