

### **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan secara sistematis pendekatan dan langkah-langkah metodologis yang digunakan dalam penelitian untuk menjawab rumusan masalah, menguji hipotesis, serta mencapai tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya. Pendekatan ini disusun agar sesuai dengan sifat dan karakteristik permasalahan yang diteliti, serta mendukung keabsahan hasil penelitian secara ilmiah.

Adapun aspek-aspek utama dalam metodologi ini meliputi:

1. Desain penelitian, yang mengarahkan pendekatan dan kerangka analisis yang digunakan;
2. Definisi operasional variabel, yang menjelaskan secara terukur bagaimana setiap variabel diturunkan ke dalam indikator-indikator yang dapat dianalisis secara kuantitatif;
3. Populasi dan sampel, yang menggambarkan ruang lingkup dan representasi data yang digunakan dalam studi ini;
4. Teknik pengumpulan data, yang menguraikan prosedur dan instrumen pengambilan data lapangan;
5. Teknik analisis data, yang menjelaskan tahapan pengolahan data secara statistik dan probabilistik melalui metode Structural Equation Modeling (SEM) dan Bayesian Network (BN).

Pendekatan yang digunakan bersifat kuantitatif eksplanatori, dengan metode analisis yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan kausal sekaligus menganalisis dampak ketidakpastian terhadap keberhasilan proyek konstruksi. Oleh karena itu,

penelitian ini mengadopsi kombinasi teknik analisis konfirmatori dan prediktif, guna menghasilkan hasil yang komprehensif dan relevan baik secara teoritis maupun praktis.

### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan desain studi kasus, yang diterapkan pada proyek pembangunan gudang milik PT CKS yang berlokasi di Cimanggis, Depok, Jawa Barat. Studi kasus dipilih karena memungkinkan peneliti untuk melakukan eksplorasi mendalam terhadap dinamika pengelolaan sumber daya pada proyek konstruksi dalam konteks nyata, sekaligus menguji model teoritis yang telah dikembangkan.

Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini bertujuan untuk menguji hubungan antar variabel secara terukur melalui data numerik dan instrumen kuesioner, serta menarik kesimpulan yang dapat digeneralisasi pada konteks serupa. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksplanatori, karena bertujuan menjelaskan pengaruh kausal antar variabel, khususnya bagaimana sumber daya (SDM, material, dan peralatan) mempengaruhi keberhasilan proyek konstruksi.

Pengumpulan data dilakukan selama periode pelaksanaan proyek, yaitu dari Mei hingga Juli 2025, bertepatan dengan tahap pembangunan utama gudang, di mana aktivitas penggunaan sumber daya sangat intensif dan variatif. Hal ini memungkinkan observasi yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan.

Adapun pendekatan analisis yang digunakan bersifat integratif, yaitu menggabungkan dua metode statistik lanjutan:

1. Structural Equation Modeling (SEM).

Digunakan untuk menganalisis hubungan kausal antar variabel berdasarkan teori dan hipotesis yang telah dirumuskan. SEM memungkinkan pengujian konstruk laten dan indikator secara simultan, serta memeriksa kekuatan dan signifikansi pengaruh antar jalur dalam model.

## 2. Bayesian Network (BN).

Digunakan untuk memodelkan hubungan probabilistik antar variabel, serta untuk melakukan inferensi dan simulasi skenario (what-if analysis). BN digunakan untuk memahami dampak perubahan kondisi sumber daya terhadap probabilitas keberhasilan proyek, dalam situasi penuh ketidakpastian.

Kombinasi kedua metode ini memberikan nilai tambah, yaitu memungkinkan peneliti tidak hanya menjelaskan hubungan antar variabel berdasarkan data empiris, tetapi juga memberikan dukungan pengambilan keputusan prediktif yang berbasis data. Dengan demikian, desain penelitian ini tidak hanya bersifat konfirmatori, tetapi juga adaptif terhadap dinamika lapangan.

### **3.2 Populasi dan Sampel Penelitian**

#### Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh individu yang terlibat secara langsung dalam kegiatan perencanaan dan pelaksanaan proyek pembangunan gudang oleh PT CKS yang berlokasi di Cimanggis, Depok, Jawa Barat. Populasi ini terdiri atas

berbagai peran dan tingkatan jabatan yang memiliki pengaruh terhadap proses pengelolaan sumber daya proyek, meliputi:

- a. Manajer proyek (project manager),
- b. Supervisor lapangan (site supervisor),
- c. Staf teknik dan perencanaan,
- d. Staf logistik dan pengadaan,
- e. Tenaga ahli teknis atau operator utama,
- f. Pekerja kunci yang memiliki pengalaman langsung terhadap pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

Dengan cakupan yang menyeluruh terhadap fungsi manajerial dan operasional, populasi penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang representatif terhadap persepsi, tantangan, dan efektivitas pengelolaan sumber daya pada proyek konstruksi.

#### Sampel Penelitian

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah total sampling atau sensus, di mana seluruh anggota populasi yang relevan dan dapat dijangkau dijadikan responden penelitian. Pemilihan metode ini dilatarbelakangi oleh karakteristik proyek yang bersifat terbatas (single case project), namun melibatkan berbagai aktor penting dari level strategis hingga eksekusi di lapangan.

Dengan metode total sampling, penelitian ini bertujuan memperoleh gambaran komprehensif mengenai kondisi nyata pengelolaan sumber daya dalam proyek, berdasarkan persepsi langsung dari para pelaku proyek itu sendiri.

Berdasarkan data awal tim proyek PT CKS dan daftar hadir harian proyek, jumlah target responden diperkirakan antara 50 hingga 100 orang, tergantung pada ketersediaan dan partisipasi aktif selama proses pengumpulan data. Rentang ini dianggap mencukupi untuk memenuhi kebutuhan analisis kuantitatif dalam Structural Equation Modeling (SEM) dan untuk penyusunan Conditional Probability Table (CPT) dalam Bayesian Network (BN), mengingat jumlah indikator penelitian yang relatif moderat.

### **3.3 Definisi Operasional Variabel dan Pengukuran**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, sehingga seluruh variabel dioperasionalkan ke dalam bentuk indikator-indikator terukur yang dituangkan dalam bentuk pernyataan pada kuesioner. Pengukuran dilakukan menggunakan skala Likert 7 poin, di mana responden diminta memberikan penilaian terhadap setiap pernyataan dengan rentang nilai sebagai berikut:

- 1 = Sangat Tidak Setuju,
- 2 = Tidak Setuju,
- 3 = Agak Tidak Setuju,
- 4 = Netral,
- 5 = Agak Setuju,
- 6 = Setuju,
- 7 = Sangat Setuju.

Skala ini dipilih karena memberikan sensitivitas yang lebih tinggi dalam mengukur persepsi responden dibandingkan skala yang lebih sempit, serta memungkinkan pengolahan data yang lebih akurat dalam analisis SEM dan BN.

Berikut adalah definisi operasional untuk masing-masing variabel beserta indikator yang digunakan dalam kuesioner:

Tabel 4. Rincian Operasional variabel

| Variabel       | Dimensi                                     | Indikator/Item Pernyataan (Kode Kuesioner)                                                                                                          | Sumber Adaptasi      |
|----------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (X1) SDM       | Ketersediaan<br>Kompetensi<br>Produktivitas | A1. Tenaga kerja yang tersedia sudah mencukupi. A2. Tenaga kerja memiliki keahlian yang sesuai. A3. Produktivitas tenaga kerja cukup tinggi.        | Gould & Joyce (2009) |
| (X2) Material  | Ketepatan Waktu<br>Kualitas Efisiensi       | B1. Material yang dibutuhkan selalu tersedia tepat waktu. B2. Kualitas material sesuai standar. B3. Pengadaan material dilakukan secara efisien.    | Soeharto (1999)      |
| (X3) Peralatan | Ketersediaan<br>Kondisi Efektivitas         | C1. Peralatan yang dibutuhkan tersedia setiap saat. C2. Peralatan dalam kondisi baik dan layak pakai. C3. Penggunaan alat dilakukan secara optimal. | Soeharto (1999)      |

|              |                  |                                              |         |
|--------------|------------------|----------------------------------------------|---------|
| (Y)          | Mutu Waktu Biaya | D1. Proyek diselesaikan dengan mutu hasil    | Kerzner |
| Keberhasilan |                  | yang baik. D2. Proyek selesai tepat waktu    | (2009)  |
| Proyek       |                  | sesuai jadwal. D3. Proyek diselesaikan tanpa |         |
|              |                  | melebihi anggaran.                           |         |

---

Seluruh indikator dirancang berdasarkan teori dan hasil penelitian terdahulu, serta telah disesuaikan dengan konteks lokal proyek gudang PT CKS. Kuesioner ini digunakan sebagai instrumen utama dalam pengumpulan data primer untuk keperluan analisis SEM dan BN.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang diperoleh langsung dari lapangan melalui teknik survei menggunakan kuesioner terstruktur. Instrumen kuesioner disusun berdasarkan indikator-indikator dari masing-masing variabel penelitian yang telah dirumuskan dalam definisi operasional (lihat Tabel 5), dan bertujuan untuk menangkap persepsi serta pengalaman responden terhadap pengelolaan sumber daya dan keberhasilan proyek konstruksi.

#### Metode Pengumpulan Data:

Pengumpulan data dilakukan dengan cara penyebaran langsung (on-site distribution) kepada seluruh responden yang merupakan bagian dari tim pelaksana proyek pembangunan gudang PT CKS. Teknik ini dipilih karena memberikan peluang untuk memastikan tingkat respons yang tinggi serta memungkinkan klarifikasi pertanyaan bila diperlukan.

#### Bentuk Instrumen:

Kuesioner disusun dalam format tertutup, di mana responden diminta untuk memilih tingkat kesetujuan mereka terhadap pernyataan-pernyataan yang diberikan, menggunakan skala Likert 7 poin, yaitu:

1 = Sangat Tidak Setuju

2 = Tidak Setuju

3 = Agak Tidak Setuju

4 = Netral

5 = Agak Setuju

6 = Setuju

7 = Sangat Setuju

Penggunaan skala 7 poin dipilih karena memberikan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap variasi persepsi, serta sesuai untuk analisis multivariat seperti Structural Equation Modeling (SEM).

### **3.5 Teknik Analisis Data**

Seluruh proses analisis data kuantitatif dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap dan sistematis menggunakan dua perangkat lunak utama, yaitu JASP (Jeffrey's Amazing Statistics Program) versi 0.19.3 untuk analisis statistik dan Netica untuk pemodelan jaringan probabilistik. Kombinasi ini memungkinkan pendekatan yang integratif dalam mengevaluasi hubungan antar variabel sekaligus memperkirakan probabilitas keberhasilan proyek berdasarkan kondisi sumber daya yang ada.



### 3.5.1 Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Sebelum melakukan analisis utama dalam model Structural Equation Modeling (SEM) dan Bayesian Network (BN), langkah penting yang dilakukan adalah pengujian kualitas instrumen kuesioner, guna memastikan bahwa alat ukur yang digunakan telah memenuhi syarat validitas dan reliabilitas.

#### 1. Uji Validitas Konstruk

Uji validitas konstruk dilakukan dengan pendekatan Confirmatory Factor Analysis (CFA) menggunakan perangkat lunak JASP. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap indikator (item kuesioner) benar-benar merepresentasikan konstruk laten yang diukur.

Kriteria yang digunakan dalam menentukan validitas adalah:

- Nilai factor loading  $\geq 0,50$  (Hair et al., 2010), menunjukkan bahwa indikator tersebut memberikan kontribusi signifikan terhadap variabel laten. Nilai loading yang signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ).
- Struktur model pengukuran memenuhi kecocokan data secara keseluruhan, ditinjau dari beberapa indeks fit seperti  $CFI \geq 0,90$  dan  $RMSEA \leq 0,08$ . Indikator-indikator yang tidak memenuhi kriteria tersebut dapat dipertimbangkan untuk dihapus atau direvisi.

#### 2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk menilai konsistensi internal antar item dalam satu konstruk. Dalam penelitian ini, reliabilitas diukur menggunakan dua pendekatan utama dengan fitur *Reliability Analysis* dalam JASP :

- Cronbach's Alpha ( $\alpha$ ) – digunakan sebagai ukuran tradisional reliabilitas internal.
- McDonald's Omega ( $\omega$ ) – digunakan sebagai alternatif modern yang dianggap lebih akurat, khususnya pada model dengan distribusi tidak homogen.

Kriteria interpretasi:

- $\alpha$  atau  $\omega \geq 0,70 \rightarrow$  reliabilitas baik dan dapat diterima.
- $0,60 \leq \alpha$  atau  $\omega < 0,70 \rightarrow$  reliabilitas cukup, namun dapat ditingkatkan.
- $\alpha$  atau  $\omega < 0,60 \rightarrow$  reliabilitas rendah, item perlu ditinjau ulang.

Pengujian ini dilakukan secara terpisah untuk setiap konstruk (SDM, Material, Peralatan, dan Keberhasilan Proyek).

### 3.5.2 Uji Asumsi normalitas data

Sebelum melakukan analisis model struktural dengan *Structural Equation Modeling* (SEM), langkah penting yang harus dilakukan adalah pengujian asumsi normalitas data. Pengujian ini merupakan prasyarat utama karena metode estimasi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu **Maximum Likelihood (ML)**, sangat sensitif terhadap asumsi bahwa data terdistribusi secara normal multivariat. Pelanggaran terhadap asumsi ini dapat menyebabkan bias pada nilai *chi-square*, *standard error*, dan pada akhirnya mempengaruhi keakuratan hasil pengujian hipotesis.

Untuk mengevaluasi normalitas data, penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama:

- a. Uji Statistik Formal: Uji formal yang digunakan adalah Uji Shapiro-Wilk. Uji ini menilai hipotesis nol ( $H_0$ ) bahwa sampel data berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Data dapat dianggap memenuhi asumsi normalitas jika nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari tingkat alfa yang ditetapkan ( $p > 0.05$ ).
- b. Pemeriksaan Nilai Deskriptif: Dilakukan pula pemeriksaan terhadap nilai Skewness (ukuran kesimetrisan distribusi data) dan Kurtosis (ukuran keruncingan atau puncak distribusi data). Kriteria yang digunakan adalah berdasarkan nilai *Critical Ratio* (C.R.), yang dihitung dengan membagi nilai statistik dengan *standard error*-nya. Data dianggap normal jika nilai absolut C.R. untuk Skewness dan Kurtosis berada di bawah 2.58.

Apabila asumsi normalitas ditemukan tidak terpenuhi, maka akan digunakan metode estimasi alternatif yang lebih kuat (*robust*) terhadap pelanggaran asumsi, seperti prosedur **bootstrapping**. Langkah ini bertujuan untuk memastikan akurasi *standard error* dan validitas kesimpulan dari uji hipotesis.

Setelah melalui serangkaian pengujian ini, di mana instrumen penelitian telah terbukti memenuhi syarat validitas dan reliabilitas, serta asumsi normalitas data telah diperiksa untuk menentukan pendekatan analisis yang tepat, maka data dinyatakan siap untuk dianalisis lebih lanjut ke tahap pemodelan *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Bayesian Network* (BN).

### 3.5.3 Analisis Model dan Pengujian Hipotesis

Setelah instrumen penelitian dinyatakan valid dan reliabel, tahap selanjutnya adalah analisis model dan pengujian hipotesis. Proses ini dilakukan melalui pendekatan hibrida yang mengintegrasikan dua teknik analisis untuk menjawab keseluruhan hipotesis penelitian:

a. Analisis Hubungan Kausal dengan Structural Equation Modeling (SEM)

Analisis SEM digunakan untuk menguji hipotesis H1, H2, dan H3 yang berkaitan dengan pengaruh langsung sumber daya terhadap keberhasilan proyek konstruksi. Proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak JASP, dan mengikuti tahapan berikut:

1. Spesifikasi Model Struktural.

Model teoritis dibangun berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikembangkan pada Bab 2. Tiga variabel independen (X1: SDM, X2: Material, X3: Peralatan) ditetapkan sebagai prediktor terhadap satu variabel dependen (Y: Keberhasilan Proyek). Model ini divisualisasikan dalam bentuk path diagram dan diimplementasikan dalam modul SEM pada perangkat lunak JASP.

2. Estimasi Parameter Model.

Tahap selanjutnya adalah estimasi parameter model, yang akan dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood* (ML). Proses ini bertujuan untuk memperoleh koefisien jalur (*path coefficient*) yang menunjukkan besaran dan arah pengaruh setiap

variabel independen terhadap variabel dependen, serta nilai signifikansi (*p-value*) untuk menguji setiap jalur tersebut..

### 3. Evaluasi Kecocokan Model (Model Fit).

Kesesuaian model dengan data empiris dievaluasi melalui beberapa indikator Goodness-of-Fit, seperti:

- Chi-Square ( $\chi^2$ ): nilai  $p > 0,05$  mengindikasikan model cocok,
- Comparative Fit Index (CFI)  $\geq 0,90$ ,
- Tucker-Lewis Index (TLI)  $\geq 0,90$ ,
- Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)  $\leq 0,08$ ,
- Standardized Root Mean Residual (SRMR)  $\leq 0,08$ .

### 4. Pengujian Hipotesis Kausal.

Hipotesis H1, H2, dan H3 dinyatakan diterima jika koefisien jalur signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ) dan arah pengaruhnya sesuai dengan teori (positif). Hasil analisis ini menjadi dasar untuk menyusun struktur jaringan pada analisis Bayesian Network.

#### b. Analisis Probabilistik dengan Bayesian Network (BN)

Untuk menjawab hipotesis H4 dan H5 yang bersifat probabilistik, penelitian ini menggunakan Bayesian Network (BN), yang dibangun menggunakan perangkat lunak Netica. Proses analisis BN terdiri atas tahapan berikut:

##### a) Penyusunan Struktur Jaringan.

Struktur hubungan antar node (variabel) dalam BN mengikuti hasil jalur signifikan dari SEM. Dengan demikian, BN mengadopsi struktur kausal yang telah tervalidasi secara teoritis dan empiris.

b) Pembelajaran Parameter (Parameter Learning).

Data kuesioner dengan skala Likert 1–7 dikonversi ke dalam kategori ordinal, yaitu:

- Rendah = 0 - 3.5
- Sedang = 3.6 - 5.5
- Tinggi = 5.6 - 7

Proses ini dilakukan untuk memenuhi prasyarat pemodelan BN yang bekerja optimal dengan data kategorikal. Data tersebut digunakan untuk menghasilkan Conditional Probability Tables (CPT) secara otomatis di Netica berdasarkan frekuensi kombinasi antar node.

c) Analisis Sensitivitas.

Untuk menguji H4 mengenai faktor paling dominan, akan dilakukan analisis sensitivitas (sensitivity analysis). Pengaruh relatif dari setiap variabel sumber daya terhadap "Keberhasilan Proyek" akan diukur, dan variabel dengan nilai mutual information tertinggi akan diidentifikasi sebagai faktor yang paling dominan..

d) Analisis Skenario dan Simulasi "What-if".

Selanjutnya, untuk menguji H5 mengenai dampak skenario optimal, akan dilakukan analisis skenario "what-if". Simulasi akan dijalankan dengan mengatur semua node sumber daya (SDM, Material,

Peralatan) ke kondisi "Tinggi" untuk mengamati dan mengukur peningkatan probabilitas keberhasilan proyek yang dihasilkan.

Dengan demikian, integrasi SEM dan BN memungkinkan analisis dalam penelitian ini bergerak dari level konfirmatif (pengujian teori) ke level prediktif dan adaptif, menghasilkan sebuah model yang dapat diaplikasikan secara nyata untuk simulasi keputusan dan mitigasi risiko proyek konstruksi.

#### 3.5.4 Interpretasi dan Penarikan Kesimpulan

Tahap akhir dalam metodologi analisis data adalah interpretasi hasil dan penarikan kesimpulan. Pada tahap ini, hasil statistik dari pengolahan data akan diinterpretasikan secara sistematis untuk menjawab setiap rumusan masalah dan menguji hipotesis yang telah diajukan. Interpretasi akan mencakup temuan dari analisis hubungan kausal menggunakan *Structural Equation Modeling* (SEM) serta temuan dari analisis probabilistik menggunakan *Bayesian Network* (BN).

##### a. Interpretasi Hasil Analisis SEM

Hasil analisis *Structural Equation Modeling* (SEM) yang diperoleh melalui perangkat lunak JASP digunakan untuk menguji hipotesis H1, H2, dan H3 yang berkaitan dengan pengaruh masing-masing variabel sumber daya (SDM, Material, dan Peralatan) terhadap Keberhasilan Proyek Konstruksi. Interpretasi dilakukan terhadap tiga komponen utama hasil SEM, yaitu koefisien jalur (path coefficient), nilai signifikansi (p-value), dan nilai determinasi (R-square).

##### Koefisien Jalur (Path Coefficient)

Koefisien jalur menunjukkan arah dan kekuatan hubungan antara variabel independen (X) dan dependen (Y) dalam model SEM. Nilai ini direpresentasikan dalam bentuk angka yang menunjukkan pengaruh langsung suatu variabel terhadap variabel lain. Jika nilai koefisien bertanda positif (+), maka pengaruhnya bersifat searah, artinya peningkatan kualitas sumber daya akan berkontribusi terhadap peningkatan keberhasilan proyek.

Sebagai contoh:

- Koefisien SDM  $\rightarrow$  Keberhasilan Proyek = +0,45
- Koefisien Material  $\rightarrow$  Keberhasilan Proyek = +0,31
- Koefisien Peralatan  $\rightarrow$  Keberhasilan Proyek = +0,22

Dari angka-angka tersebut dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel sumber daya memiliki pengaruh positif, dan SDM memberikan pengaruh paling kuat secara langsung terhadap keberhasilan proyek.

#### Signifikansi Statistik (P-value)

Nilai p-value merupakan indikator statistik utama untuk menguji signifikansi hubungan antar variabel. Interpretasi dilakukan berdasarkan tingkat kepercayaan sebesar 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Kriteria pengujian sebagai berikut:

- Jika  $p\text{-value} < 0,05$ , maka hubungan dianggap signifikan secara statistik, artinya pengaruh yang ditemukan dalam model kemungkinan besar tidak terjadi karena kebetulan.
- Jika  $p\text{-value} \geq 0,05$ , maka hubungan dianggap tidak signifikan, sehingga hipotesis ditolak.



Misalnya, jika hasil pengujian menunjukkan:

- p-value SDM  $\rightarrow$  Keberhasilan Proyek = 0,003
- p-value Material  $\rightarrow$  Keberhasilan Proyek = 0,017
- p-value Peralatan  $\rightarrow$  Keberhasilan Proyek = 0,082

Maka dapat disimpulkan bahwa:

- H1 dan H2 diterima karena signifikan ( $p < 0,05$ ),
- H3 ditolak karena tidak signifikan ( $p > 0,05$ ), meskipun arah pengaruhnya masih positif.

Koefisien Determinasi (R-square /  $R^2$ )

Nilai  $R^2$  digunakan untuk menunjukkan seberapa besar variasi pada variabel Keberhasilan Proyek (Y) dapat dijelaskan oleh variabel-variabel sumber daya (X1, X2, X3). Nilai ini berkisar antara 0 hingga 1, dengan interpretasi sebagai berikut:

- $R^2 = 0,00-0,25 \rightarrow$  Pengaruh lemah
- $R^2 = 0,26-0,50 \rightarrow$  Pengaruh sedang
- $R^2 = 0,51-0,75 \rightarrow$  Pengaruh kuat
- $R^2 > 0,75 \rightarrow$  Sangat kuat

Sebagai contoh, jika nilai  $R^2 = 0,624$ , artinya sekitar 62,4% variasi dalam keberhasilan proyek dapat dijelaskan oleh ketiga variabel sumber daya yang diteliti. Sisanya, sebesar 37,6%, dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model, seperti faktor eksternal proyek, kepemimpinan, regulasi, dan faktor lingkungan.

b. Interpretasi Hasil Analisis Bayesian Network (BN)

Analisis Bayesian Network (BN) dalam penelitian ini dilakukan untuk menguji hipotesis H4 dan H5, yaitu mengenai prediksi probabilistik keberhasilan proyek dalam berbagai kondisi sumber daya, serta identifikasi faktor sumber daya yang paling dominan mempengaruhi keberhasilan tersebut. Interpretasi dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan utama, yaitu analisis skenario "what-if" dan analisis sensitivitas, yang dijalankan menggunakan modul BN dalam JASP dan software pendukung Netica.

#### Analisis Sensitivitas (Pengujian Hipotesis H4)

Analisis sensitivitas digunakan untuk menjawab hipotesis H4 mengenai faktor sumber daya yang paling dominan dalam mempengaruhi keberhasilan proyek konstruksi. Dalam konteks Bayesian Network, sensitivitas diukur berdasarkan nilai Mutual Information (MI) atau perubahan varians pada output ketika masing-masing input mengalami perubahan kondisi.

Hasil analisis sensitivitas menunjukkan besarnya pengaruh masing-masing variabel terhadap variabel Keberhasilan Proyek, yang dapat dirangkum sebagai berikut:

Tabel 5. contoh hasil analisis sensitivitas

| Variabel  | Mutual Information (MI) | Kontribusi (%) terhadap varians |
|-----------|-------------------------|---------------------------------|
| SDM       | 0.22251                 | 26.1%                           |
| Material  | 0.04886                 | 5.74%                           |
| Peralatan | 0.05329                 | 6.26%                           |

Interpretasi dari tabel tersebut menunjukkan bahwa:

- SDM memiliki nilai MI tertinggi, sehingga merupakan variabel paling dominan dalam mempengaruhi Keberhasilan Proyek.
- Material dan Peralatan memberikan kontribusi yang lebih kecil secara individual terhadap varians keberhasilan proyek.

Dengan demikian, hipotesis H4 diterima, yaitu bahwa Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan faktor yang paling kritis dalam mempengaruhi keberhasilan proyek konstruksi dibawah kondisi ketidakpastian.

#### Analisis Skenario “What-if” (Pengujian Hipotesis H5)

Untuk menguji hipotesis H5 bahwa “Probabilitas keberhasilan proyek meningkat secara signifikan jika kondisi SDM, Material, dan Peralatan berada pada tingkat optimal”, dilakukan simulasi skenario sebagai berikut:

1. Skenario Dasar (Baseline): Sistem dijalankan tanpa adanya bukti (evidence), sehingga menunjukkan distribusi probabilitas awal keberhasilan proyek berdasarkan data yang telah dilatih ke dalam model.
2. Skenario Optimal (Evidence dimasukkan): Node untuk SDM, Material, dan Peralatan diset pada kategori “Tinggi”. Hal ini mensimulasikan kondisi ideal atau optimal dari seluruh aspek sumber daya fisik.

Hasil dari simulasi menunjukkan perubahan signifikan pada node Keberhasilan Proyek. Sebagai contoh:

- Probabilitas Keberhasilan Proyek = “Tinggi” meningkat dari baseline 52,3% menjadi 86,7%
- Sementara probabilitas kategori “Sedang” dan “Rendah” menurun secara drastis.

Perubahan distribusi probabilitas ini menunjukkan bahwa kondisi optimal sumber daya secara bersamaan mampu meningkatkan peluang keberhasilan proyek secara substansial. Dengan demikian, hipotesis H5 diterima.

### **3.6 Penarikan Kesimpulan Akhir dan Rekomendasi**

Tahap akhir dalam metodologi ini adalah penarikan kesimpulan. Setelah hasil analisis SEM dan BN diperoleh, kesimpulan akan ditarik secara sistematis untuk menjawab setiap rumusan masalah yang telah ditetapkan. Berdasarkan sintesis temuan kuantitatif, implikasi manajerial akan diidentifikasi dan rekomendasi strategis akan dirumuskan untuk PT CKS.