

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Akurasi Perkiraan Biaya pada Tahap Konstruksi Gedung di Pemerintahan Kota Sungai Penuh

Boyke Heri Wahyudi^{1*}, Martalius Peli², Zaitul³
Magister Teknik Sipil, Universitas Bung Hatta Padang, Indonesia^{1,2,3}

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Estimasi Biaya, Akurasi Perkiraan, Manajemen Konstruksi, CFA, Regresi Linear.

*Correspondence email:
boykeh86@gmail.com

Submitted: 09-03-2025

Revised: 19-07-2025

Accepted: 26-07-2025

Published: 03-08-2025

ABSTRAK

Ketidakakuratan estimasi biaya dalam proyek konstruksi gedung kerap menjadi sumber pembengkakan anggaran yang mengganggu efisiensi pelaksanaan proyek, termasuk di lingkungan Pemerintahan Kota Sungai Penuh. Beberapa proyek seperti pembangunan Puskesmas, Gedung PSC, dan Laboratorium Kesehatan menunjukkan deviasi signifikan antara anggaran perencanaan dan realisasi biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi tingkat akurasi perkiraan biaya, menentukan faktor dominan yang berperan, serta menganalisis pengaruh ketiganya terhadap kualitas estimasi biaya secara keseluruhan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif melalui penyebaran kuesioner kepada para pihak yang terlibat dalam proyek, termasuk PPK, kontraktor, konsultan, dan tim teknis. Analisis data dilakukan menggunakan Confirmatory Factor Analysis (CFA) dan regresi linear berganda dengan bantuan SPSS 22. Hasil penelitian menunjukkan tiga kelompok faktor utama yang signifikan, yaitu kompetensi estimator, ketersediaan informasi, dan kualitas perhitungan estimasi biaya. Dari ketiganya, kompetensi estimator menjadi faktor yang paling dominan. Instrumen penelitian dinyatakan valid dan reliabel dengan nilai KMO > 0,5 dan Cronbach's Alpha > 0,6. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan pentingnya peningkatan kapasitas estimator melalui pelatihan berkelanjutan, penyediaan basis data biaya yang akurat, serta standarisasi prosedur estimasi. Upaya ini diharapkan mampu mendorong efisiensi anggaran dan meningkatkan keberhasilan proyek konstruksi pemerintah secara menyeluruh.

ABSTRACT

Keywords:

Cost Estimation, Estimate Accuracy, Construction Management, CFA, Linear Regression.

Inaccurate cost estimates in building construction projects are often a source of budget overruns that disrupt project efficiency, including in the Sungai Penuh City Government. Several projects, such as the construction of a community health center, PSC building, and health laboratory, show significant deviations between the planned budget and actual costs. This study aims to identify the main factors influencing the accuracy of cost estimates, determine the dominant factors at play, and analyze the combined impact of these factors on the overall quality of cost estimation. The method used is a quantitative approach through the distribution of questionnaires to parties involved in the project, including the Project Implementation Unit (PPK), contractors, consultants, and technical teams. Data analysis was conducted using Confirmatory Factor Analysis (CFA) and multiple linear regression with the assistance of SPSS 22. The results of the study revealed three significant main groups of factors, namely estimator competence, information availability, and cost estimation calculation quality. Among the three, estimator competence was the most dominant factor. The research instrument was found to be valid and reliable with KMO values > 0.5 and Cronbach's Alpha > 0.6. The conclusions of this study emphasize the importance of enhancing estimator capacity through continuous training, providing accurate cost databases, and standardizing estimation procedures. These efforts are expected to promote budget efficiency and improve the overall success of government construction projects.

PENDAHULUAN

Perkiraan biaya sangat penting untuk pelaksanaan suatu proyek. Pada tahap awal pembuatan suatu perkiraan biaya digunakan untuk mencari tahu seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk mewujudkan suatu proyek. Memperkirakan biaya adalah proses yang sangat sulit yang perlu dilakukan sebelum pekerjaan dimulai. Namun, proyeksi biaya yang akurat menjadi suatu hal yang sangat penting. Disebabkan karena keputusan untuk kelangsungan proyek sangat tergantung dari perkiraan biaya awal itu sendiri. Setiap kesalahan yang terjadi dalam penyediannya akan berdampak buruk bagi pihak-pihak yang bersangkutan. Pada saat perhitungan estimasi biaya, perencana atau pelaksana harus dapat memberikan estimasi waktu untuk setiap pekerjaan berdasarkan dengan volume di setiap jenis pekerjaan. Dengan persoalan tersebut, maka akan di rencanakan pengembangan aplikasi perhitungan estimasi biaya dan waktu untuk setiap pekerjaan Ramdani, et al. (2025).

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, estimasi biaya konstruksi memegang peran penting, terutama dalam proses pengadaan atau tender. Kontraktor dapat memenangkan tender apabila memenuhi syarat dan kriteria yang diinginkan oleh pihak *owner* Adianto. (2022); I Howay, et al. (2022). Kemampuan dalam melakukan estimasi biaya memegang peran krusial bagi perusahaan konstruksi, khususnya dalam menetapkan harga penawaran serta perencanaan biaya pelaksanaan proyek. Umumnya, kontraktor yang memiliki tingkat akurasi tinggi dalam perhitungan biaya akan lebih siap dalam menghadapi ketidakpastian biaya konstruksi. Dengan demikian, potensi risiko perubahan biaya dapat diminimalkan, yang pada akhirnya menurunkan kebutuhan biaya untuk mitigasi risiko dan memungkinkan perusahaan mengajukan penawaran yang lebih kompetitif. Pemerintahan Kota Sungai penuh merupakan unsur pelaksana otonomi daerah yang bertanggung jawab pada layanan kota, berkedudukan di bawah dan bertanggungjawab kepada Walikota melalui Sekretaris Daerah. Dalam pelaksanaannya membutuhkan fasilitas penunjang lainnya dan untuk menyesuaikan hasil perencanaan dengan kondisi lahan di lokasi pekerjaan serta untuk meminimalisir penggunaan lahan pada area kawasan Kota Sungai Penuh.

Dalam pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi Pemerintahan Kota Sungai Penuh ditemukan bahwa biaya perencanaan tidak sesuai dengan realisasinya. Berikut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Perbandingan Anggaran dan Realisasi Proyek Konstruksi Kota Sungai Penuh

No	Nama Kegiatan	Anggaran (Rp)	Realisasi (Rp)	Selisih (%)
1	Pembangunan Puskesmas Desa Gedang	2.727.272.662	2.809.090.739	+3,0%
2	Pembangunan Gedung PSC 119	909.090.945	931.818.219	+2,5%
3	Pembangunan Puskesmas Sungai Bungkal	888.083.702	918.278.548	+3,4%
4	Pembangunan Puskesmas Tanah Kampung	1.651.786.458	1.690.438.261	+2,3%
5	Pembangunan Labkesda Kota Sungai Penuh	2.681.840.147	2.729.576.902	+1,8%

Sumber: Data Pemerintahan Kota Sungai Penuh (2023)

Berdasarkan kegiatan diatas dapat dilihat bahwa kegiatan yang dilakukan biaya realisasi melebihi perencanaan yang telah di buat dari awal. Jika terdapat selisih lebih (realisasi belanja melebihi jumlah yang dianggarkan) maka dikatakan memiliki kinerja keuangan belanja yang tidak baik, oleh karena itu di perlukannya estimasi biaya yang akurat yang sangat penting untuk membantu manajer proyek membuat anggaran realistis yang selaras dengan tujuan dan sasaran proyek. Jika perkiraan akurat, maka risiko pembengkakan biaya dapat diminimalkan dan dana dialokasikan dengan tepat pada proyek yang telah dilakukan di Pemerintahan Kota Sungai Penuh bisa berjalan lebih baik lagi. Dengan kata lain bahwa setiap proyek mengalami pembengkakan biaya. Hal ini menandakan bahwa metode estimasi yang digunakan dalam perencanaan proyek masih belum optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap ketidaktepatan estimasi biaya dan menentukan solusi yang dapat meningkatkan akurasi estimasi dalam proyek konstruksi.

Estimasi biaya merupakan salah satu komponen kunci dalam menjamin keberhasilan sebuah proyek konstruksi. Ketepatan dalam melakukan estimasi memungkinkan penyusunan kontrak yang optimal melalui proses perhitungan menyeluruh terhadap seluruh elemen biaya yang terkait dengan suatu pekerjaan, demi mencapai total biaya yang telah ditetapkan (Jumas, 2020). Berdasarkan hasil estimasi ini, berbagai keputusan strategis diambil, seperti keputusan untuk melanjutkan atau membatalkan proyek, pemilihan material dan metode konstruksi, jenis kontrak yang akan digunakan, serta proses pengadaan jasa kontraktor (Wibowo et al., 2008). Dengan demikian, estimasi biaya sebaiknya dipahami sebagai proses yang dimulai dari penyusunan anggaran, yang didasarkan pada kebutuhan proyek serta kapasitas finansial pemilik (Jumas, 2020).

Estimasi biaya sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu estimasi biaya konseptual dan estimasi biaya detail. Estimasi konseptual dilakukan berdasarkan rancangan awal atau ide bangunan yang akan dibangun, dan sering kali disebut sebagai perkiraan awal biaya (Utama et al., 2019). Perkiraan ini disusun pada tahap konseptual proyek, di mana semua aspek investasi dikaji dan disaring secara komprehensif untuk menghasilkan laporan yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan ke tahap berikutnya. Agar suatu rencana investasi dapat dilanjutkan, maka akurasi dari estimasi biaya awal ini menjadi syarat penting yang harus dipenuhi.

Secara umum, estimasi biaya pada proyek konstruksi bertujuan untuk menentukan total biaya yang mungkin akan dibutuhkan dalam pelaksanaan suatu proyek. Berbagai komponen biaya seperti bahan bangunan, tenaga kerja, peralatan, asuransi, biaya tidak langsung (*overhead*), hingga estimasi keuntungan, turut memengaruhi besarnya biaya proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, setiap komponen tersebut perlu dianalisis, dihitung kuantitasnya, dan diberi harga secara rinci (Ramahwati et al., 2024).

Karena perkiraan disiapkan sebelum konstruksi dilaksanakan, banyak studi dan pemikiran harus dimasukkan ke dalam dokumen konstruksi tersebut. Seorang QS atau estimator yang dapat memvisualisasikan proyek dan secara

akurat menentukan biayanya, akan menjadi salah satu orang terpenting dalam perusahaan konstruksi tersebut Jumas. (2020).

Dalam banyak situasi, penyusunan estimasi biaya yang kompetitif menjadi hal yang sangat penting untuk memenangkan proyek. Industri konstruksi dikenal dengan tingkat persaingan yang tinggi, di mana banyak kontraktor bersaing untuk memperoleh satu proyek yang sama. Untuk tetap eksis dalam industri ini, kontraktor harus mampu menjadi penawar terendah yang memenuhi syarat dalam beberapa proyek, sambil tetap menjaga margin keuntungan yang wajar. Margin ini tidak hanya harus mencerminkan tingkat keuntungan yang layak, tetapi juga cukup untuk menutupi risiko-risiko yang melekat dalam pelaksanaan proyek. Karena estimasi biaya umumnya disusun berdasarkan gambar kerja dan spesifikasi teknis bangunan, maka kemampuan seorang Quantity Surveyor (QS) atau estimator dalam membayangkan dan memahami seluruh tahapan proyek konstruksi menjadi aspek krusial dalam menghasilkan penawaran yang efektif. Di samping itu, estimasi biaya memiliki kemiripan dengan akuntansi keuangan, yaitu sama-sama menyediakan informasi penting yang dibutuhkan manajemen dalam proses pengambilan keputusan (Asmadi et al., 2021).

Menurut Soeharto (2017), estimasi biaya adalah proses memperkirakan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu proyek konstruksi berdasarkan informasi yang tersedia. Beberapa metode estimasi biaya yang umum digunakan adalah: Metode Perkiraan Awal (*Preliminary Estimate*) yaitu digunakan pada tahap awal proyek untuk menentukan kelayakan, Metode *Unit Price Estimate* yaitu Menggunakan harga satuan pekerjaan untuk estimasi total biaya, Metode *Detail Estimate* yaitu Menggunakan volume pekerjaan dan analisis harga satuan secara mendetail. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi estimasi menurut Soeharto (2017) antara lain: Kompetensi estimator, Ketersediaan informasi proyek, Metode perhitungan estimasi biaya.

Akurasi estimasi biaya merupakan aspek yang sangat penting dalam keberhasilan proyek konstruksi. Kesalahan dalam estimasi biaya dapat menyebabkan pembengkakan anggaran, keterlambatan proyek, serta potensi kerugian bagi pihak yang terlibat Salim, M. A., et al. (2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Riza (2009) dan Christian, Y., et al. (2017), terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi tingkat akurasi dalam perkiraan biaya, yaitu kompetensi estimator, ketersediaan informasi, dan metode perhitungan estimasi biaya.

1. Kompetensi Estimator

Kompetensi estimator berperan penting dalam menentukan keakuratan estimasi biaya proyek konstruksi. Seorang estimator yang memiliki pengalaman, keahlian, dan pemahaman yang mendalam terhadap proyek yang akan dilaksanakan dapat menghasilkan estimasi yang lebih tepat dan realistis. Kompetensi ini tidak hanya mencakup kemampuan teknis dalam menghitung biaya, tetapi juga pemahaman terhadap berbagai aspek proyek, termasuk regulasi, teknologi konstruksi, serta risiko yang mungkin terjadi.

Beberapa aspek utama yang menentukan kompetensi seorang estimator antara lain:

- a. Kualifikasi Estimator berdasarkan Tingkat Pendidikan dan Pengalaman
Estimator dengan latar belakang pendidikan teknik sipil atau manajemen konstruksi serta pengalaman bertahun-tahun alam industri memiliki tingkat akurasi perkiraan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak memiliki pengalaman atau pendidikan terkait.
- b. Persepsi Estimator terhadap Pentingnya Estimasi Biaya dalam Pelaksanaan Proyek
Pemahaman bahwa estimasi biaya merupakan elemen kritis dalam pengelolaan proyek berpengaruh terhadap ketelitian dan kehati-hatian dalam penyusunan anggaran.
- c. Pemahaman terhadap Jenis Pekerjaan dalam Proyek
Estimator yang memahami jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan, baik dari segi metode pelaksanaan, volume pekerjaan, maupun sumber daya yang diperlukan, akan mampu membuat estimasi yang lebih akurat.
- d. Pemahaman terhadap Metode Pelaksanaan Konstruksi Proyek
Setiap metode pelaksanaan memiliki kebutuhan biaya yang berbeda, tergantung pada tingkat kompleksitas, teknologi yang digunakan, serta sumber daya yang dibutuhkan.
- e. Pemahaman terhadap Metode Penjadwalan Proyek
Perencanaan jadwal proyek yang baik akan membantu dalam pengalokasian sumber daya yang lebih efisien, sehingga biaya yang dihitung lebih sesuai dengan kondisi di lapangan.
- f. Pemahaman terhadap Gambar Rencana Proyek
Gambar rencana merupakan dasar dalam perhitungan volume pekerjaan dan estimasi biaya. Kesalahan dalam interpretasi gambar dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam estimasi.
- g. Pemahaman terhadap Dokumen Tender Proyek
Dokumen tender mencakup spesifikasi teknis, persyaratan kontrak, serta standar yang harus dipenuhi dalam proyek. Estimator yang memahami dokumen ini akan dapat membuat estimasi yang sesuai dengan persyaratan proyek.

2. Ketersediaan Informasi

Ketersediaan informasi yang lengkap dan akurat merupakan faktor utama dalam menentukan ketepatan estimasi biaya. Informasi yang tidak memadai atau kurang akurat dapat menyebabkan perkiraan biaya yang meleset, baik dalam jumlah maupun dalam cakupan pekerjaan.

Beberapa aspek yang berkaitan dengan ketersediaan informasi meliputi:

- a. Informasi Lokasi Proyek
Lokasi proyek berpengaruh terhadap biaya transportasi material, logistik tenaga kerja, serta aksesibilitas alat berat yang diperlukan dalam pekerjaan konstruksi.
- b. Informasi Kondisi Geografis Proyek
Kondisi tanah, topografi, serta faktor lingkungan lainnya akan mempengaruhi metode konstruksi yang digunakan serta kebutuhan sumber daya.
- c. Informasi Data Historis Proyek
Data proyek terdahulu dapat dijadikan referensi dalam menentukan harga satuan pekerjaan, produktivitas tenaga kerja, serta waktu penyelesaian proyek.
- d. Informasi Keamanan Alat dan Material di Proyek
Faktor keamanan berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya kehilangan material atau alat, yang dapat menambah biaya proyek.
- e. Informasi Utilitas Eksisting di Proyek
Keberadaan jaringan utilitas seperti pipa air bersih, kabel listrik, serta drainase eksisting perlu diperhitungkan dalam estimasi biaya untuk menghindari biaya tambahan akibat perubahan desain atau perbaikan kerusakan yang terjadi selama konstruksi.
- f. Informasi Keadaan Lingkungan Sekitar Proyek
Faktor sosial, ekonomi, serta perizinan di sekitar proyek juga berpengaruh terhadap biaya konstruksi.
- g. Informasi Sumber Daya yang Tersedia di Lokasi Proyek
Ketersediaan bahan bangunan, tenaga kerja, serta peralatan di sekitar lokasi proyek dapat mempengaruhi biaya transportasi dan logistik.
- h. Informasi Spesifikasi Alat dan Material
Menentukan jenis material yang digunakan dan spesifikasinya sangat penting untuk memastikan bahwa perkiraan biaya sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan.
- i. Informasi Standar/Pedoman Teknis
Standar yang digunakan dalam proyek, baik nasional maupun internasional, dapat mempengaruhi metode konstruksi serta biaya pekerjaan.
- j. Informasi Harga Satuan Pekerjaan
Harga satuan pekerjaan yang *up-to-date* diperlukan untuk menghasilkan estimasi yang sesuai dengan kondisi pasar saat ini.
- k. Informasi Produktivitas Alat dan Tenaga Kerja
Produktivitas kerja sangat berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek dan biaya keseluruhan.
- l. Informasi Ketersediaan Tenaga Kerja
Jika tenaga kerja tidak tersedia dalam jumlah yang cukup, maka biaya tambahan untuk mendatangkan pekerja dari luar harus diperhitungkan.

3. Perhitungan Estimasi Biaya

Perhitungan estimasi biaya merupakan aspek teknis yang sangat menentukan tingkat keakuratan dalam anggaran proyek. Kesalahan dalam perhitungan dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara anggaran awal dengan realisasi di lapangan.

Aspek yang harus diperhatikan dalam perhitungan estimasi biaya meliputi:

- a. Pemilihan Harga Material
Menentukan harga material berdasarkan kualitas, kuantitas, serta sumber pemasok dapat mempengaruhi estimasi keseluruhan proyek.
- b. Pemilihan Harga Peralatan (Sewa/Memiliki Sendiri)
Biaya penggunaan alat berat dapat bervariasi tergantung apakah alat disewa atau dimiliki sendiri oleh kontraktor.
- c. Pemilihan Upah Tenaga Kerja
Penentuan upah tenaga kerja berdasarkan standar yang berlaku serta produktivitas pekerja.
- d. Tingkat Kedetailan *Work Breakdown Structure* (WBS)
Semakin detail uraian pekerjaan dalam WBS, semakin akurat pula estimasi biaya yang dihasilkan.
- e. Kesesuaian Perhitungan Volume dengan Gambar Rencana
Volume pekerjaan harus dihitung dengan cermat berdasarkan gambar teknis yang tersedia.

- f. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan
Penentuan harga satuan harus mempertimbangkan faktor inflasi dan kondisi pasar terkini.
- g. Perhitungan Produktivitas dan Kebutuhan Alat, Material, dan Tenaga Kerja
Analisis kebutuhan sumber daya harus disesuaikan dengan jadwal proyek untuk menghindari keterlambatan dan pembengkakan biaya.
- h. Perhitungan Biaya Total
Semua komponen biaya, termasuk overhead dan keuntungan, harus diperhitungkan dalam estimasi akhir.
- i. Perhitungan Bunga Bank dan Pajak
Biaya finansial seperti bunga pinjaman serta pajak yang berlaku perlu dimasukkan dalam perhitungan akhir proyek.
- j. Analisis Risiko Proyek
Identifikasi risiko yang mungkin terjadi dalam proyek dan estimasi biaya untuk mengantisipasi risiko tersebut.
- k. Target Profit yang Ingin Diperoleh
Kontraktor harus mempertimbangkan tingkat keuntungan yang realistis berdasarkan kondisi pasar dan kompetisi.
Berdasarkan penelitian terdahulu diatas, faktor dan variabel yang mempengaruhi akurasi biaya pada tahap proyek kontruksi gedung di Pemerintahan Sungai Penuh adalah:

Tabel 2. Faktor dan Variabel yang Mempengaruhi Akurasi Estimasi Biaya

Faktor	Kode	Variabel
Kompetensi Estimator (KE)	KE1	Kualifikasi Estimator berdasarkan Tingkat Pendidikan dan Pengalaman
	KE2	Persepsi Estimator terhadap pentingnya Estimasi Biaya dalam Pelaksanaan Proyek
	KE3	Pemahaman Estimator mengenai Jenis Pekerjaan yang dilaksanakan dalam Proyek
	KE4	Pemahaman Estimator mengenai Metode Pelaksanaan Kontruksi Proyek
	KE5	Pemahaman Estimator mengenai Metode Penjadwalan Proyek
	KE6	Pemahaman Estimator mengenai Gambar Rencana Proyek yang akan dilaksanakan
	KE7	Pemahaman Estimator mengenai Ketentuan dalam Dokumen Tender Proyek
Ketersediaan Informasi (KI)	KI1	Ketersediaan Informasi Lokasi Proyek
	KI2	Ketersediaan Informasi Kondisi Geografis Proyek
	KI3	Ketersediaan Informasi Data Historis Proyek
	KI4	Ketersediaan Informasi Keamanan Alat dan Material di Proyek
	KI5	Ketersediaan Informasi terkini Utilitas Eksistingdi Proyek (Pipa PAM, Listrik, dll)
	KI6	Ketersediaan Informasi Keadaan Lingkungan di sekitar Proyek
	KI7	Ketersediaan Informasi Sumber Daya yang terdapat di Lokasi Proyek
	KI8	Ketersediaan Informasi Spesifikasi Alat dan Material
	KI9	Ketersediaan Informasi Standar/Pedoman Teknis
	KI10	Ketersediaan Informasi mengenai Harga Satuan Pekerjaan
	KI11	Ketersediaan Informasi mengenai Produktifitas Alat dan Tenaga Kerja
Perhitungan Estimasi Biaya (PEB)	KI12	Ketersediaan Informasi mengenai Tenaga Kerja
	PEB1	Pemilihan Harga Material dalam Pelaksanaan Proyek
	PEB2	Pemilihan Harga Peralatan (Sewa/Memiliki Peralatan Sendiri) dalam Pelaksanaan Proyek
	PEB3	Pemilihan Upah Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan Proyek
	PEB4	Tingkat Kedetailan WBS (Uraian Pekerjaan)
	PEB5	Kesesuaian Perhitungan Volume dengan Gambar Rencana
	PEB6	Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan
	PEB7	Perhitungan Ketersediaan Peralatan
	PEB8	Perhitungan Produktifitas dan Kebutuhan Peralatan
	PEB9	Penjadwalan Peralatan
	PEB10	Perhitungan Ketersediaan Material
	PEB11	Perhitungan Kebutuhan Material
	PEB12	Penjadwalan Material
	PEB13	Perhitungan Ketersediaan Tenaga Kerja
	PEB14	Perhitungan Produktifitas dan Kebutuhan Tenaga Kerja
PEB15	Penjadwalan Tenaga Kerja	
PEB16	Ikut Serta dalam Aanwijzing	
PEB17	Perhitungan Biaya Total	
PEB18	Perhitungan Bunga Bank	
PEB19	Perhitungan Pajak	
PEB20	Perhitungan Analisa Resiko Proyek	
PEB21	Target Profit yang ingin diperoleh	
Kinerja Akurasi Biaya (KAB)	KAB1	Kinerja Keuangan Baik
	KAB2	Dana yang di alokasikan tepat sasaran
	KAB3	Pembengkakan Biaya dapat di minimalkan

Sumber: Penelitian Terdahulu (2025)

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif dan inferensial, yang dipilih untuk mengevaluasi berbagai faktor yang memengaruhi tingkat akurasi estimasi biaya dalam pelaksanaan proyek konstruksi

di lingkungan Pemerintah Kota Sungai Penuh. Pengumpulan data dilakukan melalui dua metode, yaitu penyebaran kuesioner kepada responden dan pengumpulan dokumentasi dari proyek-proyek yang telah diselesaikan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik, guna memperoleh hasil yang objektif serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Populasi penelitian mencakup sejumlah pemangku kepentingan (stakeholder) yang terlibat langsung dalam kegiatan proyek konstruksi, khususnya pada lingkup Pemerintah Kota Sungai Penuh. Penentuan responden dilakukan dengan teknik purposive sampling (Sumargo, 2020), dengan kriteria yang mencakup Pejabat Pembuat Komitmen (PPK), kontraktor pelaksana, konsultan perencana, dan konsultan pengawas. Pemilihan sampel ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan yang komprehensif terkait proses estimasi biaya dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan utama. Pertama, penyebaran kuesioner untuk memperoleh data primer mengenai faktor-faktor yang diyakini berkontribusi terhadap tingkat akurasi estimasi biaya. Kedua, dokumen proyek digunakan sebagai sumber data sekunder guna melengkapi dan mendukung analisis yang dilakukan.

Tahapan analisis data dimulai dengan uji validitas dan reliabilitas menggunakan metode Confirmatory Factor Analysis (CFA) untuk menilai sejauh mana instrumen yang digunakan sah dan konsisten. Selanjutnya, dilakukan pengujian asumsi klasik, meliputi uji normalitas, multikolinearitas, dan heteroskedastisitas untuk memastikan data layak dianalisis menggunakan regresi. Tahap akhir adalah analisis regresi linier berganda yang bertujuan menguji hubungan serta pengaruh masing-masing variabel terhadap akurasi estimasi biaya dalam proyek konstruksi. Melalui pendekatan ini, penelitian dapat mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang memengaruhi keakuratan estimasi biaya, serta menyusun rekomendasi strategis yang relevan bagi pelaku industri konstruksi.

HASIL

Hasil Uji *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) penelitian dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji CFA Faktor dan Variabel penelitian

Faktor	Variabel	KMO (Barlett's/sig)	Eigenvalues	Cronbach's Alpha	Faktor Loading	Rata - Rata
Kompetensi Estimator (KE)	KE.1	0,737 (0,000)	3,130 (44,718)	0,801	0,654	4,47
	KE.2				0,602	4,66
	KE.3				0,740	4,68
	KE.4				0,792	4,68
	KE.5				0,774	4,32
	KE.6				0,664	4,55
	KE.7					
Ketersediaan Informasi (KI)	KI.1	0,869 (0,000)	6,933 (57,778)	0,930	0,525	4,45
	KI.2				0,533	4,29
	KI.3				0,797	4,08
	KI.4				0,773	4,05
	KI.5				0,793	4,29
	KI.6				0,882	4,05
	KI.7				0,816	4,16
	KI.8				0,875	4,26
	KI.9				0,857	4,32
	KI.10				0,748	4,50
	KI.11				0,755	4,26
	KI.12				0,663	4,18
Perhitungan Estimasi Biaya (PEB)	PEB.1	0,732 (0,000)	10,292 (49,012)	0,946	0,621	4,66
	PEB.2				0,706	4,50
	PEB.3				0,626	4,37
	PEB.4				0,722	4,34
	PEB.5				0,843	4,58
	PEB.6				0,739	4,55
	PEB.7				0,834	4,18
	PEB.8				0,629	4,26
	PEB.9				0,779	4,32
	PEB.10				0,840	4,42
	PEB.11				0,727	4,58
	PEB.12				0,685	4,42
	PEB.13				0,817	4,50
	PEB.14				0,683	4,37
	PEB.15				0,747	4,21
	PEB.16				0,637	4,05
	PEB.17				0,622	4,71
	PEB.18					
	PEB.19					
	PEB.20				0,743	4,26
	PEB.21				0,642	4,29
Kinerja Akurasi Biaya (KAB)	KAB.1	0,700 (0,000)	2,302 (76,744)	0,834	0,903	4,39
	KAB.2				0,902	4,29
	KAB.3				0,820	4,00

Sumber: Data Olahan, (2025)

Uji KMO dan Bartlett's

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua faktor telah memenuhi syarat untuk analisis lebih lanjut. Faktor Kompetensi Estimator (KE) memiliki nilai KMO sebesar 0,737, Faktor Ketersediaan Informasi (KI) sebesar 0,869, dan Faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) sebesar 0,732, yang semuanya berada di atas 0,50. Selain itu, Bartlett's Test of Sphericity menunjukkan tingkat signifikansi 0,000 ($<0,05$), sehingga analisis dapat dilanjutkan.

Eigenvalues

Hasil uji *Eigenvalues* menunjukkan bahwa dari 40 variabel yang dianalisis, Faktor Kompetensi Estimator (KE), Ketersediaan Informasi (KI), dan Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) memiliki nilai koefisien korelasi lebih dari 0,50. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut memiliki hubungan yang erat dengan komponen yang terbentuk. Semakin besar nilai *communalities*, semakin kuat keterkaitan variabel terhadap faktor utama. Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai *Eigenvalues* masing-masing faktor adalah 3,130 untuk KE, 6,933 untuk KI, dan 10,292 untuk PEB, yang menunjukkan kontribusi signifikan dalam model penelitian ini.

Faktor Loading

Hasil uji Faktor *Loading* Kompetensi Estimator (KE), analisis yang menyatakan dari 7 variabel, ada 6 Variabel yang valid karena nilai *loading faktor* $\geq 0,5$, dan ada 1 variabel yang tidak valid karena nilai *loading faktor* $<$ dari 0,5. Dari hasil uji Faktor Ketersediaan Informasi (KI), dari 12 variabel dinyatakan valid karena nilai *loading faktor* $\geq 0,5$, dan dari hasil uji faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB), dari 21 variabel, ada 19 Variabel yang valid karena nilai *loading faktor* $\geq 0,5$, dan ada 2 variabel yang tidak valid karena nilai *loading faktor* $<$ dari 0,5.

Cronbach's Alpha

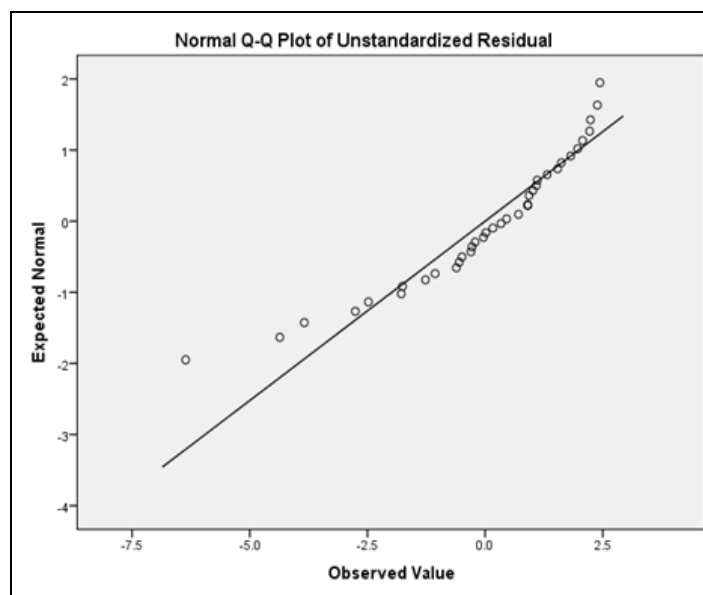
Nilai *Cronbach's Alpha* pada setiap faktor pada penelitian ini adalah faktor KE sebesar 0,801, faktor KI 0,930 dan faktor PEB sebesar 0,946 $\geq 0,60$ sehingga dapat dikatakan bahwa penelitian sangat handal (*reliable*).

Uji Asumsi Klasik Penelitian

Perlunya melakukan pengujian asumsi klasik didasari beberapa hal agar besaran atau koefisien statistik yang diperoleh benar – benar merupakan penduga parameter yang memang dapat dipertanggungjawabkan atau akurat. Pengujian terhadap penyimpangan asumsi klasik dalam penelitian ini terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji heteroskedastisitas Sudarmanto, (2010:105); M Rinaldi et al., (2021).

Uji Normalitas

Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa data regresi berdistribusi normal. Berdasarkan Gambar.1 P-P Plot, terlihat bahwa beberapa titik tidak sepenuhnya mengikuti garis diagonal, yang mengindikasikan bahwa model regresi belum sepenuhnya berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan uji normalitas menggunakan *Skewness* dan *Kurtosis*.



Gambar 1. P – P Plot Uji Normalitas

Sumber: Data Olahan, (2025)

Pengujian dilakukan menggunakan SPSS Versi 22, dengan batas toleransi normalitas berdasarkan Curran, West, dan Find (1996), yaitu ± 2 untuk *Skewness* dan rentang -7 hingga +7 untuk *Kurtosis*. Hasil analisis menunjukkan bahwa Faktor Kompetensi Estimator (KE) memiliki *Skewness* -1,584 dan *Kurtosis* 3,046, yang masih berada dalam ambang batas normalitas. Sementara itu, Faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) memiliki *Skewness* -1,127 dan *Kurtosis* 0,824, yang juga menunjukkan distribusi data yang normal. Dengan demikian, berdasarkan uji *Skewness* dan *Kurtosis*, dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini telah memenuhi asumsi normalitas dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas dilakukan untuk memastikan bahwa tidak terdapat hubungan linier yang tinggi antar variabel independen dalam model regresi. Berdasarkan kriteria dari Imam Ghozali (2011:107–108), suatu model dikatakan bebas dari gejala multikolinieritas jika nilai tolerance > 0,100 dan nilai Variance Inflation Factor (VIF) < 10,00.

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua variabel dalam penelitian ini memenuhi kriteria tersebut. Faktor Kompetensi Estimator (KE) memiliki tolerance 0,470 dan VIF 2,128, Faktor Ketersediaan Informasi (KI) memiliki tolerance 0,689 dan VIF 1,451, serta Faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) memiliki tolerance 0,387 dan VIF 2,586. Karena seluruh nilai tolerance lebih dari 0,100 dan VIF kurang dari 10,00, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat gejala multikolinieritas dalam model regresi penelitian ini. Dengan demikian, analisis regresi dapat dilanjutkan tanpa kekhawatiran adanya korelasi tinggi antar variabel independen.

Hasil Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan untuk mengetahui apakah dalam model regresi terjadi variansi residual yang tidak konstan, yang dapat menyebabkan hasil estimasi menjadi tidak efisien. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan dengan melihat nilai signifikansi (Sig.) dari masing-masing variabel independen. Jika nilai Sig. lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model regresi tidak mengalami masalah heteroskedastisitas.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Heteroskedastisitas

Faktor	Nilai Sig.
Kompetensi Estimator (KE)	0,431
Ketersediaan informasi (KI)	0,396
Perhitungan Estimasi Biaya (PEB)	0,523

Sumber: Data Olahan, (2025)

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan dalam Tabel 4, faktor Kompetensi Estimator (KE) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,431, faktor Ketersediaan Informasi (KI) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,396, dan faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,523. Karena seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat gejala heteroskedastisitas dalam model regresi. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi dalam penelitian ini memenuhi asumsi homoskedastisitas, sehingga dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Analisis Regresi Linear Berganda (Uji F, R², Sig (t))

Untuk mengetahui faktor – faktor akurasi perkiraan biaya yang berpengaruh pada kinerja akurasi biaya pada proyek kontruksi gedung di Kota Sungai Penuh mengacu pada nilai signifikan dalam analisis regresi linear berganda dimana untuk data yang digunakan dalam analisa pada tahap analisa di input dalam SPSS data dari hasil analisa tujuan kedua.

Uji F

Tabel 5. Hasil Uji F

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.523 ^a	.273	.209	2.06884	.273	4.259	3	34	.012

a. Predictors: (Constant), PEB, KI, KE

Sumber: Data Olahan, (2025)

Dalam uji F pada penelitian ini, didapat nilai sig nya adalah $0,012 < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh secara simultan antara faktor PEB, KI, KE dengan faktor KAB.

Uji R²

Tabel 5. Hasil Uji R²

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.523 ^a	.273	.209	2.06884	.273	4.259	3	34	.012

a. Predictors: (Constant), PEB, KI, KE

Sumber: Data Olahan, (2025)

Dari tabel 5 di atas diketahui nilai R sebesar 0,523, hal ini mengandung arti bahwa pengaruh Faktor PEB, KI, KE secara simultan terhadap KAB adalah sebesar 52,3%. Dengan demikian faktor PEB, KI, KE mempengaruhi terhadap faktor KAB sebesar 52,3%. Sedangkan sisa nya dipengaruhi oleh faktor yang lain.

Uji t (Sig)

Tabel 6. Hasil Uji t (Sig) Penelitian

Faktor	Nilai Sig
Kompetensi Estimator (KE)	0,633
Ketersediaan Informasi (KI)	0,835
Perhitungan Estimasi Biaya (PEB)	0,057

Sumber: Data Olahan, (2025)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa faktor Kompetensi Estimator (KE) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,633, yang lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor KE tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja akurasi biaya (Y). Demikian pula, faktor Ketersediaan Informasi (KI) memiliki nilai signifikansi 0,835, yang juga lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa KI tidak memiliki pengaruh terhadap variabel Y.

Sementara itu, faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,057, yang mendekati ambang batas 0,05. Dengan demikian, faktor ini diterima sebagai faktor yang memiliki pengaruh terhadap variabel Y, menunjukkan bahwa PEB merupakan faktor yang dominan dalam menentukan akurasi biaya dalam proyek konstruksi. Hasil ini menguatkan pentingnya aspek perhitungan estimasi biaya dalam memastikan keakuratan anggaran proyek yang direncanakan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis penelitian, ditemukan bahwa terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi akurasi biaya dalam tahap konstruksi gedung di Pemerintahan Kota Sungai Penuh, yaitu faktor Kompetensi Estimator (KE), faktor Ketersediaan Informasi (KI), dan faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB). Faktor Kompetensi Estimator mencerminkan keahlian dan pengalaman estimator dalam menyusun perkiraan biaya proyek, yang terdiri dari berbagai variabel seperti tingkat pendidikan, pengalaman kerja, sertifikasi profesi, serta metode estimasi yang digunakan. Faktor Ketersediaan Informasi berkaitan dengan kelengkapan data yang digunakan dalam penyusunan estimasi biaya, mencakup aspek seperti data historis proyek, spesifikasi teknis, serta akses terhadap informasi harga material dan tenaga kerja. Sementara itu, faktor Perhitungan Estimasi Biaya merepresentasikan metode yang diterapkan dalam menghitung estimasi proyek, melibatkan teknik estimasi, penggunaan perangkat lunak, serta tingkat ketelitian dalam perhitungan biaya.

Untuk memastikan bahwa data penelitian layak dianalisis lebih lanjut, dilakukan beberapa uji statistik, salah satunya adalah uji *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)* dan *Bartlett's Test*. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai KMO untuk faktor KE, KI, dan PEB masing-masing lebih besar dari 0,50, yang menandakan bahwa data cukup memadai untuk analisis faktor. *Bartlett's Test* juga menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05, yang berarti terdapat korelasi yang cukup kuat antara variabel dalam setiap faktor. Selain itu, dilakukan pula uji eigenvalues dan faktor loading untuk menentukan validitas variabel. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar variabel memiliki nilai faktor loading $\geq 0,5$, yang berarti valid dan dapat dilanjutkan dalam analisis lebih lanjut.

Selanjutnya, dilakukan uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha*, yang menghasilkan nilai sebesar 0,953. Nilai ini jauh di atas batas minimum 0,60, yang menegaskan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat keandalan

yang sangat tinggi dalam mengukur variabel yang diteliti. Selain itu, dilakukan uji asumsi klasik untuk memastikan validitas model regresi, meliputi uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji heteroskedastisitas. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa sebagian besar data berdistribusi normal berdasarkan analisis skewness dan kurtosis. Uji multikolinearitas juga menunjukkan bahwa tidak ada masalah dalam model regresi karena nilai tolerance $> 0,100$ dan VIF $< 10,00$. Sementara itu, uji heteroskedastisitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk semua faktor lebih dari 0,05, yang berarti model regresi tidak mengalami masalah heteroskedastisitas.

Dalam uji regresi linear berganda, dilakukan uji F untuk menguji pengaruh simultan antara faktor KE, KI, dan PEB terhadap kinerja akurasi biaya (KAB). Hasil uji F menunjukkan nilai signifikansi $0,012 < 0,05$, yang mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut secara bersama-sama berpengaruh terhadap KAB. Namun, berdasarkan uji t, ditemukan bahwa hanya faktor PEB yang memiliki pengaruh signifikan terhadap KAB dengan nilai signifikansi 0,05. Sementara itu, faktor KE dan KI tidak berpengaruh signifikan terhadap KAB karena nilai signifikansinya masing-masing lebih besar dari 0,05.

Hasil penelitian ini memiliki berbagai implikasi bagi pemangku kepentingan dalam proyek konstruksi, termasuk pemerintah daerah, kontraktor, estimator, konsultan, serta akademisi dan peneliti. Pemerintah dapat menggunakan temuan penelitian ini untuk menyusun kebijakan dan standar dalam estimasi biaya proyek, serta meningkatkan sistem pengawasan dan audit terhadap estimasi biaya proyek publik. Kontraktor dapat mengoptimalkan metode estimasi yang lebih akurat, memanfaatkan teknologi seperti perangkat lunak estimasi biaya, serta meningkatkan kompetensi estimator dalam perusahaan mereka. Bagi estimator dan konsultan, penelitian ini memberikan wawasan untuk memperbaiki metode perhitungan estimasi biaya dengan standar yang lebih baik serta meningkatkan validasi dan *cross-check* dalam perhitungan biaya proyek.

Selain itu, akademisi dan peneliti dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk mengembangkan model prediksi biaya konstruksi yang lebih akurat serta mengadakan penelitian lanjutan guna mengidentifikasi faktor tambahan yang berpengaruh terhadap estimasi biaya. Dengan menerapkan aplikasi yang tepat dari hasil penelitian ini, stakeholder dapat meningkatkan akurasi estimasi biaya proyek konstruksi, mengurangi risiko pemborosan anggaran, serta meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pengelolaan proyek konstruksi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga faktor utama dengan total 40 variabel yang mempengaruhi tingkat akurasi biaya dalam proyek konstruksi gedung di Pemerintahan Kota Sungai Penuh. Faktor-faktor tersebut meliputi Kompetensi Estimator (KE), Ketersediaan Informasi (KI), dan Perhitungan Estimasi Biaya (PEB). Dari ketiga faktor tersebut, faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) merupakan faktor yang paling dominan, dengan kontribusi sebesar 52,3% terhadap variasi akurasi estimasi biaya dalam proyek konstruksi.

Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan bahwa pengaruh faktor akurasi perkiraan biaya terhadap kinerja akurasi biaya dianalisis menggunakan hipotesis uji F, uji R^2 , dan uji signifikansi (t). Berdasarkan uji t, hipotesis untuk faktor Kompetensi Estimator (KE) dan Ketersediaan Informasi (KI) ditolak karena nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari 0,05, sehingga kedua faktor ini tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat akurasi biaya. Sementara itu, hipotesis faktor Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) diterima, karena nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05, dengan interval kepercayaan $\alpha < 10\%$. Secara simultan, hasil uji F juga menunjukkan bahwa faktor KE dan KI tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y), karena nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari 0,05.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa dalam proyek konstruksi gedung di Kota Sungai Penuh, Perhitungan Estimasi Biaya (PEB) menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap akurasi estimasi biaya, sedangkan Kompetensi Estimator dan Ketersediaan Informasi tidak memberikan dampak yang signifikan. Temuan ini dapat menjadi acuan bagi para pemangku kepentingan dalam meningkatkan ketepatan perhitungan biaya untuk mengurangi risiko pembengkakan anggaran dalam proyek konstruksi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, Y. L. D., Wimala, M., & Harun, A. M. (2022). Faktor-Faktor Pengaruh Besaran Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Penawaran Pekerjaan Jalan Oleh Kontraktor X. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 18(1), 52-59.
- Asmadi, D., & Rahmawati, S. (2021). *Analisis dan Estimasi Biaya*. Syiah Kuala University Press.
- Christian, Y., Harimurti, & Wijatmiko, I. (2017). Pemodelan Peningkatan Akurasi Estimasi Biaya dengan Metode Structural Equation Modeling-Partial Least Square Pada Proyek Jalan Provinsi Kalimantan Tengah. *Rekayasa Sipil*, 11(2), 91-101.
- Ghozali, I. (2006). *Aplikasi analisis multivariate dengan program SPSS*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

- Howay, I., Bachmid, S., & Supardi, S. (2022). Analisis Faktor yang Berpengaruh terhadap Akurasi Biaya pada Tahap Desain Proyek Jalan Nasional: Studi Kasus Peningkatan Jalan Basuki Rahmat Kota Sorong. *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur dan Sains*, 1(7), 30-39.
- Jumas, D. Y. (2020). *Model Estimasi Biaya pada Bangunan Gedung*. LPPM Universitas Bung Hatta. ISBN 978-623-93573-7-5.
- Ramahwati, A., & Osly, P. J. (2024). ESTIMASI BIAYA DAN PENJADWALAN PEMBANGUNAN PROTOTIPE RUANG MODULAR OPERATING THEATRE. *Jurnal ARTESIS*, 4(2), 124-131.
- Ramdani, R. N., Kartika, N., & Tahadjuddin, T. (2025). Aplikasi Perhitungan Biaya Dan Estimasi Waktu Untuk Bangunan Gedung. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 17-25.
- Rinaldi, M., Prayudyanto, M. N., & Syaiful, S. (2021). Persepsi Masyarakat terhadap Tingkat Kepuasan Pelayanan Bus Transjabodetabek dengan Metode Uji Asumsi Klasik dan Uji Regresi Linear Berganda. In *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 309-315).
- Riza, A. D. (2009). *Faktor Faktor Dalam Proses Estimasi Biaya Yang Mempengaruhi Kinerja Pelelangan Proyek EPC*. ii-201.
- Salim, M. A., & ST, M. (2018). *Estimasi Biaya Konstruksi*.
- Soeharto, I. (2017). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga.
- Sumargo, B. (2020). *Teknik sampling*. Unj press.
- Utama, B. K., & Raya, G. D. J. (2019). Kajian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Rigid Pavement Pada Kabupaten Indragiri Hilir (Paket Preservasi Rekonstruksi Jalan Sei. Akar-Bagan Jaya-Kuala Enok-Rumbai Jaya-Tembilahan).
- Wibowo, A., & Wuryanti, W. (2008). Model matematis penentuan interval profit yang wajar untuk pelaksanaan proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 15-26.