

## PEMODELAN ESTIMASI BIAYA STRUKTUR PILE SLAB MENGGUNAKAN METODE COST SIGNIFICANT MODEL (CSM)

### COST ESTIMATION MODELING OF PILE SLAB STRUCTURES USING THE COST SIGNIFICANT MODEL (CSM) METHOD

Rio Diansyah Putra<sup>1</sup>, Lusiana<sup>2</sup>, Elvira<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Tanjungpura, Jalan Jenderal Ahmad Yani Kota Pontianak, 78124, Indonesia

Email: [rio.diansyah.putra@untan.ac.id](mailto:rio.diansyah.putra@untan.ac.id)

Received: 25 Mei 2025 Revised: 22 Juni 2025 Accepted: 12 Agustus 2025 Published: 13 Agustus 2025

#### ABSTRAK

*Estimasi biaya selalu menjadi salah satu elemen yang krusial dalam suatu manajemen proyek secara keseluruhan. Dengan melakukan perhitungan estimasi, maka dapat diketahui biaya yang dibutuhkan dalam suatu proyek. Cost Significant Model merupakan metode estimasi biaya yang menggunakan data historis dari proyek terdahulu dengan fokus komponen biaya yang signifikan berpengaruh pada biaya total proyek. Pemodelan biaya dilakukan menggunakan data historis dari 5 (lima) lokasi kegiatan konstruksi pile slab yang ada di Kalimantan Barat dari tahun 2021 sampai tahun 2023. Hasil analisis diperoleh bahwa item-item pekerjaan dengan biaya yang berdampak signifikan terhadap total biaya proyek adalah pekerjaan tiang pancang dan pemancangan ( $X_7$ ) yang memiliki kontribusi sebesar 39,5%, pekerjaan tulangan ( $X_6$ ) yang memiliki kontribusi sebesar 30,6% dan pekerjaan beton ( $X_5$ ) yang memiliki kontribusi sebesar 18,1% dengan total persentase kumulatif 88,2%. Hasil analisis pekerjaan yang signifikan diperoleh model estimasi  $Y=a_0+9057436,808(X_5) + 1247,276(X_6) + 2030633,274(X_7)$ . Nilai Akurasi model biaya diperoleh rata-rata minimum sebesar -5,27% dan rata-rata maksimum 6,55 %.*

**Kata kunci:** Cost Model, CSM, Pile Sab, SPSS

#### ABSTRACT

*Cost estimation has always been one of the crucial elements in overall project management. overall project management. By doing the estimation calculation, then the costs required in a project can be known. Cost Significant Model is a cost estimation method that uses historical data from previous projects with a focus on cost components that are significant to the total cost of the project. Cost modeling is done using historical data from 5 (five) locations of pile slab construction activities in West Kalimantan from 2021 to 2023. Analysis result analysis results obtained that the work items with costs that have a significant impact on the total project cost are the pile work to the total project cost is the pile work and piling work ( $X_7$ ) which has a contribution of 39.5%, reinforcement work ( $X_6$ ) which has a contribution of 30.6% and concrete work ( $X_5$ ) which has a contribution of 18.1% with a total cumulative percentage of 88.2%. total cumulative percentage of 88.2%. Significant work analysis results The estimation model  $Y=a_0+9057436.808 (X_5) + 1247.276 (X_6) + 2030633,274(X_7)$ . The accuracy value of the cost model obtained an average minimum of -5.27% and maximum average of 6.55%.*

**Keywords:** Cost Model, CSM, Pile Slab, SPSS

### PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan bertujuan untuk menambah prasarana dasar yang paling sering digunakan dalam pelayanan umum. Jalan digunakan sebagai akses berbagai jenis kendaraan transportasi darat untuk mewujudkan konektivitas antara pusat-pusat kegiatan dan daerah, serta mendukung pertumbuhan ekonomi nasional guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Budiharto dkk., 2019).

Estimasi biaya merupakan elemen yang krusial dalam suatu manajemen infrastruktur secara keseluruhan, kegiatan estimasi bertujuan untuk menentukan jumlah dana yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek konstruksi (Johari dan Almuhsy, 2024). Rencana anggaran pada suatu kegiatan sangat diperlukan untuk bisa memperkirakan kebutuhan biaya yang sesuai untuk agar tidak terjadi kerugian terhadap kemungkinan resiko-resiko yang ada di lapangan (Sukindrawati dkk., 2023). Pada perhitungan perkiraan awal biaya pekerjaan sering terkendala oleh keterbatasan sumberdaya seperti informasi dan data dimana dapat menyebabkan perhitungan perkiraan biaya dalam perencanaan memiliki akurasi rendah (Tahapari dkk., 2021). Perencanaan estimasi biaya yang tidak akurat dapat berdampak negatif terhadap proses pelaksanaan proyek serta mempengaruhi pihak-pihak yang terlibat di dalamnya (Rizal dkk., 2020).

Menurut (Pramoedjo dan Effendy, 2021) Perhitungan estimasi biaya dapat dilakukan dengan data historis dari beberapa pekerjaan terdahulu melalui suatu pendekatan model estimasi biaya yang dikenal dengan metode *Cost Significant Model* (CSM). Pada estimasi biaya metode CSM, biaya diprediksi berdasarkan data proyek terdahulu, terutama pada elemen-elemen biaya yang memiliki pengaruh signifikan terhadap total biaya proyek (Pontan dan Yulianisa, 2019).

Melalui penelitian oleh (Nurpa'i dkk., 2020) diketahui pemodelan estimasi biaya dengan metode *Cost Significant Model* menghasilkan tingkat akurasi model yang lebih baik, dengan nilai rata-rata *error* sebesar -1,06%, dimana pada pemodelan biaya dengan menggunakan harga rata-rata per satuan dikali volume pekerjaan, nilai rata-rata *error* sebesar 8,63%.

Menurut Ilallah dan Waskito (2020), pada penelitiannya, estimasi biaya menggunakan metode *Cost Significant Model* memiliki nilai akurasi di antara -8% hingga +11% dan berada pada tingkat keakuratan kelas I pada klasifikasi AACE Internasional (AACE International, 2020). Sehingga, metode *Cost Significant Model* dapat digunakan pada pemodelan estimasi biaya untuk mendapatkan model estimasi yang lebih akurat (Herlambang dan Kaming, 2023).

Berdasarkan uraian yang ada, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *item-item* pekerjaan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap total biaya pekerjaan dan membuat persamaan pemodelan biaya menggunakan metode *Cost Significant Model* (CSM).

### METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode analisis regresi linier berganda dengan menentukan variabel terikat dan bebas berdasarkan data proyek. Estimasi biaya dilakukan dengan mengidentifikasi *item-item* pekerjaan yang memiliki pengaruh besar terhadap keseluruhan biaya proyek (Khamistan, 2019). Proses identifikasi dilakukan dengan mengelompokkan *item* pekerjaan yang serupa berdasarkan data dari proyek-proyek terdahulu. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengumpulan Data

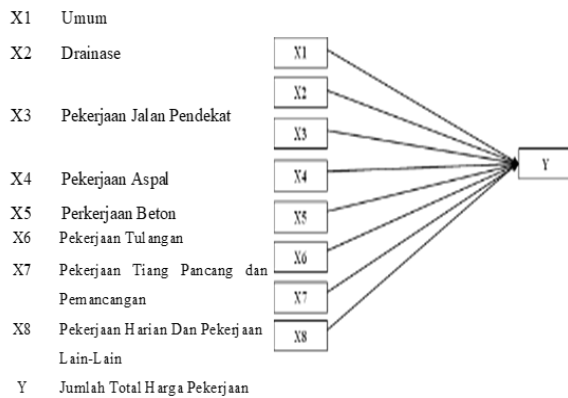
Penelitian dilakukan pada pekerjaan *pile slab* dengan mengambil studi kasus

**Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)**

beberapa proyek di provinsi Kalimantan Barat dari tahun 2021 samapai 2023. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini data sekunder berupa RAB, *blue print* pekerjaan *pile slab*, data inflasi Kalimantan Barat, dan harga komponen biaya pekerjaan.

**2. Menentukan Variabel Penelitian**

Penentuan variabel untuk analisis perhitungan pada penelitian ini adalah 1 (satu) variabel terikat dan diperkirakan ada 8 (delapan) variabel bebas. Variabel terikat disimbolkan dengan Y dan variabel bebas disimbolkan dengan X. hubungan antara variabel X dan Y yang telah diidentifikasi ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Variabel Penelitian

**3. Analisis Data**

Analisis regresi linier berganda dilakukan dengan bantuan *software* SPSS. Analisis regresi linier dilakukan untuk menunjukkan hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas (Juliantina dkk., 2017). Tahapan analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

**a. Perhitungan pengaruh *Time Value***

Analisis perhitungan *time value* dilakukan untuk menyeragamkan nilai biaya pekerjaan dengan cara memproyeksikan biaya proyek menjadi nilai biaya pada tahun anggaran yang sama (Tahapari dkk., 2021). Perhitungan proyeksi biaya pekerjaan menggunakan data suku bunga tahun 2021 hingga tahun 2023 dari Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Suku Bunga Provinsi Kalimntan Barat (BPS Kalimantan Barat, 2023)

No.	Tahun	Suku Bunga (%)
1.	2021	3,52
2.	2022	4,00
3.	2023	5,75

Pada penelitian ini nilai anggaran pada setiap proyek studi kasus diproyeksikan ke anggaran tahun 2023. Perhitungan penyeragaman biaya dapat dilakukan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut (Wibisana dkk., 2020).

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

Dimana:

F = nilai pada tahun ke-n (yang ditentukan)

P = nilai pada tahun pelaksanaan

i = tingkat suku bunga

n = periode tahun

**b. Menentukan *Cost Significant Item* (CSI)**

Dalam menentukan *item-item* pekerjaan yang signifikan perlu dilakukan perhitungan proporsi biaya pada setiap *item* pekerjaan terhadap total biaya. *Item* pekerjaan yang signifikan diperoleh melalui penyusunan ranking nilai persentase biaya pada variabel bebas (X) dari nilai terbesar ke terkecil dan melihat item pekerjaan yang menyusun nilai kumulatif persentase  $\geq 80\%$  dari total biaya RAB (Handayani dkk., 2015). Perhitungan persentase biaya *item-item* pekerjaan

ditujukan untuk mendapatkan pekerjaan yang signifikan terhadap total biaya proyek. Perhitungan persentase item pekerjaan dapat menggunakan persamaan 2 sebagai berikut (Falahis dkk., 2015).

$$\%Kegiatan_i = \frac{X_i}{Y} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

%Kegiatan<sub>i</sub> = Persentasi biaya kegiatan ke-i

X<sub>i</sub> = Biaya kegiatan ke – i

Y = Total biaya kegiatan atau proyek

**c. Pemodelan Cost Significant Model (CSM)**

Pemodelan biaya dilakukan dengan analisis agresi linier berganda, yaitu hubungan antara variabel terikat dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari satu variabel bebas (Nurpa'i dkk., 2020). Tujuan analisis regresi linier berganda ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh naik dan turunnya nilai varibel bebas terhadap prediksi nilai variabel terikat (Haq dkk., 2021).

**d. Uji Asumsi Klasik**

Sebelum dilakukan analisis data, asumsi dasar distribusi data pada variabel yang digunakan diuji berdasarkan prasyarat yang ada yaitu harus memenuhi nilai uji normalitas dan uji linieritas. (Budiharto dkk., 2019). Model regresi yang bersifat *Best Linier Unbias Estimator* (BLUE) adalah model regresi yang telah dilakukan uji asumsi klasik (Falahis dkk., 2015). Uji

**Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)**

asumsi klasik dilakukan dengan bantuan program komputer SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) yang terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi, dan uji heteroskedastisitas (Astana, 2017).

**e. Pemodelan Biaya**

Pemodelan biaya dilakukan dengan model analisis regresi linier berganda, dimana menggunakan asumsi bahwa biaya total pekerjaan sebagai variabel terikat (Y) dan biaya *item-item* pekerjaan sebagai variabel bebas (X). Pemodelan biaya dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut.

$$\hat{Y} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots\dots\dots + a_n X_n \dots\dots (3)$$

Dimana:

Y = variabel terikat

X = variabel bebas

a = angka konstan: harga Y saat X = 0

b = koefisien pengaruh X terhadap Y; kemiringan garis regresi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Data Umum Proyek Studi Kasus**

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data biaya pekerjaan konstruksi *pile slab* pada proyek konstruksi di Provinsi Kalimantan Barat periode tahun 2021 hingga 2023. Rekap data pekerjaan konstruksi *pile slab* pada lima proyek studi kasus disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekap Data Proyek Studi Kasus

No.	Tahun	Nama Kegiatan	Lokasi	Biaya (Rp)
1.	2021	Kontruksi <i>Pile Slab</i> Tahap I Putussibau	Kab. Kapuas Hulu	60.261.481.681
2.	2023	Konstruksi <i>Pile Slab</i> Jalan Pendekat Akses Jembatan Kapuas I	Kota Pontianak	42.652.331.122
3.	2023	Konstruksi <i>Pile Slab</i> Tahap II Putussibau	Kab. Kapuas Hulu	184.643.013.514
4.	2023	Konstruksi <i>Pile Slab</i> Jalan Aruk Kec. Siding	Kab. Sambas	83.803.174.220
5.	2023	Konstruksi <i>Pile Slab</i> Jalan Pendekat Akses Jembatan Sambas Besar	Kab. Sambas	38.692.570.975

## Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)

### 2. Perhitungan *Time Value*

Pelaksanaan setiap proyek berada pada tahun yang berbeda, sehingga perlu dilakukan perhitungan pengaruh inflasi untuk penyeragaman biaya. Biaya pekerjaan diproyeksikan pada tahun anggaran proyek terbaru yaitu tahun 2023. Perhitungan pengaruh tingkat suku bunga untuk penyeragaman biaya dapat dilihat pada perhitungan biaya kegiatan konstruksi

*pile slab* Semanggut-Putussibau tahap I Putussibau tahun 2021 sebagai berikut:

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

$$= \text{Rp. } 60.261.481.681 (1 + 5,75\%)^2$$

$$= \text{Rp. } 67.390.791.598$$

Nilai pekerjaan pada tiap proyek studi kasus setelah dilakukan perhitungan tingkat suku bunga atau *time value* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya Pekerjaan *Pile Slab* Setelah Perhitungan *Time Value*

No. Kegiatan	Total Biaya	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>
1.	67.390,79 2	1.762,33 2	26,247	5.782,2 36	1.111,3 82	8.551,97 3	19.674, 345	29.091,6 14	1.390,6 62
2.	42.652,33 1	1.375,97 9	93,889	1.270,3 46	423,70 1	5.551,92 3	11.213, 917	21.749,8 54	972,72 2
3.	184.643,0 14	1.543,34 1	13,069	3.664,6 85	3.456,7 07	34.545,5 63	55.766, 747	79.887,2 54	5.765,6 46
4.	83.803,17 4	5.100,67 0	-	3.623,8 85	1.893,7 20	22.367,7 20	29.331, 472	18.803,8 34	2.681,8 73
5.	38.692,57 1	3.527,01 2	68,114	1.146,0 30	670,44 3	4.452,27 8	11.876, 346	15.259,1 73	1.693,1 77

### 3. Menentukan *Cost Significant Item* (CSI)

*Item* pekerjaan yang signifikan adalah pekerjaan yang memiliki nilai biaya yang secara signifikan berpengaruh terhadap total biaya proyek. Penentuan *item-item* tersebut dilakukan menghitung besaran

proporsi biaya pekerjaan dan mengurutkannya dari yang terbesar ke terkecil. *Item-item* pekerjaan dengan persentase kumulatif  $\geq 80\%$  adalah *Cost Significant Item*. Persentase dan perangkungan *item* pekerjaan pada tiap proyek ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Persentase dan Perangkungan Harga *Item* Pekerjaan pada Setiap Proyek Studi Kasus

Kegiatan 1	Rank							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	X7	X6	X5	X3	X1	X8	X4	X2
	Proporsi (%)							
	43,2	29,2	12,7	8,6	2,6	2,1	1,6	0,0
Kegiatan 2	Rank							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	X7	X6	X5	X1	X3	X4	X8	X2
	Proporsi (%)							
	51,0	26,3	13,0	3,2	3,0	1,0	2,3	0,2

Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)

Kegiatan 3	Rank							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	X7	X6	X5	X8	X3	X4	X1	X2
	Proporsi (%)							
43,3	30,2	18,7	3,1	2,0	1,9	0,8	0,0	
Kegiatan 4	Rank							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	X6	X5	X7	X1	X8	X4	X3	X2
	Proporsi (%)							
35,0	26,7	22,4	6,1	3,2	2,3	4,3	0,0	
Kegiatan 5	Rank							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	X7	X6	X5	X1	X8	X3	X4	X2
	Proporsi (%)							
39,4	30,7	11,5	9,1	4,4	3,0	1,7	0,2	

Dari Tabel 4, diketahui pada kegiatan 1,2,3,4, dan 5 berdasarkan hasil nilai persentase dan perangkingan setiap *item* pekerjaan dengan urutan biaya terbesar hingga terkecil, *item* pekerjaan yang memiliki total persentase biaya lebih dari atau sama dengan 80% adalah pada variabel X5, X6, dan X7.

Penentuan *Cost Significant Item* berdasarkan nilai rata-rata biaya gabungan tiap *item* pekerjaan pada semua proyek studi disajikan pada berikut. Tabel 5 akan menyajikan perhitungan biaya gabungan *item-item* pekerjaan pada semua proyek studi kasus sebagai berikut.

Tabel 5. Perhitungan Biaya Gabungan *Item-item* Pekerjaan pada Semua Proyek Studi Kasus

No. Kegiatan	V	Total Biaya	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
	m	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>	Rp x 10 <sup>6</sup>
1.	750	67.390,79	1.762,33	26,25	5.782,24	1.111,38	8.551,97	19.674,34	29.091,61	1.390,66
2.	280	42.652,33	1.375,98	93,89	1.270,35	423,70	5.551,92	11.213,92	21.749,85	972,72
3.	2.000	184.643,01	1.543,34	13,07	3.664,69	3.456,71	34.545,56	55.766,75	79.887,25	5.765,65
4.	650	83.803,17	5.100,67	-	3.623,89	1.893,72	22.367,72	29.331,47	18.803,83	2.681,87
5.	350	38.692,57	3.527,01	68,11	1.146,03	670,44	4.452,28	11.876,35	15.259,17	1.693,18
Σ	4.030	417.181,88	13.309,33	201,32	15.487,18	7.555,95	75.469,46	127.862,83	164.791,73	12.504,08
<b>Biaya rata-rata (x/v)</b>			<b>3,303</b>	<b>0,050</b>	<b>3,843</b>	<b>1,875</b>	<b>18,727</b>	<b>31,728</b>	<b>40,891</b>	<b>3,103</b>
<b>Proporsi Rata-Rata (x/total*100)</b>			<b>3,2%</b>	<b>0,0%</b>	<b>3,7%</b>	<b>1,8%</b>	<b>18,1%</b>	<b>30,6%</b>	<b>39,5%</b>	<b>3,0%</b>
<b>Rank</b>			<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>

## Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)

Tabel 6 akan menyajikan rekapitulasi persentase dan perangkingan biaya

gabungan *item-item* pekerjaan sebagai berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi Persentase dan Perangkingan Biaya Gabungan *Item-Item* Pekerjaan

Variabel	Proporsi (%)	Rank	Biaya Rp. (10 <sup>6</sup> )	Proporsi Kumulatif
X7	39,5%	1	164.791,73	39,5%
X6	30,6%	2	127.862,82	70,2%
X5	18,1%	3	75.469,45	88,2%
X3	3,7%	4	15.487,18	92,0%
X1	3,2%	5	13.309,33	95,1%
X8	3,0%	6	12.504,08	98,1%
X4	1,8%	7	7.555,95	100,0%
X2	0,0%	8	201,32	100,0%

Tabel 6 menunjukkan pekerjaan beton (X5) dengan proporsi biaya sebesar 39,5%, pekerjaan tulangan (X6) dengan proporsi biaya sebesar 30,6%, dan pekerjaan tiang pancang dan pemancangan (X7) dengan proporsi biaya sebesar 18,1% merupakan item pekerjaan yang signifikan berpengaruh terhadap total biaya proyek dengan total presentase kumulatif sebesar 88,2%.

pekerjaan dengan biaya yang signifikan yaitu pekerjaan beton (X5), pekerjaan tulangan (X6), pekerjaan tiang pancang dan pemancangan (X7) sebagai variabel bebas. Parameter-parameter yang diuji adalah sebagai berikut:

### a. Uji Normalitas

Pengujian normalitas dengan statistic *Shapiro-Wilk*, dimana persyaratannya adalah jika nilai statistik lebih besar dari taraf signifikansi sebesar 5% (0,05) maka data memiliki distribusi normal dan asumsi terpenuhi. Hasil uji normalitas ditampilkan pada Tabel 7 sebagai berikut.

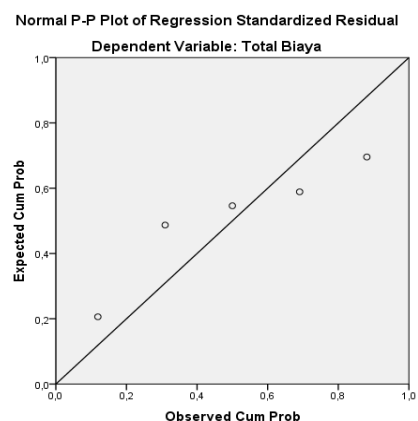
## 4. Uji Asumsi Klasik

Analisis pengujian dilakukan dengan bantuan program SPSS dengan total biaya (Y) sebagai variabel terikat dan item-item

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas

	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
<i>Unstandardized Residual</i>	0,898	5	0,398

Hasil P-P Plot Uji Normalitas ditampilkan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. P-P Plot Uji Normalitas

## Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)

Dari Tabel 7 diketahui hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* nilai signifikansi sebesar 0,398 dan nilai *statistic* sebesar 0,898 lebih besar dari persyaratan taraf signifikansi 5% (0,05). Gambar 2 menunjukkan distribusi data tersebar disekitar garis lurus dimana hal ini menandakan bahwa data memiliki distribusi normal dan asumsi terpenuhi.

### b. Uji Multikolinearitas

Pengujian multikolinearitas menggunakan *statistic* VIF (*Variance Inflation Factor*). Persyaratan pada pengujian ini adalah jika nilai VIF < 10 dan nilai toleransi > 0,10 maka tidak terjadi multikolinearitas dalam model regresi dan asumsi terpenuhi (Ghozali, 2016). Hasil uji multikolinearitas disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Multikolinearitas

<i>Coefficients<sup>a</sup></i>								
<i>Model</i>	<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>	<i>Collinearity Statistics</i>		
	<i>B</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Beta</i>			<i>Tolerance</i>	<i>VIF</i>	
1 (Constant)	90507962 65,608	36000951 07,500		2,514	,241			
Pekerjaan Tiang Pancang & Pemancangan (X7)	2030633, 274	492539,0 12	0,405	4,123	0,151	0,100	9,959	
Pekerjaan Tulangan (X6)	1247,276	4866,921	0,025	0,256	0,840	0,101	9,883	
Pekerjaan Beton (X5)	9057436, 808	1162353, 435	0,595	7,792	0,081	0,166	6,031	

*a. Dependent Variable: Total Biaya*

Dari tabel 8, diketahui nilai toleransi pada X<sub>5</sub> adalah 0,166, X<sub>6</sub> adalah 0,101, dan X<sub>7</sub> adalah 0,100. Nilai toleransi pada ketiga variabel bebas lebih dari 0,10 dan memenuhi persyaratan.

Nilai VIF pada X<sub>5</sub> adalah 6,031, X<sub>6</sub> adalah 9,883, dan X<sub>7</sub> adalah 9,959, nilai VIF pada ketiga variabel bebas kurang dari 10 dan memenuhi persyaratan.

Sehingga berdasarkan nilai toleransi dan VIF yang ada dapat disimpulkan pada

model regresi tidak terjadi gejala multikolinearitas dan asumsi terpenuhi.

### c. Uji Autokorelasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dalam model regresi terdapat korelasi antara kesalahan pengganggu pada priode t-1 (sebelumnya). Jika terjadi korelasi antara nilai tersebut, maka pada model regresi terdapat suatu error yang dinamakan problem autokorelasi (Ghozali, 2016). Hasil uji autokorelasi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Autokorelasi

<i>Model Summary<sup>b</sup></i>
----------------------------------

**Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)**

<i>Model</i>	<i>R</i>	<i>R Square</i>	<i>Adjusted R Square</i>	<i>Std. Error of the Estimate</i>	<i>Durbin-Watson</i>
1	1,000 <sup>a</sup>	0,999	0,996	3703551983,38902	1,892

a. *Predictors:* (Constant), Pekerjaan Beton (X5), Pekerjaan Tulangan (X6), Pekerjaan Tiang Pancang Dan Pemancangan (X7)  
 b. *Dependent Variable:* Total Biaya

Hasil uji dengan SPSS untuk pengujian parameter pengujian autokorelasi pada Tabel 9 menunjukkan nilai *Durbin-Watson* adalah 1,892 dimana nilai tersebut berada diantara -2 sampai +2, artinya berdasarkan persyaratan pengujian ini pada model regresi tidak terdapat gejala autokorelasi dan asumsi terpenuhi.

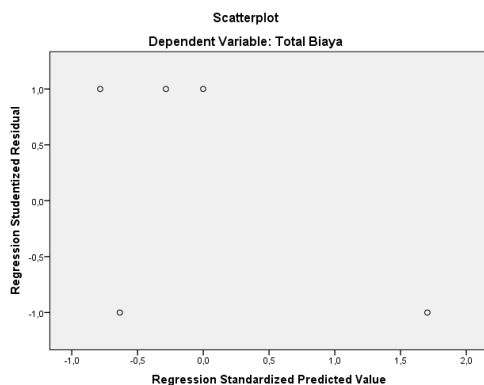
**d. Uji Heteroskedastisitas**

Pengujian heteroskedastisitas dilakukan dengan pedoman perbandingan apabila nilai signifikansi pada semua variabel bebas lebih besar dari taraf signifikansi 5% (0,05) maka tidak terjadi heteroskedastisitas pada data. Hasil uji heteroskedastisitas disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Heteroskedastisitas

<i>Model</i>	<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
	<i>B</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Beta</i>		
1 (Constant)	9050796265,608	3600095107,500		2,514	,241
Pekerjaan Tiang Pancang Dan Pemancangan (X7)	2030633,274	492539,012	0,405	4,123	0,151
Pekerjaan Tulangan (X6)	1247,276	4866,921	0,025	0,256	0,840
Pekerjaan Beton (X5)	9057436,808	1162353,435	0,595	7,792	0,081

Gambar 4 menunjukkan Grafik *Scatterplot* Uji Heteroskedastisitas sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik *Scatterplot* Uji Heteroskedastisitas

Dari Tabel 10 diketahui nilai signifikan  $X_5$  adalah 0,081,  $X_6$  adalah 0,840, dan  $X_7$  adalah 0,151. Nilai signifikan pada ketiga variabel bebas tersebut lebih besar dari taraf signifikan 5% (0,05). Sehingga, dapat disimpulkan pada model regresi tidak terdapat gejala Heteroskedastisitas dan asumsi terpenuhi.

**e. Koefisien Determinasi**

Koefisien determinasi adalah besarnya persentase pengaruh semua variabel bebas terhadap variabel terikat. Hasil uji determinasi adalah sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Uji Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

<i>Model Summary<sup>b</sup></i>
----------------------------------

## Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)

<i>Model</i>	<i>R</i>	<i>R Square</i>	<i>Adjusted R Square</i>	<i>Std. Error of the Estimate</i>	<i>Durbin-Watson</i>
1	1,000 <sup>a</sup>	0,999	0,996	3703551983,38902	1,892
a. <i>Predictors:</i> ( <i>Constant</i> ), Pekerjaan Beton (X5), Pekerjaan Tulangan (X6), Pekerjaan Tiang Pancang Dan Pemancangan (X7) b. <i>Dependent Variable:</i> Total Biaya					

Dari Tabel 11, diketahui nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,999 nilai ini mendekati angka satu (1) dan menjauhi angka nol (0). Hasil nilai koefisien determinasi ini artinya bahwa variabel bebas memiliki kemampuan untuk memberikan semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi model biaya.

### 5. Permodelan Biaya

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda pengaruh pekerjaan beton (X5), pekerjaan tulangan (X6), dan pekerjaan tiang pancang dan pemancangan (X7) terhadap total biaya proyek (Y), diperoleh nilai persamaan model regresi yang mencakup ketiga variabel ini secara bersamaan. Hasil analisa dengan SPSS didapat nilai *Constant* ( $a_0$ ) dan koefisien ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ) sebagai berikut.

$$a_0 = 9050796265,608$$

$$a_5 = 9057436,808$$

$$a_6 = 1247,276$$

$$a_7 = 2030633,274$$

Sehingga, model regresi untuk setiap komponen biaya adalah sebagai berikut:

$$Y = a_0 + a_5 X_5 + a_6 X_6 + a_7 X_7$$

$$Y = 9050796265,608 + 9057436,808X_5 + 1247,276X_6 + 2030633,274X_7$$

Pengujian terhadap model biaya dilakukan dengan cara membagi jumlah biaya proyek yang diprediksi dengan nilai *Cost Model Factor* (CMF). Nilai CMF merupakan rasio dari total biaya berdasarkan model biaya yang diprediksi dan total biaya sebenarnya. Nilai CMF adalah pada Tabel 12 sebagai berikut.

Tabel 12. Rekapitulasi *Cost Model Factor*

No.	Biaya Estimasi Model (Rp)	Biaya Estimasi Aktual (Rp)	<i>Cost Model Factor</i> (CMF)
	(a)	(b)	(c) = a/b
1.	66.558.545.412,98	67.390.791.598,18	0,98765
2.	45.690.210.411,91	42.652.331.121,95	1,07122
3.	184.762.938.382,94	184.643.013.513,51	1,00065
4.	83.373.950.103,58	83.803.174.220,41	0,99488
5.	36.796.220.310,38	38.692.570.974,69	0,95099
<b>Rata - Rata CMF</b>			<b>1,0011</b>

Perhitungan tingkat akurasi pada model biaya ditentukan dengan menghitung selisih dari estimasi *Cost Significant Model*

dengan biaya aktual dan dikali 100%. Nilai akurasi pada model biaya disajikan pada Tabel 13 sebagai berikut.

## Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)

Tabel 13. Nilai Akurasi Model Biaya dengan *Cost Significant Model*

No.	Biaya Aktual (Rp)	Biaya Estmasi <i>Cost Significant Model</i> (CSM) (Rp)	Akurasi Biaya Estimasi <i>Cost Significant Model</i> (CSM) (%)
	(a)	(b)	(c) = $((b-a)/a) \times 100\%$
1.	67.390.791.598,18	66.486.850.791,27	-1,36%
2.	42.652.331.121,95	45.640.994.457,29	6,55%
3.	184.643.013.513,51	184.563.917.973,30	-0,04%
4.	83.803.174.220,41	83.284.142.494,72	-0,62%
5.	38.692.570.974,69	36.756.584.662,11	-5,27%
<b>Minimum</b>			<b>-5,27%</b>
<b>Maksimum</b>			<b>6,55%</b>

Dari tabel 13, diketahui nilai akurasi model biaya dengan metode *Cost Significant Model* dengan nilai rata-rata minimum akurasi sebesar -5,27% dan akurasi nilai rata-rata maksimum 6,55 %. Berdasarkan Klasifikasi Estimasi Biaya Menurut AACE International, model estimasi yang berkisar diantara -3% sampai -10% dan +3% sampai +15% berada pada kelas 1 yang artinya model estimasi cocok atau layak untuk pemeriksaan perkiraan atau penawaran/tender. Sehingga model biaya layak untuk digunakan untuk menghitung prediksi biaya pekerjaan pada perencanaan dan penawaran.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan. *Item-item* pekerjaan yang memberikan dampak paling besar terhadap total biaya proyek adalah pekerjaan tiang pancang dan pemancangan ( $X_7$ ) dengan kontribusi sebesar 39,5%, diikuti pekerjaan tulang ( $X_6$ ) dengan kontribusi sebesar 30,6%, dan pekerjaan beton ( $X_5$ ) dengan sebesar 18,1%. Ketiga item pekerjaan ini secara kumulatif memiliki kontribusi sebesar 88,2% dari total biaya proyek.

Model perkiraan estimasi biaya yang diperoleh dari hasil analisis dengan metode *Cost Significant Model* (CSM) adalah:

$$Y = 9050796265,608 + 9057436,808X_5 + 1247,276X_6 + 2030633,274X_7$$

Nilai akurasi pada model estimasi biaya dengan metode *Cost Significant Model* diperoleh nilai rata-rata minimum akurasi sebesar -5,27% dan akurasi nilai rata-rata maksimum 6,55 %. Berdasarkan klasifikasi AACE International, model biaya berada di kelas 1 dan layak digunakan untuk pemeriksaan perkiraan atau penawaran/tender.

### DAFTAR PUSTAKA

- AACE International. (2020). *Recommended Practice No. 18R-97: Cost Estimate Classification System - as Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries*. USA.
- Astana, I. N. Y. (2017). Estimasi Biaya Konstruksi Gedung dengan *Cost Significant Model*. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(1), 7-15.
- Budiharto, A., Muhyi, A., dan Zulfikar. (2019). Estimasi Biaya Menggunakan Metode *Cost Significant Model* pada Kontruksi Jalan Aspal di Kabupaten Pidie. *Jurnal Sipil Sains Terapan*, 2(1), 8-15.
- Falahis, V. D., Sugiyarto, dan Laksito, B. (2015). *Cost Significant Model* sebagai Dasar Pemodelan Estimasi Biaya

- Konstruksi Jembatan Beton Bertulang. *Matriks Teknik Sipil*, 3(4), 957-964.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariete dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Handayani, F. S., Sugiyarto, dan Panuwun, R. T. (2015). Komponen Biaya yang Mempengaruhi Estimasi Biaya Peningkatan Jalan Provinsi. *Matriks Teknik Sipil*, 3(3), 903–907.
- Haq, S., Mu'min, M. A., dan Nurahman, R. M. (2021). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Waktu Sebagai Dasar dari Pertimbangan Pengambilan Keputusan Sistem Penunjukan Langsung pada Contract of Fixed Unit Rate. *Structure Teknik Sipil*, 3(1), 104-113.
- Herlambang, A. dan Kaming, P. F. (2023). Penggunaan Metode Cost Significant Model untuk Memprediksi Biaya Pembangunan Jalan Baru. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 7(3), 195–210.
- Ilallah, A. F. dan Waskito, J. P. H. (2020). Penerapan Metode Cost Significant Model pada Estimasi Biaya Pembangunan Kantor Pelayanan Masyarakat di Kota Surabaya. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 8(2), 139-148.
- Johari, G. J. dan Almuhsy, M. R. (2024). Penerapan Metode Cost Significant Model pada Estimasi Biaya Pembangunan Peningkatan Jalan. *Jurnal Konstruksi*, 22(1), 1–12.
- Juliantina, I., Sutejo, Y., Butarbutar, S., Agustien, M., Adhitya, B. B., dan Alia, F. (2017). Pemodelan Regresi Linier Berganda dan Estimasi Biaya Perbaikan Lereng Menggunakan Soil Nailing (Studi Kasus: Jalan Muara Enim – Sp. Sugihwaras). *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang*
- Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)**
- Teknik Sipil*, 6(2), 13-20.
- Khamistan. (2019). Analisis Estimasi Biaya dengan Metode Cost Significant Model sebagai Dasar Perhitungan Konstruksi Jembatan Beton Bertulang di Kabupaten Aceh Tamiang. *Teras Jurnal*, 8(2), 444-454.
- Nurpa'i, I., Paikun, Susanto, D. A., dan Nugroho, N. S. (2020). Estimasi Biaya Menggunakan Metode Cost Significant Model pada Pembangunan Peningkatan Jalan (Studi Kasus Pembangunan Peningkatan Jalan di Kabupaten Sukabumi). *J-TESLINK : Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Nusa Putra*, 2(2), 38–50.
- Pontan, D. dan Yulianisa, I. (2019). Model Estimasi Biaya Renovasi Pekerjaan Rumah Tinggal dengan Menggunakan Cost Significant Models. *Prosiding Seminar Nasional Pakar*.
- Pramoedjo, H. dan Effendy, M. (2021). Cost Significant Model: Estimasi Biaya pada Jembatan Struktur Balok Girder Propinsi Jawa Timur. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 4, 67-76.
- Rizal, A., Fajri, M., dan Yuniar, L. S. (2020). Estimasi Biaya Konstruksi Pada Perumahan Tipe 45 di Sulawesi Tengah Menggunakan Regresi Kuadratik. *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 6(2), 31–34.
- Sukindrawati, B., Kartika, W., dan Sarju. (2023). Evaluasi Kinerja Waktu dengan Metode Konsep Nilai Hasil. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 110–114.
- Tahapari, Y., Nugroho, A. S. B., dan Suparma, L. B. (2021). Model Estimasi Biaya dengan Cost Significant Model dan Artificial Neural Network Proyek Peningkatan Jalan Aspal di Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 122–133.

**Pemodelan Estimasi Biaya (Putra/hal. 1-13)**

Wibisana, A., Adlin, I., dan Indrawati, W.  
(2020). *Ekonomi Teknik*. Tangerang  
Selatan: Unpam Press.