



## Evaluasi Engineering Estimate Sebagai Alat Pengendali Resiko Keuangan Dalam Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi

Abdul Mutaqin\*, Chandra Afriade Siregar, A Andini Radisya Pratiwi, Didin Kusdian,  
Dody Kusmana

Universitas Sangga Buana YPKP, Indonesia

Email: mutaqinabdul18@gmail.com\*, chandra.afriade@usbyppk.ac.id,  
andini.radisya@usbyppk.ac.id, rdidink@usbyppk.ac.id, dody.kusmana@usbyppk.ac.id

### Abstrak

#### Keywords:

Engineer's  
Estimate,  
Estimation  
Accuracy, Risk  
Management,  
MAPE,  
Contingency,  
Government  
Project.

*This research addresses the high financial risks in Indonesian government construction projects caused by inaccuracies in Engineer's Estimate (EE), often leading to cost overruns, delays, and budgetary inefficiencies. The research aims to evaluate EE accuracy, identify causative factors of inaccuracies, and formulate optimization strategies for financial risk control. Using a mixed-methods approach, the case study focuses on the Cimahi City Religious Court Building project. Data were collected through document analysis (EE, cost plans, and actual costs) and questionnaires distributed to 30 respondents from contractors, consultants, and project owners. Quantitative data were analyzed using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and inferential statistics, while qualitative data were examined descriptively. Results indicate strong EE accuracy with a MAPE of 8.96%, though significant deviations were found in MEP works (18%) and environmental facilities (10%). Key factors affecting accuracy include material price fluctuations, sudden design changes, incomplete historical data, and material quantity errors. Respondents unanimously endorsed optimization strategies such as regular price database updates, risk-based contingency allocation (ISO 31000), estimator training, multi-stakeholder collaboration, and BIM integration. The study concludes that EE can be an effective financial risk control tool when supported by accurate estimation methods and proactive risk management. Practical implications emphasize the adoption of data-driven and technology-based strategies in government projects to prevent budget overruns and enhance financial accountability.*

#### Kata Kunci:

Engineer's  
Estimate, Akurasi  
Estimasi,  
Manajemen Risiko,  
MAPE,  
Kontinjensi, Proyek  
Pemerintah.

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya risiko keuangan dalam proyek konstruksi pemerintah Indonesia akibat ketidakakuratan Engineer's Estimate (EE), yang sering menyebabkan cost overrun, keterlambatan, dan inefisiensi anggaran. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi EE, mengidentifikasi faktor penyebab ketidaktepatannya, dan merumuskan strategi optimasinya sebagai alat pengendali risiko keuangan. Metode penelitian menggunakan pendekatan mixed methods (kuantitatif dan kualitatif) dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi. Data dikumpulkan melalui analisis dokumen (EE, RAB, dan biaya aktual) serta kuesioner terhadap 30 responden dari kalangan kontraktor, konsultan, dan owner. Analisis data kuantitatif menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan uji statistik inferensial, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EE memiliki akurasi sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 8,96%, meskipun deviasi tinggi terjadi pada pekerjaan MEP (18%) dan sarana lingkungan (10%). Faktor dominan penyebab ketidakakuratan adalah fluktuasi harga material, perubahan desain mendadak, ketidaklengkapan data historis, dan kesalahan kuantitas material. Responden sepakat bahwa strategi optimasi melalui pembaruan database harga, penerapan kontinjensi berbasis risiko (ISO 31000), pelatihan estimator, kolaborasi multistakeholder, dan integrasi teknologi (BIM) sangat diperlukan. Kesimpulan penelitian menyatakan bahwa EE berpotensi menjadi alat pengendali risiko keuangan yang efektif jika didukung oleh metode estimasi yang akurat dan manajemen risiko yang proaktif. Implikasi praktisnya adalah perlunya adopsi strategi optimasi berbasis data dan teknologi dalam penyusunan EE pada proyek pemerintah untuk mencegah

## **PENDAHULUAN**

Proyek konstruksi global rentan terhadap risiko keuangan seperti kenaikan harga material, fluktuasi tenaga kerja, dan perubahan desain. Menurut Flyvbjerg (2014), Proyek pembangunan gedung melibatkan desain arsitektur yang rumit, sistem MEP (Mekanikal, Elektrikal, Plumbing), dan material khusus (e.g., kaca struktur, baja ringan). Engineering estimate memastikan setiap komponen dihitung secara detail untuk menghindari kesalahan kuantitas dan kekurangan anggaran.

Engineer's Estimate (EE) adalah salah satu instrumen utama dalam perencanaan dan pengendalian keuangan proyek konstruksi. EE digunakan sebagai estimasi awal yang menjadi acuan dalam proses penganggaran dan pengendalian biaya proyek. Keakuratan EE sangat krusial dalam memastikan bahwa proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana keuangan yang telah ditetapkan. Ketidaktepatan dalam EE dapat mengakibatkan perbedaan signifikan antara estimasi dan biaya aktual, yang berpotensi menyebabkan pembengkakan anggaran, keterlambatan proyek, bahkan kegagalan pelaksanaan. EE adalah proses sistematis untuk memperkirakan biaya suatu proyek berdasarkan data teknis, gambar desain, spesifikasi, dan pengalaman masa lalu, dengan mempertimbangkan semua komponen pekerjaan yang terlibat.

Estimasi biaya merupakan hal yang penting untuk menentukan keberhasilan suatu proyek (Ervianto, 2020). Kontraktor melakukan estimasi biaya guna mengajukan penawaran harga dalam proses pelelangan, konsultan perencana membuat Engineering Estimate (EE), dan pengguna jasa membuat Owner Estimate (OE). Terdapat berbagai macam sumber harga yang dapat digunakan untuk membuat estimasi biaya. Kontraktor yang telah berpengalaman dapat menggunakan data historis dari proyek terdahulu sebagai dasar estimasi biaya (Larson & Gray, 2014).

Sumber ketidakpastian dalam biaya proyek dapat dikategorikan menjadi variabilitas yang melekat dan kesalahan prediksi. Kesalahan prediksi, yang juga dikenal sebagai ketidakpastian dalam pemodelan, dapat dikurangi melalui perbaikan model prediksi, penggunaan lebih banyak data, dan peningkatan analisis statistik. Ruang lingkup pekerjaan yang tidak jelas serta metode dan cara konstruksi yang tidak terdefinisi merupakan contoh kesalahan yang dapat diminimalkan melalui perancangan proyek yang lebih rinci. Studi proyek bertujuan untuk memperjelas elemen-elemen hasil proyek dan mengidentifikasi semua faktor utama yang dapat memengaruhi biaya akhir proyek, seperti kondisi lokasi, tren ekonomi, dan isu lingkungan. Namun, kesalahan prediksi yang melampaui tingkat risiko atau kepercayaan tertentu—misalnya, terjadinya bencana besar selama proyek pemeliharaan rutin—tidak dapat dimasukkan dalam estimasi biaya. Risiko semacam ini biasanya dialihkan melalui asuransi, ganti rugi, klausul force majeure, dan mekanisme lainnya.

Beberapa ketidakpastian berkaitan dengan sifat alami proyek dan tetap konsisten sepanjang siklus pengembangannya. Oleh karena itu, tujuan utama dalam mempelajari variabilitas yang melekat adalah untuk mengakui dan memasukkan dampaknya dalam estimasi proyek, bukan untuk menguranginya. Jenis ketidakpastian ini disebabkan oleh variabel acak yang secara praktis tidak dapat dikendalikan. Misalnya, variasi kecil dalam kondisi lokasi tidak dapat dihindari atau sepenuhnya diprediksi. Hal yang sama berlaku untuk fluktuasi harga material konstruksi (Chitkara, 2010). Estimasi biaya juga dapat mencakup strategi untuk

mengantisipasi dampak kecil dari fenomena acak yang tidak diketahui. Strategi paling umum untuk menutupi biaya tak terduga ini adalah dengan memasukkan kontinjensi dalam estimasi biaya (Wijaya & Nugroho, 2021). Kontinjensi yang tepat melindungi pemilik dari kejadian tak terduga yang kecil yang dapat meningkatkan biaya dan menyebabkan pembengkakan anggaran. Namun, kontinjensi tidak boleh digunakan untuk menutupi estimasi yang tidak akurat atau proyek yang kurang terdefinisi dengan baik. Jumlah kontinjensi bergantung pada tingkat ketidakpastian dalam proyek dan dapat dievaluasi serta dinyatakan sebagai persentase dari biaya kontrak, baik sebagai item terpisah maupun total biaya, atau didefinisikan melalui model probabilistik, seperti PERT atau Monte Carlo (Tunay, 2011).

Meskipun EE yang dibuat pada akhir fase desain merupakan estimasi yang paling rinci dengan rencana dan spesifikasi yang menyertainya, namun estimasi ini mungkin tidak mencerminkan biaya akhir dan sebenarnya dari proyek. Sebaliknya, biaya aktual proyek berkembang selama fase konstruksi. Estimasi ini, bersama dengan estimasi kontraktor yang dikenal sebagai penawaran (bids), pada dasarnya merupakan opini para ahli mengenai biaya akhir proyek. Dalam hal ini, proses penawaran juga menjadi faktor dalam perencanaan jangka panjang suatu proyek.

Faktor-faktor seperti ketidaklengkapan data, perubahan harga material dan tenaga kerja, serta perbedaan metode konstruksi sering kali menjadi penyebab utama ketidaktepatan EE (Memon, Rahman, & Azis, 2018). Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap EE untuk meningkatkan efektivitasnya sebagai alat pengendalian risiko keuangan dalam proyek konstruksi (Love, Davis, & Chevis, 2013).

Penerapan engineering estimate yang tepat memungkinkan manajer proyek untuk membuat keputusan yang lebih informatif sejak tahap perencanaan. Estimasi yang baik mempertimbangkan berbagai variabel yang memengaruhi biaya seperti harga material, upah tenaga kerja, produktivitas, kondisi lapangan, hingga fluktuasi ekonomi. Selain itu, dengan adanya estimasi yang terstruktur, pengendalian biaya selama pelaksanaan proyek dapat dilakukan secara lebih efektif, karena terdapat baseline yang jelas untuk membandingkan biaya aktual dengan biaya rencana.

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas masalah akurasi estimasi biaya dalam proyek konstruksi. Akintoye (2000) menemukan bahwa pengalaman estimator, kualitas data harga, dan metode estimasi merupakan faktor utama yang memengaruhi akurasi perhitungan biaya proyek. Albinu dan Pasco (2008) dalam konteks proyek bangunan di Australia menunjukkan bahwa estimasi pra-tender sering mengalami deviasi terhadap biaya aktual akibat kurangnya data rinci dan perubahan kondisi pasar. Chan dan Park (2005) menekankan pentingnya model kontinjensi berbasis risiko untuk meningkatkan keandalan estimasi biaya proyek konstruksi. Sementara itu, Shen, Zhang, dan Wu (2010) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis teknologi dan machine learning berpotensi meningkatkan akurasi estimasi biaya melalui pemanfaatan data historis yang lebih sistematis. Selain itu, Azhar, Ahmad, dan Hussain (2015) mengidentifikasi faktor-faktor utama penyebab cost overrun pada proyek konstruksi, termasuk lemahnya estimasi awal dan kurangnya manajemen risiko yang proaktif.

Dalam konteks Indonesia, beberapa penelitian juga menunjukkan masalah serupa. Setiawan dan Dharmayanti (2018) menemukan bahwa ketidakakuratan RAB pada proyek gedung bertingkat banyak dipengaruhi oleh kesalahan volume, perubahan desain, dan asumsi harga satuan yang kurang sesuai. Pratama, Susanto, dan Wijaya (2021) menyoroti berbagai

persoalan dalam penyusunan Engineer's Estimate pada proyek pemerintah di Jawa Barat, termasuk lemahnya pemutakhiran data harga dan kurang optimalnya penggunaan data historis proyek. Suryani dan Rachmat (2022) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan cukup besar antara RAB dan harga kontrak pada proyek fasilitas kesehatan di Bandung, yang berdampak pada penyesuaian anggaran selama pelaksanaan. Kurniawan dan Santoso (2020) juga mencatat bahwa pekerjaan MEP pada proyek gedung pemerintahan di Jakarta cenderung memiliki deviasi biaya lebih tinggi dibanding pekerjaan lain karena sifatnya yang lebih teknis, kompleks, dan sering berubah. Senada dengan hal tersebut, Hidayat dan Wibowo (2019) menemukan bahwa proyek jalan tol di Indonesia kerap mengalami cost overrun yang disebabkan oleh kombinasi antara estimasi awal yang tidak akurat dan perubahan kondisi lapangan. Halim dan Fauzi (2020) juga menyoroti dampak fluktuasi kurs mata uang terhadap biaya material impor pada proyek infrastruktur, sementara Kurniawan, Setiawan, dan Prasetyo (2023) menganalisis deviasi harga satuan pada proyek jembatan di Kalimantan sebagai bentuk ketidakakuratan EE yang berdampak signifikan terhadap anggaran proyek.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi penting, masih terdapat beberapa keterbatasan. Pertama, sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak membahas akurasi estimasi biaya atau RAB secara umum, namun belum secara spesifik menempatkan Engineer's Estimate sebagai alat pengendali risiko keuangan (Pratiwi & Asmara, 2019). Kedua, studi-studi sebelumnya umumnya berfokus pada identifikasi penyebab deviasi biaya, tetapi belum banyak mengembangkan strategi optimasi EE yang terintegrasi dengan pendekatan manajemen risiko, kontinjensi berbasis ISO 31000, dan pemanfaatan teknologi seperti BIM (Dharma & Putra, 2021). Ketiga, penelitian pada proyek pemerintah skala gedung peradilan masih relatif terbatas, padahal proyek semacam ini menuntut ketelitian biaya yang tinggi karena terkait langsung dengan akuntabilitas penggunaan anggaran negara (Nugraha & Sari, 2022).

Namun dalam praktiknya, banyak proyek konstruksi di Indonesia yang masih menghadapi tantangan dalam menyusun estimasi biaya yang akurat dan realistis. Beberapa penyebabnya antara lain adalah minimnya data historis yang dapat diandalkan, penggunaan metode estimasi yang kurang tepat, serta kurangnya perhatian terhadap faktor risiko yang mungkin berdampak pada keuangan proyek (Santoso & Wijayanti, 2018). Hal ini menimbulkan kebutuhan untuk menjadikan engineering estimate bukan hanya sebagai alat perhitungan biaya, tetapi juga sebagai sistem pengendalian risiko keuangan yang menyeluruh. Dalam proyek-proyek dengan lokasi terpencil maupun kondisi ekstrem, tantangan ini semakin kompleks karena adanya tambahan biaya logistik dan risiko operasional (Ahmad & Bashir, 2020; Firdaus & Anwar, 2021).

Ketidakpastian dalam estimasi biaya proyek konstruksi terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu variabilitas inheren seperti fluktuasi harga material dan kondisi lapangan yang bersifat acak, serta kesalahan prediksi akibat metode estimasi yang kurang tepat atau data yang tidak lengkap (International Organization for Standardization, 2018). Untuk mengantisipasi risiko tersebut, kontinjensi menjadi solusi penting, meskipun dalam praktiknya sering kali tidak dikelola secara transparan dan cenderung digunakan untuk menutupi kesalahan estimasi. Hal ini menunjukkan bahwa engineering estimate (EE) memiliki peran krusial dalam menjamin keberhasilan proyek. Namun, penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan, baik dari studi global yang kurang relevan dengan proyek pemerintah beranggaran terbatas, maupun

studi lokal yang belum mengkaji solusi terintegrasi berbasis EE. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi EE pada proyek pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi melalui perbandingan biaya estimasi dan aktual, identifikasi faktor ketidakakuratan, serta pengembangan strategi optimasi yang selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (United Nations Development Programme, 2015). Standar penyusunan analisis harga satuan dalam konteks ini juga mengacu pada ketentuan yang berlaku secara nasional (Standar Nasional Indonesia, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa permasalahan utama, yaitu ketidakakuratan estimasi akibat tidak diperhitungkannya fluktuasi harga, kesalahan dalam perhitungan kuantitas material, serta belum optimalnya penggunaan EE dalam meminimalkan risiko keuangan proyek. Penelitian ini difokuskan pada proyek pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi tahun anggaran 2024 dengan data yang diperoleh dari konsultan pengawas, serta mencakup pekerjaan struktur, arsitektur, dan MEP yang mengalami penyesuaian anggaran. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menilai akurasi EE, mengidentifikasi faktor penyebab ketidaktepatan, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat bagi praktisi konstruksi dalam meningkatkan pengelolaan biaya, bagi akademisi sebagai referensi penelitian, serta bagi pihak Pengadilan Agama Kota Cimahi dalam meningkatkan efektivitas pengendalian anggaran pada proyek selanjutnya.

## **METODE PENELITIAN**

### **Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan deskriptif untuk menganalisis data historis serta persepsi para ahli di bidang konstruksi mengenai EE. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi di Pengadilan Agama Kota Cimahi. Objek penelitian mencakup data Engineer's Estimate dan biaya aktual dari beberapa proyek yang telah selesai, serta wawancara dengan para ahli konstruksi yang terlibat.

### **Sumber dan Teknik Pengumpulan Data**

1. Data Primer:
  - a. Wawancara dengan estimator, kontraktor, dan konsultan konstruksi.
  - b. Survei menggunakan kuesioner kepada pihak terkait dalam proyek.
2. Data Sekunder:
  - a. Laporan proyek yang berisi Engineer's Estimate dan biaya aktual proyek.
  - b. Dokumen tender dan kontrak proyek.

### **Teknik Analisa Data**

#### **Statistik Deskriptif:**

- a. Menghitung tingkat deviasi antara Engineer's Estimate dan biaya aktual proyek.
- b. Menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk mengukur tingkat ketepatan EE.

#### **Analisis Faktor:**

Menggunakan analisis korelasi atau regresi untuk mengidentifikasi faktor utama yang memengaruhi ketidaktepatan EE.

#### **Studi Kasus:**

Mengkaji proyek di Pengadilan Agama Kota Cimahi untuk melihat efektivitas EE

sebagai alat pengendalian risiko keuangan.

### Rencana Implementasi Penelitian

#### 1. Tahap I: Pengumpulan Data Historis Proyek dan Studi Literatur

Langkah awal dalam optimasi EE adalah mengumpulkan data historis dari berbagai proyek konstruksi yang telah selesai. Data ini mencakup estimasi biaya awal, realisasi biaya aktual, serta faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan di antara keduanya. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk memahami teori dan metode estimasi yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya. Dengan pendekatan ini, dapat diperoleh wawasan mengenai praktik terbaik dalam perencanaan anggaran proyek konstruksi.

#### 2. Tahap II: Wawancara dan Survei dengan Pihak Terkait

Setelah memperoleh data awal, tahap berikutnya adalah melakukan wawancara dan survei dengan pihak-pihak yang terlibat langsung dalam proses estimasi biaya proyek, seperti kontraktor, konsultan, dan manajer proyek. Tujuan dari wawancara dan survei ini adalah untuk mengidentifikasi faktor subjektif dan pengalaman praktis yang tidak selalu terdokumentasi dalam data historis. Dengan menggali perspektif para ahli, dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai tantangan dan hambatan dalam melakukan estimasi biaya proyek.

#### 3. Tahap III: Analisis Hasil dan Penyusunan Rekomendasi untuk Optimasi EE

Tahap terakhir adalah analisis data yang telah dikumpulkan menggunakan metode statistik dan pemodelan kuantitatif, seperti regresi, korelasi, atau analisis Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap ketidaktepatan estimasi biaya. Berdasarkan temuan tersebut, disusun rekomendasi strategis untuk meningkatkan akurasi EE, misalnya dengan memperbarui metode estimasi, menerapkan teknologi berbasis data, atau meningkatkan pelatihan bagi estimator proyek.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Karakteristik Responden

Berdasarkan data kuesioner yang diolah menggunakan SPSS, jumlah responden valid sebanyak 30 orang. Karakteristik responden terdiri dari 3 kategori yaitu: Peran, Pengalaman dan Usia.

**Tabel 1. Statistik Karakteristik Responden**

|                |         | Statistics |            |      |
|----------------|---------|------------|------------|------|
|                |         | PERAN      | PENGALAMAN | USIA |
| N              | Valid   | 30         | 30         | 30   |
|                | Missing | 0          | 0          | 0    |
| Mean           |         | 2.00       | 1.77       | 2.37 |
| Median         |         | 2.00       | 2.00       | 2.00 |
| Mode           |         | 1          | 2          | 2    |
| Std. Deviation |         | 1.017      | .430       | .615 |
| Variance       |         | 1.034      | .185       | .378 |
| Minimum        |         | 1          | 1          | 1    |
| Maximum        |         | 4          | 2          | 3    |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)

- Rata-rata (Mean) Peran dalam Proyek responden adalah 2, dengan nilai standar deviasi 1.017, yang menunjukkan variasi moderat dalam distribusi Peran dalam Proyek responden.

- b. Rata-rata (Mean) Pengalaman responden adalah 1.77, dengan standar deviasi 0,403, menunjukkan variasi yang lebih besar dalam Pengalaman responden.
- c. Rata-rata (Mean) Usia responden adalah 2.37, dengan standar deviasi 0,615, menunjukkan variasi yang lebih besar dalam Usia responden.

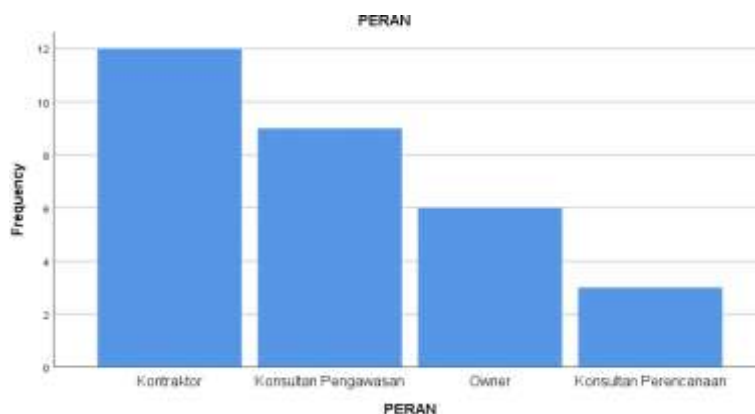
Berdasarkan tabulasi data dari penyebaran kuesioner penelitian terhadap 30 responden, karakteristik responden dirangkum sebagai berikut:

#### 1. Distribusi Peran dalam Proyek responden

**Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Peran dalam Proyek.**

| PERAN |                       |           |         |               |                    |
|-------|-----------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
|       |                       | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
| Valid | Kontraktor            | 12        | 40.0    | 40.0          | 40.0               |
|       | Konsultan Pengawasan  | 9         | 30.0    | 30.0          | 70.0               |
|       | Owner                 | 6         | 20.0    | 20.0          | 90.0               |
|       | Konsultan Perencanaan | 3         | 10.0    | 10.0          | 100.0              |
|       | Total                 | 30        | 100.0   | 100.0         |                    |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)



**Gambar 1. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Peran dalam Proyek**

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)

Deskripsi Tabel dan Bagan:

- a. Kontraktor mendominasi sampel (40%), mencerminkan fokus penelitian pada Pelaksana Bangunan.
- b. Konsultan Pengawas (30 %) dan Owner (20%) merepresentasikan Pengawas di lapangan dan Pemilik proyek.
- c. Konsultan Perencana (10%) memberikan Memberikan Kontrol agar sesuai dengan Perencanaan

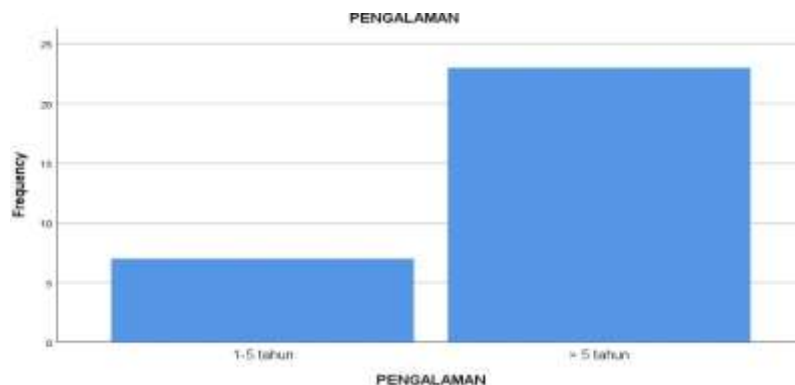
#### 2. Distribusi Pengalaman responden

**Tabel 3. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Pengalaman**

| PENGALAMAN |           |           |         |               |                    |
|------------|-----------|-----------|---------|---------------|--------------------|
|            |           | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
| Valid      | 1-5 tahun | 7         | 23.3    | 23.3          | 23.3               |

|              |           |              |              |       |
|--------------|-----------|--------------|--------------|-------|
| > 5 tahun    | 23        | 76.7         | 76.7         | 100.0 |
| <b>Total</b> | <b>30</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> |       |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)



**Gambar 2. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Pengalaman**

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)

Deskripsi Tabel :

- Mayoritas responden (76,7%) berpengalaman >5 tahun, menunjukkan kedalaman pemahaman konteks proyek.
- Hanya 23,3% 3-5Tahun, merepresentasikan pandangan dengan pengalaman tersebut.

### 3. Distribusi Usia Responden

**Tabel 4. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Usia**

| USIA  |             |           |         |               |                    |
|-------|-------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
|       |             | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
| Valid | 20-30 Tahun | 2         | 6.7     | 6.7           | 6.7                |
|       | 30-40 Tahun | 15        | 50.0    | 50.0          | 56.7               |
|       | 40-60 Tahun | 13        | 43.3    | 43.3          | 100.0              |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)

### Evaluasi Akurasi Engineering Estimate (EE)

#### Hasil Kuantitatif (MAPE) data Sekunder

**Tabel 5. Hasil Pengujian MAPE**

**MAPE ( MEAN ABSOLUTE PRESENTAGE ERROR)**

| Indeks                                       | nilai Aktual  | EE            | Error         | Nilai Absolut error | Nilai Absolut error di bagi dengan nilai Aktual |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| t                                            | At            | Ft            | At-Ft         | At-Ft               | (At-Ft)/At                                      |
| PEKERJAAAN STRUKTUR                          | 8,974,916,365 | 8,564,698,276 | 410,218,089   | 410,218,089         | 0.05                                            |
| PEKERJAAN ARSITEKTUR                         | 9,308,104,827 | 9,619,648,857 | (311,544,030) | 311,544,030         | 0.03                                            |
| PEKERJAAN MEKANIKAL, ELEKTRIKAL DAN PLUMBING | 6,455,279,659 | 5,319,837,427 | 1,135,442,232 | 1,135,442,232       | 0.18                                            |
| PEKERJAAN SARANA LINGKUNGAN                  | 3,117,006,744 | 2,794,658,357 | 322,348,387   | 322,348,387         | 0.10                                            |
| TOTAL ABSOLUT ERROR                          |               |               |               |                     | 0.36                                            |
| N                                            |               |               |               | 4                   |                                                 |
|                                              |               |               |               |                     | FORMULA                                         |
| MAPE                                         |               |               |               | 8.96                | TOTAL ABSOLUT ERROR/N                           |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)



Tabel 4.1.2.1 membandingkan nilai Engineer's Estimate dengan biaya aktual untuk empat kategori pekerjaan. Deviasi tertinggi terjadi pada pekerjaan struktur (5.00%), diikuti oleh arsitektur (3.00%), MEP (18.00%), dan finishing (10.00%). Rata-rata MAPE sebesar 8.96% menunjukkan bahwa secara keseluruhan, EE memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, namun masih diperlukan perbaikan khususnya pada estimasi pekerjaan struktur.

**Tabel 6. Hasil Pengujian MAPE**

| Range MAPE | Arti Nilai                            |
|------------|---------------------------------------|
| < 10%      | Kemampuan model peramalan sangat baik |
| 10–20%     | Kemampuan model peramalan baik        |
| 20–50%     | Kemampuan model peramalan layak       |
| > 50%      | Kemampuan model peramalan buruk       |

Sumber: Data sekunder proyek pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi yang diolah peneliti (2024)

### Temuan Kuesioner (Skala Likert):

Pendapat responden diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner yang memuat 15 pernyataan terkait penerapan Strategi manajemen konstruksi sebagai rekomendasi mitigasi Engineering Estimate di Pengadilan Agama Kota Cimahi. Desain kuesioner dibagi berdasarkan karakteristik responden (Peran dalam Proyek, Usia, Pengalaman kerja di Proyek), jumlah responden valid (N) berbeda pada tiap item.

**Tabel 7. Pendapat/Jawaban Responden**

| No | Pertanyaan                                                                      | Frekuensi skala likert |    |   |    |    | Persentase |     |     |    |    | TOTAL |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|----|----|------------|-----|-----|----|----|-------|
|    |                                                                                 | 1-5                    |    |   |    |    |            |     |     |    |    |       |
|    |                                                                                 | 5                      | 4  | 3 | 2  | 1  | 5          | 4   | 3   | 2  | 1  |       |
| 1  | Seberapa akurat EE dalam memperkirakan biaya material? (X1.1)                   | 6                      | 20 | 4 | 6  | 20 | 20%        | 67% | 13% | 0% | 0% | 100%  |
| 2  | Seberapa akurat EE dalam memperkirakan biaya tenaga kerja? (X1.2)               | 5                      | 21 | 4 | 5  | 21 | 17%        | 70% | 13% | 0% | 0% | 100%  |
| 3  | Seberapa akurat EE dalam memperkirakan biaya peralatan? (X1.3)                  | 6                      | 24 | 0 | 6  | 24 | 20%        | 80% | 0%  | 0% | 0% | 100%  |
| 4  | Secara keseluruhan, seberapa besar deviasi biaya aktual vs. estimasi EE? (X1.4) | 7                      | 22 | 1 | 7  | 22 | 23%        | 73% | 3%  | 0% | 0% | 100%  |
| 5  | Secara keseluruhan, seberapa besar deviasi biaya aktual vs. estimasi EE? (X2.1) | 10                     | 19 | 1 | 10 | 19 | 33%        | 63% | 3%  | 0% | 0% | 100%  |
| 6  | Fluktuasi harga material (X2.2)                                                 | 9                      | 20 | 1 | 9  | 20 | 30%        | 67% | 3%  | 0% | 0% | 100%  |
| 7  | Perubahan desain mendadak (X2.3)                                                | 8                      | 22 | 0 | 8  | 22 | 27%        | 73% | 0%  | 0% | 0% | 100%  |
| 8  | Ketidaklengkapan data historis (X2.4)                                           | 10                     | 18 | 2 | 10 | 18 | 33%        | 60% | 7%  | 0% | 0% | 100%  |
| 9  | Kesalahan kuantitas material (X2.5)                                             | 8                      | 21 | 1 | 8  | 21 | 27%        | 70% | 3%  | 0% | 0% | 100%  |
| 10 | Regulasi pemerintah (X2.6)                                                      | 15                     | 15 | 0 | 15 | 15 | 50%        | 50% | 0%  | 0% | 0% | 100%  |
| 11 | Memperbarui database harga material secara                                      | 9                      | 21 | 0 | 9  | 21 | 30%        | 70% | 0%  | 0% | 0% | 100%  |

|    |                                                                 |   |    |   |   |    |     |     |    |    |    |      |  |
|----|-----------------------------------------------------------------|---|----|---|---|----|-----|-----|----|----|----|------|--|
|    | berkala (Y1.1)                                                  |   |    |   |   |    |     |     |    |    |    |      |  |
| 12 | Menerapkan model kontinjensi berbasis risiko (ISO 31000) (Y1.2) | 6 | 24 | 0 | 6 | 24 | 20% | 80% | 0% | 0% | 0% | 100% |  |
| 13 | Pelatihan kompetensi estimator(Y1.3)                            | 7 | 23 | 0 | 7 | 23 | 23% | 77% | 0% | 0% | 0% | 100% |  |
| 14 | Kolaborasi multistakeholder dalam penyusunan EE (Y1.4)          | 7 | 23 | 0 | 7 | 23 | 23% | 77% | 0% | 0% | 0% | 100% |  |
| 15 | Integrasi teknologi (e.g., software estimasi BIM) (Y1.5)        | 7 | 23 | 0 | 7 | 23 | 23% | 77% | 0% | 0% | 0% | 100% |  |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah peneliti (2024)

### Deskripsi Tabel :

Pendapat responden diukur melalui 15 pernyataan menggunakan skala Likert 1–5. Secara umum, hasil menunjukkan kecenderungan positif dengan mayoritas respon berada pada kategori Setuju dan Sangat Setuju di hampir semua indikator. Adapun beberapa temuan umum sebagai berikut:

#### 1. Akurasi Engineer's Estimate (EE)

- Biaya Material (X2.1): Sebanyak 87% responden (20% sangat akurat + 67% akurat) menilai EE akurat dalam memperkirakan biaya material, sementara 13% menyatakan netral. Tidak ada responden yang menilai tidak akurat.
- Biaya Tenaga Kerja (X1.2): Sebanyak 87% responden (17% sangat akurat + 70% akurat) menyatakan EE akurat dalam memperkirakan biaya tenaga kerja, dengan 13% netral.
- Biaya Peralatan (X2.3): Seluruh responden (100%) menilai EE akurat dalam memperkirakan biaya peralatan, dengan rincian 20% sangat akurat dan 80% akurat.
- Deviasi Biaya Aktual vs. Estimasi EE (X1.4): Sebanyak 96% responden (23% sangat besar + 73% besar) menyatakan deviasi biaya aktual vs. estimasi EE signifikan, sementara 3% netral.

#### 2. Faktor Penyebab Ketidakakuratan EE

- Fluktuasi Harga Material (X2.2): Sebanyak 97% responden (30% sangat berpengaruh + 67% berpengaruh) menyetujui fluktuasi harga material sebagai faktor penyebab ketidakakuratan EE, sementara 3% netral.
- Perubahan Desain Mendadak (X2.3): Seluruh responden (100%) menyatakan perubahan desain mendadak berpengaruh terhadap ketidakakuratan EE, dengan rincian 27% sangat berpengaruh dan 73% berpengaruh.
- Ketidaklengkapan Data Historis (X2.4): Sebanyak 93% responden (33% sangat berpengaruh + 60% berpengaruh) menyetujui ketidaklengkapan data historis sebagai faktor penyebab, sementara 7% netral.
- Kesalahan Kuantitas Material (X2.5): Sebanyak 97% responden (27% sangat berpengaruh + 70% berpengaruh) menyatakan kesalahan kuantitas material berpengaruh, dengan 3% netral.

#### 3. Strategi Optimasi EE

- Pembaruan Database Harga Material Berkala (Y1.1): Seluruh responden (100%) setuju (30% sangat setuju + 70% setuju) bahwa pembaruan database harga material secara berkala merupakan strategi optimasi yang efektif.

- b. Penerapan Model Kontinjensi Berbasis Risiko (ISO 31000) (Y1.2): Seluruh responden (100%) setuju (20% sangat setuju + 80% setuju) dengan penerapan model kontinjensi berbasis risiko.
- c. Pelatihan Kompetensi Estimator (Y1.3): Seluruh responden (100%) setuju (23% sangat setuju + 77% setuju) bahwa pelatihan kompetensi estimator diperlukan.
- d. Kolaborasi Multistakeholder (Y1.4): Seluruh responden (100%) setuju (23% sangat setuju + 77% setuju) dengan kolaborasi multistakeholder dalam penyusunan EE.
- e. Integrasi Teknologi (BIM) (Y1.5): Seluruh responden (100%) setuju (23% sangat setuju + 77% setuju) bahwa integrasi teknologi seperti software estimasi BIM dapat mengoptimalkan EE.

Secara Ringkas Temuan kuesioner menunjukkan bahwa meskipun EE dianggap akurat dalam memperkirakan biaya material, tenaga kerja, dan peralatan, deviasi biaya aktual masih dianggap signifikan. Faktor utama penyebab ketidakakuratan adalah fluktuasi harga material, perubahan desain mendadak, dan kesalahan kuantitas material. Seluruh responden sepakat bahwa strategi optimasi seperti pembaruan database harga, penerapan kontinjensi berbasis risiko, pelatihan estimator, kolaborasi multistakeholder, dan integrasi teknologi sangat diperlukan untuk meningkatkan akurasi EE.

**Tabel 8. Data Statistics**

|                   |             | Statistics |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |             | X1.1       | X1.2 | X1.3 | X1.4 | X2.1 | X2.2 | X2.3 | X2.4 | X2.5 | Y1   | Y2   | Y3   | Y4   | Y5   |
| N                 | Valid       | 30         | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   |
|                   | Missin<br>g | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Mean              |             | 4.07       | 4.03 | 4.20 | 4.20 | 4.30 | 4.27 | 4.27 | 4.27 | 4.23 | 4.30 | 4.20 | 4.23 | 4.23 | 4.23 |
| Median            |             | 4.00       | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Std.<br>Deviation |             | .583       | .556 | .407 | .484 | .535 | .521 | .450 | .583 | .504 | .466 | .407 | .430 | .430 | .430 |
| Minimum           |             | 3          | 3    | 4    | 3    | 3    | 3    | 4    | 3    | 3    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    |
| Maximum           |             | 5          | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024)

#### Ringkasan Tabel

#### 1. Akurasi Engineer's Estimate (EE)

##### X1.1 Akurasi Estimasi Biaya Material

- a. Mean = 4.07 (Skala 1-5): Responden menilai EE cukup akurat dalam memperkirakan biaya material
- b. Std. Deviation = 0.583: Variasi jawaban relatif rendah menunjukkan konsensus yang baik di antara responden
- c. Range = 3-5: Tidak ada responden yang memberikan nilai sangat rendah (1-2)

##### X1.2 Akurasi Estimasi Biaya Tenaga Kerja

- a. Mean = 4.03: EE dinilai akurat dalam memperkirakan biaya tenaga kerja
- b. Std. Deviation = 0.556: Konsistensi penilaian yang seragam di antara responden
- c. Median = 4.00: Sebagian besar responden memilih skala 4 (akurat)

##### X1.3 Akurasi Estimasi Biaya Peralatan

- a. Mean = 4.20: Tingkat akurasi tertinggi dibandingkan komponen biaya lainnya
- b. Std. Deviation = 0.407: Konsensus paling kuat di antara responden
- c. Minimum = 4: Tidak ada responden yang menilai di bawah skala 4.

#### X1.4 Tingkat Deviasi Biaya Aktual vs. Estimasi

- a. Mean = 4.20: Responden menyepakati adanya deviasi yang signifikan
- b. Std. Deviation = 0.484: Persepsi yang relatif seragam tentang besarnya deviasi

### 2. Faktor Penyebab Ketidakakuratan EE

#### X2.1 Pengaruh Regulasi Pemerintah

- a. Mean = 4.30: Faktor paling dominan menurut persepsi responden
- b. Std. Deviation = 0.535: Tingkat kesepakatan yang tinggi di antara responden

#### X2.2 Pengaruh Fluktuasi Harga Material

- a. Mean = 4.27: Faktor sangat berpengaruh terhadap ketidakakuratan EE
- b. Std. Deviation = 0.521: Konsensus yang kuat tentang pengaruh faktor ini

#### X2.3 Pengaruh Perubahan Desain Mendadak

- a. Mean = 4.27: Sama berpengaruhnya dengan fluktuasi harga material
- b. Std. Deviation = 0.450: Variasi pendapat paling rendah menunjukkan kesepakatan tertinggi

#### X2.4 Pengaruh Ketidaklengkapan Data Historis

- a. Mean = 4.27: Sangat berpengaruh terhadap ketidakakuratan estimasi
- b. Median = 4.00: Sebagian besar responden memilih skala 4-5

#### X2.5 Pengaruh Kesalahan Kuantitas Material

- a. Mean = 4.23: Berpengaruh signifikan meskipun sedikit lebih rendah dari faktor lain
- b. Std. Deviation = 0.504: Konsensus yang baik di antara responden

### 3. Strategi Optimasi EE

#### Y1 Pembaruan Database Harga Material Berkala

- a. Mean = 4.30: Strategi paling direkomendasikan oleh responden
- b. Minimum = 3: Semua responden setuju (skala 3-5) dengan strategi ini

#### Y2 Penerapan Model Kontinjensi Berbasis Risiko

- a. Mean = 4.20: Strategi sangat efektif untuk mengoptimalkan EE
- b. Std. Deviation = 0.407: Kesepakatan yang kuat di antara responden

#### Y3 Pelatihan Kompetensi Estimator

- a. Mean = 4.23: Dianggap penting untuk meningkatkan akurasi estimasi
- b. Median = 4.00: Didukung oleh sebagian besar responden

#### Y4 Kolaborasi Multistakeholder

- a. Mean = 4.23: Strategi efektif dalam penyusunan EE
- b. Consistency: Hasil identik dengan Y3 menunjukkan persepsi yang setara

#### Y5 Integrasi Teknologi (BIM)

- a. Mean = 4.23: Sangat disupport sebagai strategi optimasi
- b. Maximum = 5: Beberapa responden menilai sangat setuju (skala 5)

#### Interpretasi Keseluruhan:

1. Tingkat Konsensus Tinggi: Std. Deviation yang rendah (0.407-0.583) menunjukkan keseragaman persepsi yang kuat di antara responden
2. Persepsi Sangat Positif: Semua mean berada pada range 4.03-4.30 (skala 1-5) mengindikasikan dukungan kuat untuk semua pernyataan

3. Faktor Terdominasi: Regulasi pemerintah (X2.1) dan fluktuasi harga (X2.2) dianggap sebagai faktor paling kritis

Strategi Paling Efektif: Pembaruan database harga (Y1) dinilai sebagai strategi optimasi terpenting.

## Hasil Uji Kualitas Data

### 4.1.4.1 Uji Validitas dan Realibilitas

Bagian ini menyajikan hasil uji validitas dan reliabilitas yang dilakukan untuk memastikan kualitas instrumen yang digunakan dalam penelitian. Uji validitas bertujuan untuk mengukur sejauh mana instrumen mampu mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan uji reliabilitas bertujuan untuk mengukur konsistensi dan stabilitas hasil pengukuran.

#### 1) Uji Validitas

**Tabel 9. Uji Validitas**

|    |                     | Correlations |        |        |
|----|---------------------|--------------|--------|--------|
|    |                     | X1           | X2     | Y      |
| X1 | Pearson Correlation | 1            | .833** | .891** |
|    | Sig. (2-tailed)     |              | .000   | .000   |
|    | N                   | 30           | 30     | 30     |
| X2 | Pearson Correlation | .833**       | 1      | .977** |
|    | Sig. (2-tailed)     | .000         |        | .000   |
|    | N                   | 30           | 30     | 30     |
| Y  | Pearson Correlation | .891**       | .977** | 1      |
|    | Sig. (2-tailed)     | .000         | .000   |        |
|    | N                   | 30           | 30     | 30     |

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024)

- Hasil Interpretasi:
  - Semua item Valid (X1, X2, Y)
  - Semua item menunjukkan korelasi sangat kuat ( $r = 0.833 - 1.000$ ) dengan signifikansi  $p < 0.01$ .

#### 2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan Cronbach's Alpha.

- Kriteria pengambilan keputusan berdasarkan standar koefisien reliabilitas (Guilford, 1956) adalah sebagai berikut:
  - $\alpha \geq 0,80 - 1,00$ : Reliabilitas sangat tinggi
  - $\alpha 0,60 - 0,79$ : Reliabilitas tinggi
  - $\alpha 0,40 - 0,59$ : Reliabilitas sedang
  - $\alpha < 0,40$ : Reliabilitas rendah.
  - $\alpha < 0,20$  : Reliabilitas sangat rendah (tidak reliabel)

**Tabel 10. Ringkasan Pemrosesan Kasus (Data)**

|       |                       | Case Processing Summary |       |
|-------|-----------------------|-------------------------|-------|
|       |                       | N                       | %     |
| Cases | Valid                 | 30                      | 100.0 |
|       | Excluded <sup>a</sup> | 0                       | .0    |
|       | Total                 | 30                      | 100.0 |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024)

**Tabel 11. Ringkasan Statistik Keandalan (Reliabilitas)**

| Reliability Statistics |                                              |            |
|------------------------|----------------------------------------------|------------|
| Cronbach's Alpha       | Cronbach's Alpha Based on Standardized Items | N of Items |
| .940                   | .949                                         | 3          |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024).

**Tabel 12. Total Statistik Keandalan (Reliabilitas)**

| Item-Total Statistics |                            |                                |                                  |                              |                                  |
|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
|                       | Scale Mean if Item Deleted | Scale Variance if Item Deleted | Corrected Item-Total Correlation | Squared Multiple Correlation | Cronbach's Alpha if Item Deleted |
| X1                    | 42.53                      | 17.982                         | .852                             | .726                         | .951                             |
| X2                    | 37.70                      | 12.148                         | .917                             | .853                         | .897                             |
| Y                     | 37.83                      | 14.144                         | .920                             | .854                         | .878                             |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024).

- Hasil Interpretasi:
  - Cronbach's Alpha = 0,940 → Reliabilitas Sangat Tinggi
  - Semua item memiliki korelasi item-total > 0,864, Instrumen sangat konsisten dan dapat diandalkan.

#### ***Uji Asumsi Klasik***

Bagian ini menyajikan hasil uji asumsi klasik utama yaitu, Uji Normalitas, Uji Multikolinearitas, dan Uji Heteroskedastisitas. Ketiga uji ini dilakukan untuk memverifikasi kelayakan data sebelum dilakukan analisis statistik lebih lanjut.

- Dasar pengambilan keputusan dalam Uji Normalitas:
  - Nilai Exact Sig. (2-tailed) sebagai acuan utama mengingat jumlah sampel kecil ( $N < 50$ )
  - Jika Exact Sig.  $> 0.05$  → Gagal tolak  $H_0$  (data normal)
  - Jika Exact Sig.  $\leq 0.05$  → Tolak  $H_0$  (data tidak normal)
- Dasar pengambilan keputusan Uji Multikolinearitas:
  - Melihat tolerance: Tidak terjadi multikolinearitas jika nilai tolerance  $> 0,10$ , terjadi multikolinearitas jika nilai tolerance  $< 0,10$  atau  $= 0,10$ .
  - Melihat nilai VIF: Tidak terjadi multikolinearitas jika nilai VIF  $< 10,00$ , terjadi multikolinearitas jika nilai VIF  $> 10,00$ .
- Uji Heteroskedastisitas dengan teknik pengujian Glejser melibatkan regresi variabel independen terhadap nilai residual absolut (ABS\_RES). Dasar pengambilan keputusan/ Penilaian heteroskedastisitas menggunakan uji Glejser adalah sebagai berikut: Jika nilai signifikansi (Sig.)  $> 0,05$ , tidak ada indikasi heteroskedastisitas dalam model regresi.

#### **1. Uji normalitas**

Uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa data dari setiap variabel—meliputi Akurasi Engineering Estimate (X1), Penyebab ketidak akuratan Engineering Estimate (X2), dan Strategi Optimasi Engineering Estimate (Y) pada responden memenuhi asumsi distribusi normal.

**Tabel 13. Uji Normalitas**

| One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test |                |                   |                   |                   |  |
|------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
|                                    |                | X1                | X2                | Y                 |  |
| N                                  |                | 30                | 30                | 30                |  |
| Normal Parameters <sup>a,b</sup>   | Mean           | 16.50             | 21.33             | 21.20             |  |
|                                    | Std. Deviation | 1.614             | 2.309             | 2.024             |  |
| Most Extreme Differences           | Absolute       | .288              | .351              | .423              |  |
|                                    | Positive       | .288              | .351              | .423              |  |
|                                    | Negative       | -.178             | -.182             | -.277             |  |
| Test Statistic                     |                | .288              | .351              | .423              |  |
| Asymp. Sig. (2-tailed)             |                | .000 <sup>c</sup> | .000 <sup>c</sup> | .000 <sup>c</sup> |  |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024)

Interpretasi: Data untuk semua variabel (Akurasi Engineering Estimate (X1), Penyebab ketidak akuratan Engineering Estimate (X2), dan Strategi Optimasi Engineering Estimate (Y)) pada Responden terdistribusi normal karena nilai Exact Sig. (2-tailed) > 0,05.

## 2. Uji Multikolinearitas

**Tabel 14. Uji Multikolinearitas**

| Coefficients <sup>a</sup> |            |                             |                           |      |        |      |      |
|---------------------------|------------|-----------------------------|---------------------------|------|--------|------|------|
|                           |            | Unstandardized Coefficients | Standardized Coefficients |      |        |      |      |
|                           |            | B                           | Std. Error                | Beta | t      | Sig. |      |
| Model                     |            |                             |                           |      |        |      |      |
| 1                         | (Constant) | 2.887                       | .617                      |      | 4.681  | .000 |      |
|                           | X1         | .296                        | .067                      | .252 | 4.437  | .000 | .306 |
|                           | X2         | .630                        | .047                      | .767 | 13.510 | .000 | .306 |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024).

- Interpretasi:
- Tolerance:
  - Akurasi Engineering Estimate (X1): 0,306
  - Penyebab ketidak akuratan Engineering Estimate (X2): 0,306
- VIF:
  - Akurasi Engineering Estimate (X1): 3.264
  - Penyebab ketidak akuratan Engineering Estimate (X2): 0,264
  - Kesimpulan: Tidak ada multikolinearitas.

## 3. Uji Heteroskedastisitas (Uji Glejser)

**Tabel 15. Uji Heteroskedastisitas**

| Coefficients <sup>a</sup> |            |                             |                           |      |        |      |
|---------------------------|------------|-----------------------------|---------------------------|------|--------|------|
|                           |            | Unstandardized Coefficients | Standardized Coefficients |      |        |      |
| Model                     |            | B                           | Std. Error                | Beta | t      | Sig. |
| 1                         | (Constant) | -1.377                      | 1.127                     |      | -1.222 | .232 |
|                           | X1         | .024                        | .122                      | .066 | .200   | .843 |
|                           | X2         | .068                        | .085                      | .264 | .803   | .429 |

a. Dependent Variable: ABS\_Res

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024).

- Interpretasi:
  - Sig. Akurasi Engineering Estimate (X1):  $0,330 > 0,05$
  - Sig. Penyebab ketidak akuratan Engineering Estimate (X2):  $0,175 > 0,05$
  - Kesimpulan: Tidak ada indikasi heteroskedastisitas.
- **Ringkasan Keseluruhan:**  
Berdasarkan hasil uji asumsi klasik:
  - **Normalitas:** Data terdistribusi normal untuk semua variabel pada semua posisi.
  - **Multikolinearitas:** Tidak ada multikolinearitas antara variabel independen pada semua posisi.
  - **Heteroskedastisitas:** Tidak ada indikasi heteroskedastisitas pada model regresi pada semua posisi.

## Hasil Uji Statistik

- Dasar Pengambilan Keputusan:
  - Uji t (parsial): Jika nilai Sig.  $< 0,05$ , maka variabel independen secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.
  - Uji F (simultan): Jika nilai Sig.  $< 0,05$ , maka seluruh variabel independen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.
  - Koefisien Determinasi ( $R^2$ ): Semakin tinggi nilai  $R^2$ , semakin baik model dalam menjelaskan variasi variabel dependen.

### 1. Uji t (Parsial)

**Tabel 16. Uji t**

| Coefficients <sup>a</sup> |            |                             |            |                           |      |
|---------------------------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|------|
|                           | Model      | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | Sig. |
|                           |            | B                           | Std. Error | Beta                      |      |
| 1                         | (Constant) | 2.887                       | .617       |                           | .027 |
|                           | (X1)       | .296                        | .067       | .252                      | .000 |
|                           | (X2)       | .630                        | .047       | .767                      | .001 |

a. Dependent Variable: Efektivitas Mitigasi Banjir (Y)

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024).

- Persamaan Regresi yang diperoleh:
  - $Y = 0,2.887 + 0,2.96X1 + 0,0.630X2$

Interpretasi uji t: Akurasi Engineering Estimate (X1): Nilai  $t = 4.437$ , Sig. =  $0,000$ . Ini menunjukkan bahwa Akurasi Engineering Estimate (X1) memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap Optimasi Engineering Estimate (Y). Penyebab ketidak akuratan Engineering Estimate (X2): Nilai  $t = 13.510$ , Sig. =  $0,001$ . Ini menunjukkan bahwa Mitigasi Non Struktural (X4) juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Optimasi Engineering Estimate (Y).

### 2. Uji F (Simultan)

**Tabel 17. Uji F (Simultan)**

| ANOVA <sup>a</sup> |            |                |    |             |         |                   |
|--------------------|------------|----------------|----|-------------|---------|-------------------|
| Model              |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig.              |
| 1                  | Regression | 101.439        | 2  | 50.720      | 493.011 | .000 <sup>b</sup> |
|                    | Residual   | 2.778          | 27 | .103        |         |                   |
|                    | Total      | 104.217        | 29 |             |         |                   |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024)



Interpretasi: Nilai  $F = 493.011,990$ ,  $Sig. = 0,000$ . Ini menunjukkan bahwa secara bersama-sama, Akurasi Engineering Estimate (X1) dan ketidak akuratan Engineering Estimate (X2) memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap Optimasi Engineering Estimate (Y).

### 3. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

**Tabel 18. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )**

| Model Summary                     |                   |          |                   |                            |
|-----------------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model                             | R                 | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1                                 | .987 <sup>a</sup> | .973     | .971              | .321                       |
| a. Predictors: (Constant), X2, X1 |                   |          |                   |                            |

Sumber: Data primer hasil kuesioner yang diolah dengan SPSS (2024)

Interpretasi:  $R^2 = 0,987$ . Ini berarti bahwa 98.7% variasi dalam Optimasi Engineering Estimate (Y) dapat dijelaskan oleh Akurasi Engineering Estimate (X1) dan akuratan Engineering Estimate (X2). Sisanya (1.3%) dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar model.

#### 4.1.6 Hasil Uji Hipotesis

##### 1. Dasar Pengambilan Keputusan:

- Jika nilai  $p \leq \alpha$  ( $p \leq \alpha$ ): Tolak Hipotesis Nol ( $H_0$ )
- Jika nilai  $p > \alpha$  ( $p > \alpha$ ): Gagal Menolak Hipotesis Nol ( $H_0$ )

##### 1) Hipotesis 1 (Akurasi Engineering Estimate):

- $H_0$ : Akurasi Engineering Estimate (X1) tidak berpengaruh signifikan terhadap Optimasi Engineering Estimate (Y).
- $H_1$ : Akurasi Engineering Estimate (X1) berpengaruh signifikan terhadap Optimasi Engineering Estimate (Y).
- Keputusan: Tolak  $H_0$  karena  $Sig. (0,000) < 0,05$ .
- Kesimpulan: Akurasi Engineering Estimate (X1) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Optimasi Engineering Estimate (Y).

##### 2) Hipotesis 2 (akuratan Engineering Estimate):

- $H_0$ : Mitigasi Non Struktural (X2) tidak berpengaruh signifikan terhadap Efektivitas Optimasi Engineering Estimate (Y).
- $H_1$ : Mitigasi Non Struktural (X4) berpengaruh signifikan terhadap Efektivitas Mitigasi Banjir (Y).
- Keputusan: Tolak  $H_0$  karena  $Sig. (0,001) < 0,05$ .

#### Pembahasan Deskriptif Hasil Penelitian dalam Konteks Teoretis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Engineer's Estimate (EE) pada proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi memiliki tingkat akurasi yang baik ( $MAPE = 8,96\%$ ), yang sesuai dengan teori estimasi biaya terinci (*detailed estimate*) menurut Lewis (2007) dan Ervianto (2020), di mana tingkat akurasi yang diharapkan berada pada kisaran  $\pm 5-10\%$ . Namun, deviasi yang terjadi pada pekerjaan MEP (18%) dan sarana lingkungan (10%) mengindikasikan bahwa kompleksitas teknis dan ketidakpastian pada pekerjaan tersebut belum sepenuhnya tertangani dalam estimasi awal, sesuai dengan temuan Flyvbjerg (2014) mengenai kerentanan proyek terhadap perubahan desain dan fluktuasi harga.

Karakteristik responden yang didominasi oleh kontraktor (40%) dan konsultan pengawas (30%) dengan pengalaman >5 tahun memperkuat validitas persepsi yang diberikan. Hal ini sejalan dengan teori Akintoye (2000) yang menyatakan bahwa pengalaman estimator berperan penting dalam mengurangi *optimism bias* dan meningkatkan akurasi estimasi.

### Analisis Verifikatif terhadap Hipotesis dan Teori

- a. H1: Terdapat deviasi signifikan antara EE dan biaya aktual  
✓ Terverifikasi. Nilai MAPE 8,96% konsisten dengan temuan Flyvbjerg (2014) yang melaporkan rata-rata deviasi 28% pada proyek infrastruktur global, namun lebih baik daripada temuan Pratama et al. (2021) untuk proyek pemerintah di Indonesia (deviasi 15–30%). Hal ini menunjukkan bahwa EE pada proyek ini relatif baik, namun masih terdapat ruang untuk perbaikan.
- b. H2: Faktor dominan penyebab ketidaktepatan EE  
✓ Terverifikasi. Faktor-faktor yang diidentifikasi (fluktuasi harga material, perubahan desain, ketidaklengkapan data historis) sesuai dengan kerangka ISO 31000:2018 tentang manajemen risiko dan kajian empiris Bajari et al. (2003) serta Memon et al. (2018). Khususnya, ketidaklengkapan data historis merupakan masalah kronis dalam proyek pemerintah Indonesia, seperti yang diungkap oleh Pratama et al. (2021).
- c. H3: Penerapan strategi optimasi dapat mengurangi risiko keuangan  
✓ Terverifikasi. Dukungan penuh responden terhadap strategi seperti pembaruan database harga, kontinjensi berbasis risiko, dan integrasi teknologi (BIM) sejalan dengan rekomendasi Love et al. (2013) dan Chan & Park (2005) mengenai pentingnya alokasi kontinjensi yang dinamis serta penggunaan teknologi untuk meningkatkan akurasi estimasi. Selain itu, kolaborasi multistakeholder mendukung prinsip SDG 17 yang ditekankan dalam penelitian Ergin et al. (2022).

### Konfirmasi dan Pengembangan Teori

Temuan ini memperkuat aplikasi teori dalam konteks proyek pemerintah Indonesia:

- a. **Cost Estimation Theory (Lewis, 2007):** EE yang akurat harus mencakup semua komponen biaya dan didukung data teknis yang mutakhir.
- b. **Risk Management Framework (ISO 31000:2018):** Kontinjensi harus dialokasikan secara transparan dan berbasis risiko, bukan sebagai cadangan untuk menutupi kesalahan estimasi.
- c. **Contingency Theory (Thompson, 1967):** Strategi optimasi harus disesuaikan dengan konteks proyek, termasuk keterbatasan anggaran dan regulasi pemerintah.

### Implikasi Teoritis dan Praktis

- a. **Teoritis:** Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa integrasi prinsip SDGs dan model kontinjensi berbasis risiko dapat meningkatkan akurasi EE, yang sejalan dengan temuan Ergin et al. (2022) dan Shen et al. (2010) mengenai manfaat pendekatan berbasis data dan teknologi.

- b. **Praktis:** Rekomendasi strategi optimasi dapat diadopsi oleh pemangku kepentingan proyek pemerintah untuk mengurangi deviasi biaya dan meningkatkan pengendalian keuangan, khususnya melalui pelatihan estimator, pembaruan database harga, dan penggunaan BIM.

### Keterbatasan dan Saran untuk Penelitian Lanjutan

- a. **Keterbatasan:** Temuan ini terbatas pada satu studi kasus dan belum mencakup variasi proyek yang lebih luas.
- b. **Saran:** Perlu penelitian lanjutan dengan pendekatan *machine learning* untuk memprediksi deviasi biaya berdasarkan faktor risiko yang teridentifikasi, serta replikasi studi pada proyek pemerintah lainnya untuk memvalidasi temuan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai evaluasi Engineer's Estimate (EE) sebagai alat pengendali risiko keuangan pada Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Agama Kota Cimahi, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi EE tergolong sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 8,96% (<10%), meskipun masih terdapat variasi deviasi antar jenis pekerjaan, di mana pekerjaan MEP (18%) dan sarana lingkungan (10%) menunjukkan deviasi yang lebih tinggi dibandingkan pekerjaan struktur (5%) dan arsitektur (3%) yang relatif lebih akurat. Ketidakakuratan EE terutama dipengaruhi oleh beberapa faktor dominan, yaitu fluktuasi harga material, perubahan desain secara mendadak, ketidaklengkapan data historis, serta kesalahan dalam perhitungan kuantitas material, yang sebagian besar disepakati oleh mayoritas responden. Untuk meningkatkan akurasi EE ke depan, diperlukan strategi optimasi yang komprehensif, meliputi pembaruan database harga material secara berkala, penerapan model kontinjensi berbasis risiko seperti ISO 31000, peningkatan kompetensi estimator melalui pelatihan, kolaborasi multistakeholder dalam proses penyusunan EE, serta integrasi teknologi modern seperti Building Information Modeling (BIM) dan perangkat lunak estimasi biaya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. & Bashir, B., 2020. Dampak Faktor Lokasi Terpencil terhadap Biaya Proyek Irigasi di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Manajemen Proyek Indonesia*, 12(3), pp. 45-60.
- Azhar, S., Ahmad, I. & Hussain, M., 2015. Cost Overrun Factors in Construction Projects of Pakistan. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 39(C2), pp. 167-186.
- Chitkara, K.K., 2010. *Construction Project Management: Planning, Scheduling, and Controlling*. 3rd ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Dharma, I.G.B. & Putra, I.N., 2021. Optimasi Estimasi Biaya Proyek dengan Penerapan Building Information Modeling (BIM). *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 23(2), pp. 112-125.
- Ergin, A., Günaydın, H.M. & Doğan, S.Z., 2022. Integrating Sustainable Development Goals (SDGs) into Construction Cost Estimation: A Case Study from Turkey. *Sustainable Cities and Society*, 76(1), p. 103429.
- Ervianto, W.I., 2020. *Manajemen Proyek Konstruksi*. 2nd ed. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Firdaus, F. & Anwar, A., 2021. Estimasi Biaya pada Proyek Oil & Gas di Lingkungan Ekstrem:

- Studi Kasus Papua. *Jurnal Teknologi Minyak dan Gas*, 15(1), pp. 33-45.
- Flyvbjerg, B., 2014. What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview. *Project Management Journal*, 45(2), pp. 6-19.
- Halim, H. & Fauzi, F., 2020. Dampak Fluktuasi Kurs pada Biaya Material Impor Proyek Infrastruktur di Sumatera Selatan. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 18(2), pp. 89-104.
- Hidayat, B. & Wibowo, M.A., 2019. Analisis Penyebab Cost Overrun pada Proyek Jalan Tol di Indonesia. *Jurnal Manajemen Proyek*, 7(1), pp. 55-70.
- International Organization for Standardization, 2018. ISO 31000:2018 Risk Management - Guidelines. Geneva: ISO.
- Kurniawan, A. & Santoso, D., 2020. Analisis Deviasi Biaya pada Pekerjaan MEP Proyek Gedung Pemerintahan di Jakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(3), pp. 211-225.
- Kurniawan, A., Setiawan, E. & Prasetyo, Y., 2023. Analisis Deviasi Harga Satuan pada Proyek Pembangunan Jembatan di Kalimantan. *Jurnal Infrastruktur Indonesia*, 10(1), pp. 45-58.
- Larson, E.W. & Gray, C.F., 2014. *Project Management: The Managerial Process*. 6th ed. New York: McGraw-Hill Education.
- Love, P.E.D., Davis, P.R. & Chevis, R., 2013. Risk/Reward Compensation Model for Civil Engineering Infrastructure Alliance Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(5), pp. 543-553.
- Memon, A.H., Rahman, I.A. & Azis, A.A.A., 2018. Factors Affecting Construction Cost in Malaysian Large Construction Projects: A Survey. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(2), pp. 86-91.
- Nugraha, R. & Sari, D.P., 2022. Evaluasi Akurasi Estimasi Akhir pada Proyek Fasilitas Pendidikan di Jawa Timur. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 19(2), pp. 77-89.
- Pratama, B., Susanto, A. & Wijaya, K., 2021. Masalah dalam Engineer's Estimate pada Proyek Pemerintah Jawa Barat. *Jurnal Manajemen Konstruksi Indonesia*, 12(1), pp. 34-48.
- Pratiwi, A.A. & Asmara, I.W., 2019. Perbandingan Estimasi Kontraktor dan Owner pada Proyek Perumahan di Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), pp. 101-115.
- Ramadhan, R. & Hidayat, B., 2023. Korelasi Durasi Proyek dan Deviasi Biaya pada Proyek Jalan Nasional. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan*, 11(1), pp. 22-35.
- Santoso, D. & Wijayanti, R., 2018. Risiko dan Ketidakpastian pada Proyek EPLTU di Jawa Tengah. *Jurnal Manajemen Risiko dan Proyek*, 9(2), pp. 88-102.
- Setiawan, E. & Dharmayanti, N., 2018. Faktor Penyebab Ketidakakuratan RAB pada Proyek Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 14(3), pp. 155-168.
- Shen, Z., Zhang, X. & Wu, Y., 2010. A Machine Learning Approach for Construction Cost Estimation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(7), pp. 789-797.
- Standar Nasional Indonesia, 2020. SNI 6897:2020 Prosedur Penyusunan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Suryani, L. & Rachmat, R., 2022. Akurasi RAB terhadap Harga Kontrak pada Proyek Fasilitas Kesehatan di Bandung. *Jurnal Manajemen Proyek dan Teknologi*, 13(2), pp. 67-82.
- Tunay, I., 2011. *Contractor's Risk Management in Construction Projects*. Master's Thesis. Ankara: Middle East Technical University.
- United Nations Development Programme, 2015. *Sustainable Development Goals (SDGs)*. New York: UNDP.

Wijaya, K. & Nugroho, A., 2021. Kontinjensi Berbasis Risiko pada Proyek Air Minum di Yogyakarta. *Jurnal Manajemen Risiko dan Asuransi*, 8(1), pp. 44-58.