

Model Estimasi Biaya Dengan *Cost Significant Model* Proyek Peningkatan Jalan di Minahasa Tenggara

Stefani Switly Peginusa¹, Geertje E. Kandiyoh², Dian Puspita Sari³, Dwars Soukotta⁴,
Mycele Wala⁵

Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado ^{1,2,3,4,5}
E-mail: switly.peginusa@polimdo.ac.id

Abstrak

Proyek infrastruktur jalan umumnya membutuhkan biaya yang besar. Kesalahan dalam perkiraan biaya dapat mengakibatkan munculnya kendala, hasil perkiraan yang kurang maksimal dan potensi kerugian hingga terhentinya proyek. Perkiraan biaya konstruksi dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya dengan metode *Cost significant model*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui komponen pekerjaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap total biaya proyek, menentukan model estimasi biaya proyek dan mengetahui tingkat akurasi model tersebut. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi peningkatan jalan di Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara. Data yang digunakan sebanyak 6 paket pekerjaan peningkatan jalan dari tahun 2020 sampai 2022. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif dan analisis infrensial. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan perkerasan berbutir, perkerasan aspal dan struktur merupakan komponen pekerjaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap total biaya proyek peningkatan jalan di Kabupaten Minahasa Tenggara. Diperoleh model estimasi biaya proyek dengan metode *Cost Significant Model*, yaitu $Y = 1,264(X_4) - 1,138(X_5) + 1,881(X_6) + 331.970,303$. Tingkat akurasi model estimasi ini memiliki rentang nilai akurasi minimal -10,683% dan maksimal 7,558%. Berdasarkan klasifikasi AACE International tingkat keakuratan estimasi berada di kelas 2. Model ini dapat disiapkan sebagai baseline control dari kontraktor dan update baseline control dari pemilik.

Kata Kunci: *Cost Significant Model*, Estimasi Biaya.

Abstract

Road infrastructure projects generally require large costs. Errors in cost estimates can result in obstacles, less than optimal estimated results and potential losses or even project termination. Estimating construction costs can be done using various methods, one of which is the *Cost significant model* method. The aim of this research is to determine the work components that significantly influence the total project cost, determine the project cost estimation model and determine the level of accuracy of the model. This research was conducted on a road improvement construction project in Southeast Minahasa Regency, North Sulawesi Province. The data used is 6 road improvement work packages from 2020 to 2022. The analysis techniques used in this research are descriptive statistical analysis and infrenential analysis. Based on the research results, it can be concluded that granular pavement work, asphalt pavement and structures are work components that have a significant influence on the total cost of road improvement projects in Southeast Minahasa Regency. A project cost estimation model was obtained using the *Cost Significant Model* method, namely $Y = 1,264(X_4) - 1,138(X_5) + 1,881(X_6) + 331.970,303$. The accuracy level of this estimation model has a minimum accuracy value range of -10.683% and a maximum of 7.558%. Based on the AACE International classification, the level of accuracy of the estimate is in class 2. This model can be prepared as a baseline control from the contractor and an updated baseline control from the owner.

Keywords: *Cost Significant Model, Cost Estimation.*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan di Kabupaten Minahasa Tenggara adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk mendorong perkembangan dan pemerataan perekonomian daerah di Provinsi Sulawesi Utara. Berkembangnya ekonomi dan pariwisata di daerah ini memicu bertambahnya kepemilikan kendaraan serta kebutuhan distribusi barang dan jasa yang tinggi sehingga peningkatan kebutuhan akan jalan sebagai fasilitas prasarana transportasi meningkat. Peningkatan jalan di suatu daerah adalah upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut menjadi suatu keharusan yang tidak dapat dihindari.

Menurut Permen PUPR No. 03/PRT/M/2015 dijelaskan pengertian dari peningkatan jalan adalah kegiatan penanganan untuk dapat meningkatkan kemampuan ruas-ruas jalan dalam kondisi tidak mantap atau kritis agar ruas jalan tersebut dalam kondisi mantap sesuai dengan umur rencana (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2016).

Proyek konstruksi jalan pada umumnya membutuhkan biaya yang besar. Kesalahan dalam perkiraan biaya dapat mengakibatkan munculnya kendala-kendala selama pelaksanaan pekerjaan yang pada gilirannya dapat juga memicu hasil perkiraan yang kurang maksimal dan potensi kerugian hingga terhentinya proyek (Tahapari, Nugroho, and Suparma 2021). Dilain pihak keterbatasan data, waktu dan informasi menjadi kendala dalam menentukan biaya pekerjaan yang diperlukan. Sehingga keterbatasan ini akan mengakibatkan ketidaktepatan dalam menghitung estimasi biaya yang berpengaruh terhadap efisiensi proyek terganggu dan memicu kerugian. Dengan kompleksitas dan ketidakpastian yang tinggi suatu proyek konstruksi, keterbatasan waktu, data dan informasi, estimasi tidak mungkin didasarkan pada perhitungan kuantitas pekerjaan karena uraian dan spesifikasi pekerjaan yang belum tersusun. Untuk itu pemilik proyek memerlukan suatu model estimasi biaya yang mudah dikembangkan, akurat dan dapat dipertanggung jawabkan.

Estimasi biaya adalah seni untuk memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu (Soeharto 1999) Estimasi biaya terbagi dua, yaitu estimasi biaya langsung dan estimasi biaya tidak langsung. Estimasi biaya langsung dihitung berdasarkan perkalian harga suatu penawaran dengan volume pekerjaan yang mengacu pada Gambar dan spesifikasi teknis. Sedangkan perkiraan biaya tidak langsung tidak mudah dilakukan karena tidak adanya rujukan informasi yang akurat sebagaimana halnya dengan Gambar dan spesifikasi teknis (Nugroho and Mulyono 2015).

Ada beberapa teknik model estimasi yang berkembang saat ini yaitu metode parametrik (*parametric estimating*), metode *artificial neural network*, metode *casebased reasoning*, metode *feature based costing*. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Cost significant model*. Menurut Poh dan Horner (1995) dalam jurnal "*Cost-significant modelling-its potential for use in south-east Asia*" *Cost Significant Model* adalah model perkiraan biaya konstruksi berdasarkan informasi dan data proyek terdahulu, lebih mengandalkan harga paling signifikan yang mempengaruhi biaya total proyek, kemudian diterjemahkan kedalam analisis regresi. Metode ini menggunakan data dari proyek-proyek konstruksi terdahulu dan sejenis untuk merumuskan suatu model matematika sehingga dapat digunakan dalam proses estimasi. Dengan berlandaskan pada data dan informasi dengan 20% materi pekerjaan yang paling mahal termuat dalam 80% dari nilai

total biaya proyek dan mengandalkan data dari proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, sehingga dimungkinkan akan memiliki materi-materi *cost significant* yang sama.

Metode *Cost Significant Model* yang digunakan dengan mendasarkan pada analisa data proyek yang lalu (Bachtiar 2016), mempunyai langkah-langkah sebagai berikut:

- Tidak mengikutsertakan item pekerjaan yang terkadang jumlahnya cukup besar namun tidak setiap pekerjaan ada. Item-item tersebut sering merupakan variabel biaya tinggi dan tergantung sekali pada karakteristik lapangan dan persyaratan konsumen, sehingga akan menghambat keakuratan pengembangan model.
- Mengelompokkan item-item pekerjaan dimana penggabungan item pekerjaan bisa dilaksanakan apabila pekerjaan tersebut mempunyai satuan ukuran yang sama, harga satuannya tidak berbeda secara signifikan, atau bisa menggambarkan operasi kerja lapangan.
- Menghitung pengaruh *time value* terhadap harga-harga item pekerjaan. Harga pekerjaan pada tahun pelaksanaan disesuaikan dengan harga pada tahun yang diproyeksikan dengan memperhitungkan faktor inflasi.
- Mencari *cost-significant items*, yang diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% total biaya proyek.
- Membuat model biaya dari *cost significant items* yang telah ditentukan.
- Mencari rata-rata *Cost Model Faktor (CMF)*. CMF didapatkan dengan cara membagi nilai proyek yang didapatkan dari model dengan nilai aktual proyek.
- Menghitung estimasi biaya proyek dari *Cost Significant Model*, dengan cara membagi nilai proyek yang diprediksi dari model dengan rata-rata CMF.
- Menghitung akurasi model dalam bentuk presentase dari selisih antara harga yang diprediksi dengan harga sebenarnya dibagi dengan harga sebenarnya.

Dalam beberapa penelitian terdahulu terkait penggunaan model estimasi *Cost Significant Model* ditemukan hasil sebagai berikut; Nurpa'i, dkk (2020) menemukan komponen pekerjaan perkerasan bebutir dan perkerasan aspal berpengaruh signifikan terhadap total biaya pembangunan peningkatan jalan di Kabupaten Sukabumi dengan nilai sebesar 84,70% sedangkan sisanya sebesar 15,30% dipengaruhi oleh pekerjaan lainnya. Mutia, dkk (2022) melakukan penelitian estimasi biaya dengan metode *Cost Significant Model* pada konstruksi jalan di Kabupaten Aceh Timur ditemukan item pekerjaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap biaya aktual proyek yaitu item pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat kelas B dan item pekerjaan Laston AC BC. Tingkat keakuratan hasil estimasi berkisar antara -35.81% s.d. +16.18 % berada di kelas 4 klasifikasi *AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering)*. Salindeho, dkk (2022) melakukan penelitian estimasi pada konstruksi jalan di Kota Manado dengan *Cost Significant Model* dimana 99,5% biaya total dipengaruhi oleh pekerjaan struktur, pekerjaan aspal dan pekerjaan berbutir yang memiliki korelasi yang sangat kuat. Akurasi model estimasi biaya adalah berkisar antara -11,794 % dan 11,433 % dengan tingkat akurasi berada di kelas 3 menurut *AACE International*. Yuliana, dkk (2020) melakukan penelitian estimasi biaya dengan metode *Cost Significant Model* pada pemeliharaan jalan Kota Banjarbaru ditemui pekerjaan struktur dan pekerjaan perkerasan aspal merupakan komponen pekerjaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap total biaya proyek pemeliharaan jalan. Dengan tingkat keakuratan hasil estimasi berada di kelas 1 Klasifikasi *AACE International* yang memiliki batas bawah -3% sampai -10% dan batas atas 3% sampai 15%.

Tujuan penelitian yang dilakukan memiliki kemiripan dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu untuk mengetahui komponen pekerjaan yang berpengaruh secara signifikan

terhadap total biaya proyek, menentukan model estimasi biaya proyek dengan metode *Cost Significant Model*, dan mengetahui tingkat akurasi dari model tersebut. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi peningkatan jalan di Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara. Dari penelitian ini diharapkan juga manfaat untuk meningkatkan kemampuan dalam perencanaan dan pemodelan estimasi biaya proyek bagi pelaku konstruksi, dapat menjadi bahan acuan model estimasi yang akurat yang dapat diterapkan dalam menyusun proyek yang serupa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil lokasi di Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara. Dengan menggunakan data sekunder berupa data histori dari proyek yang sejenis yang diperoleh dari dokumen proyek yang sudah ada pada Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Minahasa Tenggara. Adapun paket-paket proyek tersebut terdiri dari 6 (enam) paket proyek peningkatan jalan. Data tersebut dievaluasi dengan menggunakan metode sampling yaitu dengan mengumpulkan data dari sebagian populasi yang dianggap mewakili keseluruhan ciri populasi yang dikehendaki (Sugiyono 2016). Pengambilan data dilakukan dengan ketentuan yaitu data yang diambil berupa daftar kuantitas dan harga paket pekerjaan jalan dari tahun 2020 sampai dengan 2022, yang berjumlah 6 (enam) paket.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif dan analisis inferensial. Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku secara umum atau generalisasi. Sehingga jenis analisis ini bersifat mendukung analisis selanjutnya. Analisa statistik inferensial meliputi analisis regresi berganda yang dipergunakan untuk mengetahui model estimasi biaya total proyek. Metode regresi berganda ini menggunakan asumsi bahwa biaya total konstruksi sebagai variabel terikat dan item-item biaya signifikan sebagai variabel bebas. Untuk dapat melaksanakan tahapan teknik analisis data, pada tahap awal data dikelompokkan berdasarkan variabel–variabel tersebut di atas (Astana 2017).

Tahap analisis data untuk merencanakan estimasi biaya dengan metode *Cost Significant Model* adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data historis dari proyek sejenis. Data tersebut berupa 6 (enam) sampel data kuantitas pekerjaan pada paket pekerjaan jalan tahun anggaran 2020 sampai dengan 2022, dan merupakan biaya tanpa Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang diadakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Minahasa Tenggara.

2. Pengaruh *Time Value*

Perhitungan data yang didapat pada penelitian ini, yaitu dari proyek tahun 2020 sampai dengan 2022 akan dikonversikan ke tahun yang sama yaitu tahun 2022 dan dihitung menggunakan rumus Future Value (FV) sebagai berikut :

$$F = P(1 + i)^n \quad (1)$$

Keterangan :

F = nilai harga pada proyeksi yang ditentukan

P = harga sebelum diproyeksikan

i = faktor inflasi

- n = tahun proyeksi
3. Proporsi Komponen Biaya
Proporsi tiap komponen biaya terhadap biaya total proyek dicari dengan menghitung presentase rata-rata tiap komponen biaya terhadap rata-rata total biaya proyek.
 4. *Cost Significant Item*
Cost significant items diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% jumlah biaya.
 5. Uji Persyaratan Analisis
Untuk mendapatkan model regresi yang bersifat *Best Linier Unbias Estimator* (BLUE), perlu dilakukan uji asumsi klasik. Uji asumsi klasik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, dan autokorelasi.
 6. Analisis Data
Analisis data yang digunakan adalah regresi berganda dengan bantuan program SPSS, yaitu pengujian Koefisien korelasi (R), Koefisien determinasi, Uji ANOVA atau uji F.
 7. Pengujian Model
Menurut Poh dan Horner (1995), pengujian model bisa dilakukan dengan membagi biaya estimasi model dengan *Cost Model Factor* (CMF). Merupakan rata-rata rasio dari biaya estimasi model dengan biaya estimasinya dalam bentuk persentase dan dievaluasi secara sederhana sebagai selisih antara harga yang diprediksi dengan harga yang sebenarnya sesuai dengan rumus berikut:

$$Akurasi = \frac{(Ev - Av)}{Av} \cdot 100\% \quad (2)$$

Dimana :

Ev = *Estimated bill value* (harga yang diprediksi)

Av = *Actual bill value* (harga yang sebenarnya)
 8. Input tingkat akurasi model dalam klasifikasi AACE
Hasil perhitungan tingkat akurasi *Cost Significant Model* dimasukkan dalam klasifikasi AACE (*Association for the Advancement of Cost Engineering*) Internasional (2020) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Estimasi Biaya Berdasarkan AACE International

<i>Estimate Class</i>	<i>Primary Characteristic</i>		<i>Secondary Characteristic</i>	
	<i>Maturity Level Of Project Definition Deliverables</i> (Expressed as % of complete definition)	<i>End Usage</i> (Typical purpose of estimate)	<i>Methodology</i> (Typical estimating method)	<i>Expected Accuracy Range</i> (Typical variation in low and high ranges at an 80% confidence interval)
Class 5	0% to 2%	Functional Area, or Concept Screening	SF or m ² factoring, Parametric Models, Judgment, or Analogy	Low: -20% to -30% High: +30% to +50%
Class 4	1% to 15%	or Schematic Design or Concept Study	Parametric Models, Assembly Driven Models	Low: -10% to -20% High: +20% to +30%

<i>Class 3</i>	<i>10% to 40%</i>	<i>Desing Development, Budget Authorization, Feasibility</i>	<i>Semi-Detailed Unit Cost with Assembly Level Line Items</i>	<i>Low: -5% to -15% High: +10% to +20%</i>
<i>Class 2</i>	<i>30% to 75%</i>	<i>Control or Bid/Tender, semi- detailed</i>	<i>Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off</i>	<i>Low: -5% to -10% High: +5% to +15%</i>
<i>Class 1</i>	<i>65% to 100%</i>	<i>Check Estimate or Pre Bid/Tender, Change Order</i>	<i>Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off</i>	<i>Low: -3% to -5% High: +3% to +10%</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Variabel & Pengelompokan Item Pekerjaan

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi variabel yang akan digunakan. Biaya total pekerjaan adalah variabel terikat dan komponen biaya pekerjaan adalah variabel bebas. Pada setiap sampel, item-item pekerjaan masing-masing data adalah berbeda. Sehingga dilakukan penggabungan item pekerjaan agar diperoleh variabel yang sama dengan satuan ukuran yang sama serta mendapat karakteristik yang sama untuk dilakukan pengembangan model. Untuk item pekerjaan berbeda dan tidak signifikan tidak dimasukkan.

Setiap sampel data memiliki luas yang berbeda, karena itu dilakukan penyesuaian data dengan membuat setiap data dalam satuan biaya per luas (Rp/m²). Biaya total pekerjaan dan biaya item-item pekerjaan disetiap sampel data dibagi dengan luas bangunan. Sehingga biaya total bangunan adalah biaya per satuan luas bangunan dan biaya tiap item-item pekerjaan adalah komponen tiap item pekerjaan per satuan luas bangunan dari data tahun 2020 sampai 2022.

3.2 Perhitungan Pengaruh Time Value

Pelaksanaan proyek ini dilaksanakan pada tahun 2020 sampai dengan 2022, maka untuk keseragaman dengan proyek-proyek lain yang juga sebagai data masukkan, masing – masing harga harus di bawa ke harga pada tahun yang ditentukan, dalam hal ini di proyeksikan ke tahun 2024. Sehingga besarnya harga harus disesuaikan dengan inflasi yang berlaku pada tahun itu. Data inflasi yang digunakan adalah data inflasi dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara (BPS 2022) dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

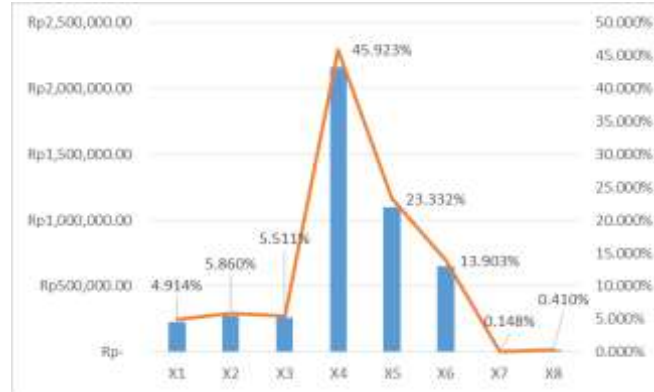
Tabel 2. Data Inflasi

Tahun	Inflasi Umum (%)
2018	3,83
2019	3,52
2020	-0,18
2021	2,65
2022	4,00

Contoh perhitungan pengaruh *time value* untuk biaya total proyek tahun 2020 yang di proyeksi ke tahun 2024. Biaya total proyek (Y) = Rp. 529.415,15 (1+ (-0,0018))⁴ = Rp. 525.613,64.

3.3 Proporsi Komponen Biaya

Proporsi tiap komponen biaya terhadap biaya total proyek didapat dengan menghitung presentase rata-rata tiap komponen biaya terhadap rata-rata total biaya proyek. Adapun hasil perhitungannya dapat di lihat pada Gambar 1 dibawah ini.

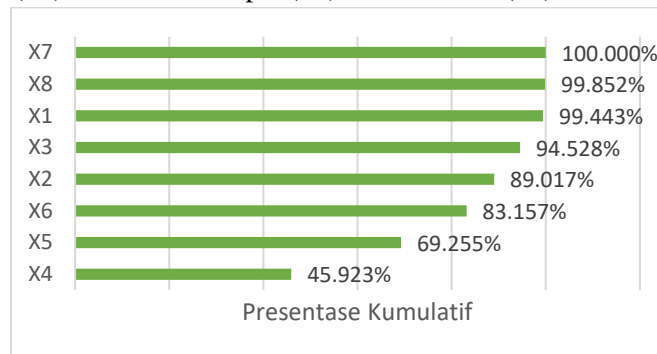


Gambar 1. Proporsi Biaya Item Pekerjaan Per m2

Dari Gambar 1 diatas dapat dilihat proporsi biaya per item pekerjaan peningkatan jalan adalah sebagai berikut; Biaya Umum (X₁) sebesar 4,914%, Pekerjaan Drainase (X₂) sebesar 5,860%, Pekerjaan Tanah dan Geosintetik (X₃) sebesar 5,511%, Perkerasan Berbutir (X₄) sebesar 45,923%, Perkerasan Aspal (X₅) sebesar 23,332%, Struktur (X₆) sebesar 13,903%, Pekerjaan Harian dan lain-lain (X₇) sebesar 0,148% dan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (X₈) sebesar 0,410%.

3.3 Cost Significant Item

Cost Significant Items di identifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% jumlah biaya. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa variabel X₄, X₅ dan X₆ sudah menyusun 80% biaya total (Y). Maka, dapat disimpulkan bahwa Perkerasan Berbutir (X₄), Perkerasan Aspal (X₅), dan Struktur (X₆) adalah *Cost Significant Items*.



Gambar 2. Cost Significant Items

3.4 Uji Asumsi Klasik

Pada pengujian ini akan dilakukan uji normalitas, uji multikolinearitas dan uji heteroskedastitas dari data yang diperoleh. Uji asumsi klasik dilakukan dengan bantuan program SPSS versi 22.

3.4.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan uji *Shapiro Wilk*, dikarenakan data 6 (enam) sampel kurang dari 50 (lima puluh) sampel. Cara menentukan apakah data terdistribusi normal atau tidak dengan uji *Shapiro Wilk* adalah dengan melihat tingkat signifikansi tiap variabel lebih dari 0.05 atau tidak. Hasil uji pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat signifikansi masing-masing variabel lebih besar dari tingkat signifikansi yang disyaratkan ($> 0,05$). Maka dapat disimpulkan bahwa variabel terdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Normalitas

	Statistic	df	Sig.
Perkerasan Berbutir (X_4)	.988	6	.985
Perkerasan Aspal (X_5)	.862	6	.197
Struktur (X_6)	.965	6	.855
Total Biaya Pekerjaan (Y)	.959	6	.814

3.4.2 Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang linear antara variabel bebas. Dasar pengambilan keputusan menurut Ghazali (2016), tidak terjadi gejala multikolinearitas jika nilai *tolerance* $> 0,10$ dan nilai *VIF* $< 10,00$. Hasil analisis yang dilakukan berdasarkan Tabel 4 dibawah ini, menunjukkan bahwa semua variabel yang di uji memiliki nilai *tolerance* $> 0,10$ dan nilai *VIF* $< 10,00$. Maka dapat disimpulkan bahwa variabel X_4 , X_5 dan X_6 tidak terjadi gejala multikolinearitas.

Tabel 4. Uji Multikolinearitas

	Sig.	Tolerance	VIF
Perkerasan Berbutir (X_4)	.014	.200	5.011
Perkerasan Aspal (X_5)	.026	.861	1.162
Struktur (X_6)	.015	.191	5.247

3.4.3 Uji Heteroskedastisitas

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians dari nilai residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Cara untuk mengetahui terjadi gejala heteroskedastisitas atau tidak yaitu dengan melakukan uji Glejser. Dasar pengambilan keputusan uji Glejser adalah jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka tidak terjadi gejala heteroskedastisitas pada model regresi. Sebaliknya, jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka terjadi gejala heteroskedastisitas pada model regresi. Tabel 5 dibawah ini menunjukkan hasil analisis yang dilakukan terhadap variabel item pekerjaan.

Tabel 5. Uji Heteroskedastisitas

	t	Sig.
Perkerasan Berbutir (X_4)	-.415	.719
Perkerasan Aspal (X_5)	.245	.829
Struktur (X_6)	-.158	.889

Dari hasil analisis pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa variabel X_4 , X_5 dan X_6 memiliki nilai signifikansi $> 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi gejala heteroskedastisitas pada model regresi.

3.5 Model Regresi Berganda

Analisis model regresi berganda digunakan karena model ini dapat menggunakan 2 (dua) atau lebih variabel independen. Tetapi bisa saja tidak semua variabel independen mempengaruhi variabel dependen.

Tabel 6. Model Regresi Berganda

Model	Unstandardized Coefficients	
	B	Std. Error
(Constant)	331970.303	74332.035
Perkerasan Berbutir (X_4)	1.264	.152
Perkerasan Aspal (X_5)	-1.138	.186
Struktur (X_6)	1.881	.233

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, Tabel 6 diatas menunjukkan model regresi yang didapat yaitu:

$$Y = 1,264 (X_4) - 1,138 (X_5) + 1,881 (X_6) + 331.970,303 \quad (3)$$

Dimana:

Y = Estimasi Biaya Total Proyek

X_4 = Perkerasan Berbutir

X_5 = Perkerasan Aspal

X_6 = Struktur

Selanjutnya, dilakukan analisis determinasi untuk mengetahui besar presentase variasi dalam variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variabel independen. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Koefisien Determinasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.988a	.977	.941	16855.68260

Dari Tabel 7, dapat diketahui nilai *R square* sebesar 0,977 atau sama dengan 97,7%. Angka tersebut mengandung arti bahwa variabel X_4 , X_5 dan X_6 secara simultan atau bersama-sama berpengaruh terhadap variabel Y sebesar 97,7%. Sedangkan sisanya 2,3% dipengaruhi oleh variabel lain diluar persamaan regresi ini.

Setelah mengetahui koefisien determinasinya, dilakukan uji Anova (F) dan Uji t. Berdasarkan uji Anova yang dilakukan diketahui nilai signifikansi sebesar 0,035 atau lebih kecil dari 0,05, dan nilai F hitung sebesar 27,794 lebih besar dari F Tabel sebesar 9,277. Artinya, variabel independen secara signifikan menjelaskan variabel dependen dan terdapat pengaruh secara simultan variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y).

Uji t dilakukan dengan membandingkan antara t hitung dengan t Tabel. Jika nilai t hitung $> t$ Tabel maka pengaruh variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y) dapat diterima. Diketahui, nilai t Tabel adalah 4,303 dan nilai t hitung berdasarkan masing-masing variabel adalah

X_4 sebesar $8,324 > t$ Tabel, X_5 sebesar $-6,109 < t$ Tabel dan X_6 sebesar $8,072 > t$ Tabel. Hal ini berarti terdapat pengaruh X_4 dan X_6 secara parsial terhadap Y , dan tidak terdapat pengaruh X_5 secara parsial terhadap Y .

3.6 Estimasi Cost Significant Model

Dengan melakukan analisis regresi dari ketiga variabel independen yang ada maka akan didapat persamaan (3). Persamaan ini diperlukan untuk pengujian terhadap penyimpangan model. Menurut Poh dan Horner (1995), pengujian terhadap penyimpangan model dapat dilakukan dengan cara membagi jumlah nilai proyek yang telah diprediksi, dengan nilai *Cost Model Factor* (CMF). *Cost Model Factor* (CMF) adalah rasio antara total biaya estimasi model dengan total biaya proyek sebenarnya. Hasil estimasi *Cost Significant Model* didapat dari perbandingan biaya model estimasi proyek yang ditinjau dengan rata-rata CMF. Penentuan tingkat akurasi adalah dengan menghitung selisih dari estimasi *Cost Significant Model* dengan biaya total pelaksanaan (biaya aktual), dibagi dengan biaya total pelaksanaan dan dikali 100%. Estimasi *Cost Significant Model* beserta tingkat keakuratannya ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Estimasi dan Keakuratan *Cost Significant Model*

Tahun	Estimasi Biaya Total (Rp)	Biaya Total Aktual (Rp)	CMF	Estimasi Cost Significant Model (Rp)	Akurasi (%)
2022	360,490,818.92	629,978,184.55	0.572	627,803,070.62	-0.345
2021	4,559,878,855.16	8,068,599,904.97	0.565	7,941,134,133.52	-1.580
2021	199,525,732.49	353,340,374.92	0.565	347,478,662.28	-1.659
2020	2,176,910,547.30	4,244,598,182.01	0.513	3,791,139,896.89	-10.683
2020	3,806,522,072.53	6,212,368,055.20	0.613	6,629,145,931.36	6.709
2020	1,520,333,679.27	2,461,637,453.69	0.618	2,647,696,146.83	7.558
Rata-rata			0.574	Min	-10.683
				Max	7.558

3.7 Klasifikasi AACE

Berdasarkan hasil dari pengujian model pada Tabel 8, didapatkan akurasi dengan *Cost Significant Model* (CSM) berkisar antara -10,683% sampai dengan +7,558%. Selisih terbesar antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 7,558% yang artinya nilai estimasi CSM mempunyai nilai estimasi yang lebih tinggi dari nilai biaya aktual sebesar 7,558%. Sedangkan selisih terkecil antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 10,683% yang artinya nilai estimasi CSM mempunyai nilai estimasi yang lebih rendah dari nilai biaya aktual sebesar 10,683%. Berdasarkan klasifikasi *AACE International* pada Tabel 1, tingkat keakuratan estimasi *Cost Significant Model* berada di kelas 2. Artinya, estimasi ini disiapkan sebagai *baseline control* dari kontraktor dan update *baseline control* juga dari pemilik. Menjadi dasar pengawasan seluruh progres pekerjaan, biaya dan sumber daya aktual proyek. Digunakan dalam pemantauan proyek untuk mengetahui adanya variasi pada anggaran, dan menjadi bagian dari program manajemen evaluasi. Rentang akurasi yang ada pada kelas ini menunjukkan nilai estimasi tergantung pada kompleksitas proyek konstruksi, informasi referensi yang sesuai, dan risiko lainnya setelah dimasukkannya penentuan kontingensi yang sesuai. Estimasi biaya bisa melebihi yang ditunjukkan jika terdapat risiko yang tidak biasa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pekerjaan perkerasan berbutir, perkerasan aspal dan struktur merupakan komponen pekerjaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap total biaya proyek peningkatan jalan di Kabupaten Minahasa Tenggara. Ditemukan model estimasi biaya proyek peningkatan jalan berdasarkan analisis dengan metode *Cost Significant Model*, yaitu $Y = 1,264(X_4) - 1,138(X_5) + 1,881(X_6) + 331.970,303$. Tingkat akurasi model estimasi ini memiliki rentang nilai akurasi minimal -10,683% dan maksimal 7,558%. Berdasarkan klasifikasi *AACE International* tingkat keakuratan estimasi *Cost Significant Model* berada di kelas 2. Model estimasi yang ditemukan dari penelitian ini dapat disiapkan sebagai *baseline control* dari kontraktor dan *update baseline control* dari pemilik. Menjadi dasar pengawasan seluruh progres pekerjaan, biaya dan sumber daya aktual proyek. Digunakan dalam pemantauan proyek untuk mengetahui adanya variasi pada anggaran, dan menjadi bagian dari program manajemen evaluasi. Estimasi biaya ini, tergantung pada kompleksitas proyek, informasi referensi, risiko lainnya dan bisa melebihi yang ditunjukkan jika terdapat risiko yang tidak biasa. Sehingga dalam penelitian selanjutnya penulis merekomendasikan dapat menyertakan biaya kontingensi yang di ikutsertakan dalam estimasi biaya total proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- AACE. (2020). *Cost Estimate Classification System as Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries Revised (Sample)*. International Recommended Practice No. 18R-97 Sample.
- Astana, I. Nyoman Yudha. (2017). *Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan Cost Significant Model*. Jurnal Riset Rekayasa Sipil 1(1):7.
- Bachtiar, Iman. (2016). Perencanaan Biaya Proyek. *E-Journal Universitas Atma Jaya* 2010(June):9–10.
- BPS. (2022). *Sulawesi Utara Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik
- Ghozali, Imam. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS Edisi Kesembilan. Vol. 1*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 33/PRT/M/2016 Tentang Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur*. Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Mutia, Intan; Chairil Anwar; Fajri. (2022). *Estimasi Biaya Mengan Menggunakan Metode Cost Significant Model Pada Konstruksi Jalan di Kabupaten Aceh Timur*. Jurnal Sipil Sains Terapan. 5(1):80.
- Nugroho, Paulus Setyo, and Bagyo Mulyono. (2015). *Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Kontraktor Kecil Di Semarang*. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 (KoNTekS 9) 9(June):573–78.
- Nurpa'i, Irpan, Daniel Arie Susanto, and Nadhya Susilo Nugroho. (2020). *Estimasi Biaya Menggunakan Metode Cost Significant Model*. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Universitas Nusa Putra (J-TESLINK 1(3).
- Poh, Paul S. H., and R. Malcolm W. Horner. (1995). *Cost-significant Modelling - Its Potential*

- for Use in South-east Asia*. Engineering, Construction and Architectural Management 2(2):121–39.
- Salindeho, Benedictus, Ariestides K. T. Dundu, and Cindy J. Supit. (2022). *Model Estimasi Kontruksi Jalan Dengan Metode Cost Significant Model (Studi Kasus Pada Konstruksi Jalan Di Manado)*. Jurnal Ilmiah Media Engineering. 12(3):191–204.
- Soeharto, Iman. (1999). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional (Jilid 1 - Edisi Kedua / Konsep, Studi Kelayakan, Dan Jaringan Kerja)*. Vol. 1. Erlangga. Jakarta
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*. Alfabeta. Bandung
- Tahapari, Yesia, Arief Setiawan Budi Nugroho, and Latif Budi Suparma. (2021). *Model Estimasi Biaya Dengan Cost Significant Model Dan Artificial Neural Network Proyek Peningkatan Jalan Aspal Di Yogyakarta*. Jurnal Teknik Sipil 16(2):122–33.
- Yuliana, Candra, Asyifa Zuraima Ulimaz, and Hapsari Retna Kartadipura. (2020). *Estimasi Biaya Dengan Menggunakan Cost Significant Model Pada Pekerjaan Pemeliharaan Jalan Di Kota Banjarbaru*. Sustainable Technology Journal 24(1):24–30.