

## PENERAPAN COST SIGNIFICANT MODEL UNTUK ESTIMASI BIAYA PROYEK REHABILITASI RUANG KELAS BELAJAR PADA SEKOLAH NEGERI DI PROVINSI MALUKU

Yesia Tahapari<sup>1)</sup>, Giovianne Friensty Marantika<sup>2)\*</sup>

<sup>1,2)</sup> Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

<sup>1)</sup>[yesiatahapari141194@gmail.com](mailto:yesiatahapari141194@gmail.com) <sup>2)</sup>[giovianne.marantika@gmail.com](mailto:giovianne.marantika@gmail.com)

### ARTICLE HISTORY

Received:

October 28, 2025

Revised

December 16, 2025

Accepted:

December 31, 2025

Online available:

January 10, 2026

**Keyword:**

*Construction Cost Estimation, Cost Significant Model, Project Management.*

\*Correspondence:

Name: Giovianne F Marantika

E-mail:

[giovianne.marantika@gmail.com](mailto:giovianne.marantika@gmail.com)

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

### ABSTRACT

*This research examines the application of the Cost Significant Model (CSM) for estimating costs in classroom rehabilitation projects at public schools in Maluku Province. Given the region's challenging geographical characteristics and the urgent need to improve educational infrastructure, accurate and efficient cost estimation methods are essential to prevent budget overruns and delays. The study collects and analyzes historical budget data from similar projects implemented between 2019 and 2024. By identifying the most significant cost items that contributed to the largest share to total expenses, the CSM allows for targeted resource allocation and effective risk mitigation. The research employs quantitative methods, including inflation adjustments and multiple regression analysis, to develop a predictive cost estimation model. Model accuracy is assessed using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE), which shows a low average error of just 2.26%, confirming CSM's effectiveness and consistency with previous studies. The findings demonstrate that CSM is both efficient and reliable for early-stage cost estimation in educational facility rehabilitation, especially when detailed project information is limited. The study recommends integrating CSM with conventional methods for optimal results as project data availability improves.*

**Keywords:** *Construction Cost Estimation, Cost Significant Model, Project Management*

### 1. PENDAHULUAN

Estimasi biaya merupakan komponen esensial dalam manajemen proyek konstruksi, khususnya untuk proyek rehabilitasi ruang kelas belajar pada institusi pendidikan dasar dan menengah. Estimasi biaya berperan penting sejak awal proyek konstruksi untuk memperkirakan kebutuhan dana dalam setiap tahap pelaksanaannya (Johari & Almuhsy, 2024). Daerah Provinsi Maluku, dengan karakteristik geografis yang menantang dan kebutuhan mendesak akan perbaikan infrastruktur pendidikan yang memadai, implementasi model estimasi yang tepat menjadi krusial. Akurasi dalam estimasi biaya ini menjadi sangat penting karena

ketidaktepatan dapat mengakibatkan pembengkakan anggaran atau penghentian proyek di tengah jalan, yang berujung pada kerugian finansial dan tertundanya pemenuhan kebutuhan infrastruktur pendidikan (Challal & Tkouat, 2012).

Dalam konteks pembangunan di Provinsi Maluku, penerapan model estimasi biaya yang efektif dan akuntabel menjadi semakin relevan mengingat karakteristik geografis dan tantangan logistik yang mungkin mempengaruhi biaya konstruksi (Wulandari et al., 2019). Pendekatan model Cost Significant Model (CSM) dapat memberikan solusi untuk mengatasi tantangan ini dengan mengidentifikasi dan



menganalisis elemen-elemen biaya yang memiliki dampak paling signifikan terhadap total biaya proyek, sehingga memungkinkan alokasi sumber daya yang lebih efisien dan efektif (Cheng & Khasani, 2024; Chen et al., 2025).

Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan perencanaan proyek tetapi juga mendorong transparansi dan akuntabilitas dalam bagaimana dana publik digunakan, sehingga manajer proyek diberdayakan untuk membuat keputusan yang tepat yang dapat secara signifikan meningkatkan fasilitas pendidikan di Provinsi Maluku. Hal ini diperkuat oleh Johari & Almuhsy (2024) yang menyebutkan bahwa *Cost Significant Model* membantu mengidentifikasi dan mengelola risiko biaya proyek, sehingga meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan dan keberhasilan proyek.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji akurasi dari model persamaan dengan metode *Cost Significant Model* terhadap data uji berupa data proyek rehabilitasi ruang kelas belajar pada Sekolah Negeri di Provinsi Maluku, sehingga dapat terlihat sejauh mana model tersebut mampu merepresentasikan, memprediksi, dan mengendalikan biaya proyek secara nyata. Dengan demikian, penerapan *Cost Significant Model* dalam penelitian ini diharapkan mampu menjawab kebutuhan akan model estimasi biaya yang sesuai pada proyek rehabilitasi ruang kelas sekolah negeri di Provinsi Maluku.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### *Model Cost Significant dalam Estimasi Biaya*

*Model Cost Significant* merupakan pendekatan estimasi biaya yang mengidentifikasi dan memprioritaskan elemen-elemen biaya yang memiliki dampak paling signifikan terhadap total biaya proyek, sehingga memungkinkan fokus pada detail-detail yang paling berpengaruh (Yasinta et al., 2020). Pendekatan ini sangat relevan dalam proyek rehabilitasi ruang kelas, di mana komponen biaya seperti pembongkaran, perbaikan struktur, dan penggantian material seringkali menjadi penyumbang terbesar terhadap anggaran keseluruhan. Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang elemen-elemen biaya signifikan ini menjadi krusial untuk menghasilkan estimasi yang akurat dan dapat diandalkan, terutama dalam menghadapi dinamika harga material dan tenaga kerja di Provinsi Maluku.

Metode yang dikenal sebagai *Cost Significant Model* (CSM) digunakan untuk menghitung biaya konstruksi yang menggunakan prinsip bahwa sebagian besar biaya proyek ditanggung oleh sebagian kecil elemen pekerjaannya, biasanya 20% dari total biaya proyek. Prinsip-prinsip ini disebut dengan istilah

"prinsip Pareto". Oleh karena itu, item biaya signifikan (CSI), yang merupakan item pekerjaan yang paling berdampak pada biaya total proyek, menjadi pusat analisis (Tahapari et al., 2021). CSM adalah alat bantu untuk estimasi biaya awal pada tahap konseptual atau perencanaan proyek. Ketika data detail proyek belum tersedia secara lengkap, metode ini sangat berguna. Namun, perencana memerlukan gambaran perkiraan biaya yang dapat diandalkan (Herlambang, 2023). Penerapan model ini memerlukan identifikasi tingkat kerusakan bangunan dan perkiraan biaya pemeliharaan, seperti yang ditunjukkan pada studi rehabilitasi sekolah dasar yang menemukan bahwa biaya rehabilitasi minor untuk bangunan dengan tingkat kerusakan lebih tinggi akan signifikan (Fahrudin et al., 2020). Pendekatan ini juga mempertimbangkan interdependensi antar komponen biaya dan dampaknya terhadap keseluruhan anggaran proyek. Model ini juga sangat membantu dalam persiapan persyaratan anggaran untuk penanganan rehabilitasi gedung sekolah (Fahrudin et al., 2020).

### Konsep dan Penerapan *Cost Significant Model*

*Cost Significant Model* berfokus pada identifikasi elemen biaya yang memiliki dampak terbesar pada total biaya proyek. Dengan memahami faktor-faktor ini, pengambil keputusan dapat mengalokasikan sumber daya secara lebih efisien dan mengembangkan strategi mitigasi risiko biaya yang lebih efektif. Adapun kelebihan *Cost Significant Model* yakni:

1. Efektif untuk estimasi cepat dalam kasus di mana data proyek terbatas.
2. Fokus pada komponen proyek yang paling signifikan.
3. Bisa digunakan kembali untuk proyek dengan fitur serupa (Herlambang, 2023).

Kekurangan:

1. Dependensi pada kualitas dan relevansi data sejarah.
2. Hal ini hanya benar jika karakteristik proyek baru sebanding dengan data referensi.

### Aplikasi *Model Cost Significant* pada Proyek Konstruksi

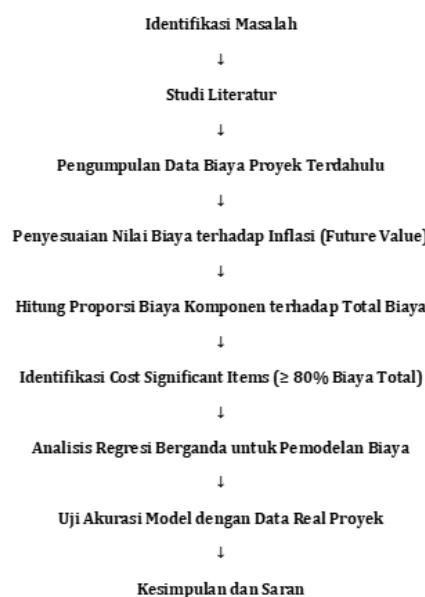
Penerapan *Model Cost Significant* dalam proyek konstruksi, termasuk rehabilitasi, memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi risiko biaya dan ketidakpastian yang dapat memengaruhi akurasi estimasi (Suardika, Yuni and Yuliana, 2024; Adi, St and Mt, 2015). Dengan memusatkan perhatian pada item-item biaya yang paling substansial, manajer proyek dapat mengalokasikan sumber daya dengan lebih efektif dan mengembangkan strategi mitigasi risiko yang tepat sasaran (Agusman, Prasetya and





memprediksi biaya di masa depan dengan mempertimbangkan variabel-variabel kunci yang signifikan (Fahrudin et al., 2020).

Flowchart pada Gambar 1 menggambarkan alur metode penelitian *Cost Significant Model* (CSM) berdasarkan langkah-langkah utama yang meliputi identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, penyesuaian inflasi, analisis proporsi biaya, identifikasi cost significant items, analisis regresi, uji akurasi, serta penarikan kesimpulan dan saran.



Sumber: Penelitian, 2025

**Gambar 1. Alur Penelitian**

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data historis dari proyek yang sudah dilaksanakan, data berjumlah 30 data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek rehabilitasi ruang kelas belajar pada sekolah negeri pada provinsi maluku dari tahun 2019 sampai 2024, data tersebut akan di bagi menjadi 2 yaitu data untuk analisis berjumlah 27 data dan data untuk menguji model berjumlah 3 data.

Berdasarkan data RAB terdapat 13 item pekerjaan sebagai variabel independent yaitu (X1) pekerjaan pendahuluan, (X2) pekerjaan tanah dan pondasi, (X3) pekerjaan struktur / beton, (X4) pekerjaan pasangan dan plesteran, (X5) pekerjaan pintu dan jendela, (X6) pekerjaan rangka dan atap, (X7) pekerjaan rangka dan plafond, (X8) pekerjaan lantai dll, (X9) pekerjaan elektrikal, (X10) pekerjaan taman, (X11) pekerjaan

finishing, (X12) pekerjaan akhir, dan (X13) pekerjaan drainase sedangkan untuk variabel dependent yaitu (Y) total biaya proyek tanpa PPN (Pajak Pertambahan Nilai).

### Penyesuaian Nilai Biaya Terhadap Inflasi

Data analisis disortir berdasarkan dari tahun yang kecil ke tahun yang sekarang. Selanjutnya dilakukan analisis data nilai biaya terhadap inflasi atau *future value* dengan memakai persamaan 1 dan 2, sehingga biaya item pekerjaan akan di proyeksikan ke tahun 2025.

Hasil analisis nilai *future value factor* (FVF) memakai persamaan 2 dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya dengan nilai FVF di Tabel 1 dikalikan dengan nilai biaya pada 13 item pekerjaan pada RAB sehingga nilai biaya akan menjadi nilai biaya tahun 2025.

**Tabel 1. Nilai Future Value Berdasarkan Tahun**

No	Tahun	FVF
1	2019	1.200
2	2020	1.161
3	2021	1.145
4	2022	1.120
5	2023	1.073
6	2024	1.045
7	2025	1.032

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

### Identifikasi Cost Significant Item

Analisis *Cost Significant Item* (CSI) untuk menentukan variabel bebas yang dipakai pada *Cost Significant Model*, dilakukan pengurutan proporsi komponen biaya dari nilai tertinggi hingga terendah. Selanjutnya, nilai proporsi tersebut dijumlahkan secara bertahap, dan komponen yang memiliki akumulasi sekurang-kurangnya 80% dari total biaya proyek dikategorikan sebagai *cost significant items*. Hasil Analisis CSI dapat dilihat pada Tabel 2. Variabel bebas yang dipakai (X3) pekerjaan struktur / beton, (X4) pekerjaan pasangan dan plesteran, (X5) pekerjaan pintu dan jendela, (X6) pekerjaan rangka dan atap, (X7) pekerjaan rangka dan plafond, (X8) pekerjaan lantai dll.



**Tabel 2. Variabel Cost Significant Item**

Variabel	Item Pekerjaan	Total Harga Pekerjaan	Persen	Kumulatif
X3	PEKERJAAN STRUKTUR / BETON	Rp 6,289,645,684.24	24.96%	24.96%
X6	PEKERJAAN RANGKA DAN ATAP	Rp 5,102,876,427.47	20.25%	45.22%
X4	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN	Rp 3,659,018,225.27	14.52%	59.74%
X7	PEKERJAAN RANGKA DAN PLAFOND	Rp 2,431,302,686.04	9.65%	69.39%
X8	PEKERJAAN LANTAI DLL	Rp 2,200,254,940.26	8.73%	78.12%
X5	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA	Rp 1,755,505,569.71	6.97%	85.09%
X2	PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI	Rp 1,352,192,422.72	5.37%	90.45%
X11	PEKERJAAN FINISHING	Rp 1,187,504,975.44	4.71%	95.17%
X1	PEKERJAAN PENDAHULUAN	Rp 481,228,857.82	1.91%	97.08%
X9	PEKERJAAN ELEKTRIKAL	Rp 475,300,641.36	1.89%	98.96%
X12	PEKERJAAN AKHIR	Rp 131,633,556.39	0.52%	99.49%
X13	PEKERJAAN DRAINASE	Rp 126,841,723.00	0.50%	99.99%
X10	PEKERJAAN TAMAN	Rp 2,868,725.88	0.01%	100.00%
Y	TOTAL BIAYA PROYEK	Rp 25,196,174,435.59	100.00%	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Variabel *cost significant item* yang sudah di dapat selanjutnya di analisis uji t memakai *software IBM SPSS Statistics 27* untuk mencari variabel bebas *cost significant item* yang berpengaruh terhadap variabel terikat total biaya proyek. Berdasarkan hasil uji t pada tabel 3 didapatkan variabel bebas yang nilai sig < 0,05 adalah variabel bebas yang berpengaruh pada variabel terikat sehingga didapatkan variabel bebas yang berpengaruh yaitu Variabel bebas yang dipakai (X3) pekerjaan struktur / beton, (X4) pekerjaan pasangan dan plesteran, (X6) pekerjaan rangka dan atap, (X7) pekerjaan rangka dan plafond, (X8) pekerjaan lantai dll.

**Tabel 3. Hasil Uji t**

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
1	(Constant)	11758500.99	18267033.10	.644	.527
	PEKERJAAN STRUKTUR / BETON	1.043	.083	.380	12.638 <.001
	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN	1.198	.154	.241	7.772 <.001
	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA	.410	.460	.026	.890 .384
	PEKERJAAN RANGKA DAN ATAP	1.221	.071	.349	17.106 <.001
	PEKERJAAN RANGKA DAN PLAFOND	1.980	.401	.165	4.944 <.001
	PEKERJAAN LANTAI DLL	.986	.182	.102	5.426 <.001

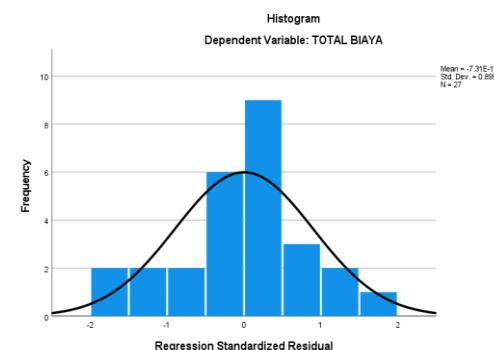
a. Dependent Variable: TOTAL BIAYA

Sumber: Analisis IBM SPSS,2025

## Uji Asumsi Klasik

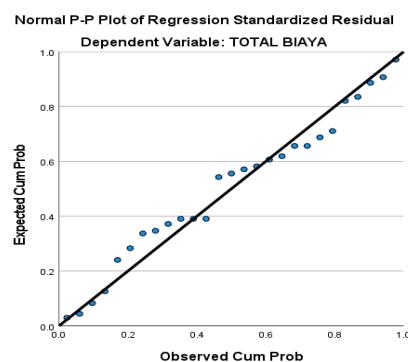
Berdasarkan hasil uji t akan di analisis regresi berganda dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics 27 untuk menentukan model persamaan. Uji asumsi klasik dilakukan untuk memastikan bahwa data memenuhi asumsi-asumsi dasar regresi, sehingga model yang dihasilkan valid, reliabel, dan tidak bias dalam memprediksi hubungan antarvariabel dan model regresi bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*)

Uji normalitas dengan metode Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk mendeteksi perbedaan antar distribusi empiris dan acuan (Cui et al., 2025). Uji normalitas menghasilkan nilai signifikansi residual sebesar 0,200 pada variabel X3, X4, X6, X7, dan X8. Nilai ini melebihi batas  $\alpha = 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa residual data terdistribusi secara normal. Uji normalitas juga dapat dilihat dari hasil analisis histogram pada Gambar 2 dilihat bahwa garis kurva berada ditengah sehingga data terdistribusi normal. Uji normalitas juga dapat dilihat dari hasil analisis normal P-P Plot pada Gambar 3 dilihat bahwa titik-titik mengikuti garis linear sehingga data terdistribusi normal. Berdasarkan uji normalitas maka dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi normal.



Sumber: Analisis IBM SPSS,2025

**Gambar 2. Hasil Analisis Histogram**



Sumber: Analisis IBM SPSS 2025

**Gambar 3. Hasil Analisis Normal P-P Plot**

Pengujian multikolinearitas merupakan suatu kondisi statistik ketika dua atau lebih variabel prediktor dalam model regresi berganda memiliki tingkat korelasi yang tinggi (Daoud, 2017). Hasil pengujian multikolinearitas terhadap variabel independen, yaitu X3, X4, X6, X7, dan X8, menunjukkan bahwa nilai toleransi masing-masing variabel lebih besar dari 0,10 dan nilai Variance Inflation Factor (VIF) lebih kecil dari 10 dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan kriteria tersebut, dapat disimpulkan bahwa antar variabel independen tidak terjadi gejala multikolinearitas.

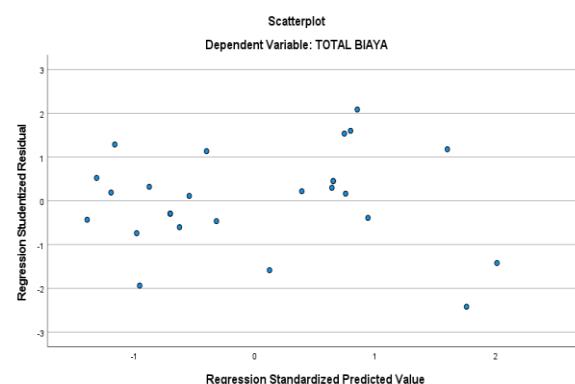
**Tabel 4. Hasil Multikolinearitas**

Model	Coefficients <sup>a</sup>			t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients			Beta	Tolerance
1	(Constant)	14071749.58	17991181.63	.782	.443		
	PEKERJAAN STRUKTUR / BETON	1.042	.082	.380	12.688	<.001	.238
	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN	1.233	.148	.248	8.316	<.001	.240
	PEKERJAAN RANGKA DAN ATAP	1.207	.069	.345	17.413	<.001	.542
	PEKERJAAN RANGKA DAN PLAFOND	2.220	.294	.185	7.542	<.001	.353
	PEKERJAAN LANTAI DLL	996	.180	.103	5.520	<.001	.618

a. Dependent Variable: TOTAL BIAYA

Sumber: Analisis IBM SPSS, 2025

Berdasarkan grafik *scatterplot* di Gambar 4, terlihat bahwa tidak terdapat pola yang jelas karena titik-titik data tersebar secara acak di sekitar sumbu Y, baik di atas maupun di bawah nilai 0 maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi gejala heteroskedastisitas.



Sumber: Analisis IBM SPSS 2025

Gambar 4. Hasil Analisis Scatterplot

Model Estimasi Biaya

Tabel 5 menyajikan data yang digunakan untuk membentuk persamaan regresi linear berganda berdasarkan variabel terikat (*dependent*) yang memenuhi kriteria penelitian sebagai berikut:

## Keterangan:

Y = Total Biaya Proyek  
 X3 = Biaya pekerjaan struktur / beton  
 X4 = Biaya pekerjaan pasangan dan plesteran  
 X6 = Biaya pekerjaan rangka dan atap  
 X7 = Biaya pekerjaan rangka dan plafond  
 X8 = Biaya pekerjaan lantai dll.

**Tabel 5. Nilai Koefisien Regresi**

		Coefficients <sup>a</sup>							
Model		Unstandardized Coefficients		Coefficients		t	Sig.	Statistics	
		B	Std. Error	Beta				e	VIF
5	(Constant)	14071749.576	17991181.626			0.782	0.443		
	X3	1.042	0.082	0.380	12.688	0.000	0.238	4.199	
	X4	1.207	0.069	0.345	17.413	0.000	0.542	1.844	
	X6	2.220	0.294	0.185	7.542	0.000	0.353	2.832	
	X7	1.233	0.148	0.248	8.316	0.000	0.240	4.158	
	X8	0.996	0.180	0.103	5.520	0.000	0.618	1.618	

a. Dependent Variable: TOTAL BIATA

### Akurasi Model Dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Tabel 6 yang ditampilkan merupakan tabel hasil perbandingan nilai biaya aktual proyek dengan estimasi biaya proyek berdasarkan metode *Cost Significant Model* pada tiga proyek rekonstruksi bangunan.

## Penerapan Cost Significant Model Untuk Estimasi



sekolah. Tabel ini menyajikan data biaya aktual, prediksi biaya, nilai error setiap proyek, dan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengukur tingkat akurasi metode estimasi sebesar 2,26%.

**Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai MAPE**

No	PROYEK	LOKASI	Y	Model	Err
			TOTAL BIAYA PROYEK (AKTUAL)	TOTAL BIAYA PROYEK (PREDIKSI)	
1	PEKERJAAN REKONSTRUKSI 4 RKB	RAB MIN 2 SBT	Rp 1,585,538,710.47	Rp 1,566,326,233.54	1.21
2	REKONSTRUKSI 4 RKB GEDUNG B	Min 2 SBB	Rp 1,278,893,318.45	Rp 1,217,795,509.33	4.78
3	PEKERJAAN REKONSTRUKSI GEDUNG 3 RKB G	MTS 2 SBT	Rp 1,230,494,126.69	Rp 1,220,743,472.46	0.79
MAPE					2.26

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

## Pembahasan

Nilai akurasi estimasi menggunakan *Cost Significant Model* tergolong sangat baik, terlihat dari nilai error yang rendah pada setiap proyek, yakni berkisar antara 0,79% hingga 4,78%, dengan rata-rata MAPE sebesar 2,26%. Hasil ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya, di mana beberapa studi melaporkan rata-rata akurasi estimasi biaya dengan model ini berada pada kisaran MAPE 1% hingga maksimal sekitar 11% tergantung karakter proyek dan ketersediaan data historis, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian oleh (Prathama et al., 2017) dengan rata-rata akurasi 96,51%, maupun studi lain di Kota Manado dengan rentang akurasi -11,79% hingga 11,43%. Temuan ini menegaskan bahwa prediksi biaya melalui *Cost Significant Model* memiliki kecenderungan kuat mendekati nilai aktual, sehingga model tersebut sangat efektif untuk estimasi pada tahap awal perencanaan atau tender jika dibandingkan dengan model konvensional yang pada umumnya memerlukan waktu dan data lebih banyak namun belum tentu menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

*Cost Significant Model* (CSM) merupakan suatu metode estimasi biaya yang bersifat praktis, efisien, serta mampu menghasilkan tingkat akurasi tinggi, khususnya pada tahap awal perencanaan proyek. Meskipun demikian, penggunaannya disarankan untuk dikombinasikan dengan metode konvensional agar hasil estimasi menjadi lebih optimal seiring meningkatnya ketersediaan informasi proyek. Temuan penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesalahan

(error) dan nilai rata-rata MAPE pada model ini tergolong sangat rendah, yaitu berkisar antara 0,79% hingga 4,78% dengan rata-rata 2,26%, yang menandakan bahwa hasil prediksi biaya mendekati nilai aktual dan konsisten dengan hasil studi terdahulu yang menunjukkan tingkat akurasi serupa. Oleh karena itu, penerapan CSM secara terpadu dengan metode konvensional dapat meningkatkan efektivitas serta ketepatan estimasi biaya konstruksi di berbagai tahapan proyek.

### 5.2. Saran

Pada penelitian ini masih banyak kekurangan sehingga model estimasi biaya dapat dikembangkan dengan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Penelitian selanjutnya dianjurkan untuk mengembangkan *Cost Significant Model* (CSM) yang terspesialisasi berdasarkan jenis proyek, seperti proyek gedung bertingkat, jalan, maupun infrastruktur air, agar tingkat akurasi estimasi biaya dapat lebih optimal dan selaras dengan karakteristik masing-masing pekerjaan konstruksi.
2. Diperlukan penghimpunan serta pembaruan data biaya proyek secara lebih menyeluruh dan representatif agar model yang dikembangkan memiliki kemampuan prediksi yang lebih akurat serta dapat diterapkan secara lebih luas.
3. Penerapan machine learning atau data mining dapat diintegrasikan dengan *Cost Significant Model* (CSM) guna meningkatkan efisiensi dan akurasi proses estimasi biaya yang didasarkan pada data historis proyek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, A.F. et al., 2025, *Penerapan Value Engineering Sebagai Strategi Efisiensi Dengan Optimalisasi Local Resource Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Guest House di Sumba Timur, NTT)*. AGREGAT, 10(1), p. 1225, doi:10.30651/ag.v10i1.26099
- Agusman, A., Prasetya, H.B. and Purba, H.H., 2021. *Tinjauan dan Analisis Risiko dalam Proyek Konstruksi Bangunan: Studi Literatur*. Jurnal Teknologi dan Manajemen, 19(2), p. 41, doi:10.52330/jtm.v19i2.29
- Challal, A. and Tkiouat, M. 2012. *The Design of Cost Estimating Model of Construction Project: Application and Simulation*. Open Journal of Accounting, 1(1), p. 15, doi:10.4236/ojacct.2012.11003



- Chen, G. et al., 2025, *Machine Learning-Based Cost Estimation Models for Office Buildings*. Buildings, 15(11), p. 1802, doi:10.3390/buildings15111802
- Cheng, M. dan Khasani, R.R., 2024, *Least Square Moment Balanced Machine: A New Approach To Estimating Cost To Completion For Construction Projects*, Journal of Information Technology in Construction, 29, p. 503, doi:10.36680/j.itcon.2024.023
- Cui, E.H., Li, Y., Liu, Z., 2025, *The Kolmogorov-Smirnov Statistic Revisited*, arXiv: 2503.11673
- Daoud, J.I., 2017, *Multicollinearity and Regression Analysis*, Journal of Physics: Conf. Series 949 012009, doi:10.1088/1742-6596/949/1/012009
- Fahruruddin, F., Mangitung, D.M. and Rizal, A.H., 2020, *Identification of Damage Level and Cost Estimate of Building Maintenance of Elementary School*, MATEC Web of Conferences, 331, p. 1005, doi:10.1051/matecconf/202033101005
- Ghuzdewan, T.A. and Narindri, B.P.K., 2018, *Project Cost Estimation Based on Standard Price of Goods and Services (SHBJ)*, MATEC Web of Conferences, 159, p. 1012, doi:10.1051/matecconf/201815901012
- Ghozali, I., 2018, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS 25*, Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Harris, R.S., 2006, *Fundamentals of Discounted Cash Flow*, SSRN Electronic Journal [Preprint]. doi:10.2139/ssrn.909070
- Herlambang, A., 2023, *Penggunaan Metode Cost Significant Model untuk Estimasi Biaya Konstruksi Gedung*, Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas, 7(2), 115–124. Tersedia di: <https://iptek.its.ac.id/index.php/jmaif/article/download/21673/8652> (Diakses: 21 Mei 2024)
- Johari, G.J., Almuhsy, M.R., 2024, *Penerapan Metode Cost Significant Model pada Estimasi Biaya Pembangunan Peningkatan Jalan*, Jurnal Konstruksi, 22(1), p. 1-12, doi: 10.33364/konstruksi.v.22-1.1427
- Macdonald, A.S., 2014, *Present Values and Accumulations*, Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. doi:10.1002/9781118445112.stat04363
- Putri, E.R.S., Adam, R., dan Padilah, M., 2021, *Penerapan Analisis Regresi Linier Berganda untuk Pemeringkatan Perguruan Tinggi di Kota Medan*, Jurnal Dinamika Sains dan Inovasi (DSI), 7(2), hlm. 122–134
- Prathama, I W. B., Suparma, L. B., & Suryawati, I., 2017, *Penggunaan Metode Cost Significant Model Untuk Estimasi Biaya Konstruksi Gedung*, Jurnal Teknik Sipil, 24(1), 39-47
- Soeparyanto, T.S. et al., 2024, *Penggunaan Standar Metode Work Breakdown Structure (WBS) Pada Proyek Pembangunan Gudang BPBD dan Rumah Jabatan Dandim*, Sultra Civil Engineering Journal, 5(2), p. 300, doi:10.54297/sciej.v5i2.626
- Suardika, I.N., Yuni, N.K.S.E. and Yuliana, N.P.I., 2024, *Risk Analysis of Implementation of Cost Estimation Activities for Construction Projects*, Advances in Engineering Research. Atlantis Press, p. 229, doi:10.2991/978-94-6463-587-4\_27
- Sulantari, S., 2024, *Analisis Regresi Linier Berganda Untuk Memodelkan Data Perekonomian Makro di Provinsi Jawa Tengah*, Jurnal Matematika Komputasi dan Informatika (UJMC), 8(1), hlm. 15–25
- Tahapari, Y., Nugroho, A.S.B. dan Suparma, L.B., 2021, *Model Estimasi Biaya dengan Cost Significant Model pada Proyek Peningkatan Jalan Aspal di Yogyakarta*, Jurnal Teknik Sipil, 15(2), 120–133. Tersedia di: <https://ojs.uajy.ac.id/index.php/jts/article/download/4778/2240>
- Yasinta, R.B., Utomo, C. and Rahmawati, Y., 2020, “A Literature Review of Methods in Research on Green Building Cost Analysis”, IOP Conference Series Materials Science and Engineering. IOP Publishing, p. 12014, doi:10.1088/1757-899x/930/1/012014
- Wahyudin, R., Primajaya, E. dan Irawan, A., 2020, *Implementasi Algoritma Regresi Linier Berganda untuk Prediksi Penjualan di D'Kopikap*, Jurnal Teknologi dan Informatasi (JUTITI), 5(1), hlm. 115–123
- Wulandari, E. et al., 2019, *The Cost Estimation Using ‘Cost Significant Model’ on The Structure of Beam Girderdi Development of DPU Bina Marga Bridge Province In East Java*, Journal of Physics Conference Series, 1364(1), p. 12076, doi:10.1088/1742-6596/1364/1/012076