

COST SIGNIFICANT MODEL SEBAGAI DASAR PEMODELAN ESTIMASI BIAYA KONSTRUKSI JEMBATAN BETON BERTULANG

Visiyo Desma Falahis¹⁾, Sugiyarto²⁾, dan Budi Laksito³⁾

¹⁾ Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)} Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 – Telp. 0271-634524

Email: visiyokun@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of important elements in project is cost estimation. Usually, when project was still at its early stage, the information required for estimation were not really detailed which makes the estimation tends to be less accurate. Therefore, it requires a cost estimation method that capable of explaining the most of the project based on the limited information.

One of many estimation methods that can be used is Cost Significant Model, which is a model that uses the cost of the works that significantly affect the total cost of the project. Cost Significant Model uses data from similar projects that have been implemented previously. This research uses Cost Significant Model to estimate the total cost of reinforced-concrete bridge construction project. The data were collected using the sampling method. The obtained data consist of 5 packages of reinforced-concrete bridge construction projects undertaken by the Division of Highways Department of Public Works of Surakarta from year 2007 till 2014.

The estimation model developed from this research is $Y' = 1.333X_7$, the Y' is the estimated total cost of project and the X_7 is the cost of concrete work. This model has Cost Model Factor of 1.064. The accuracy of the estimation of this model ranged from -19.65% to 22.12%. According to the AACE International classification, this model can be used as budget estimation, owner's authorization, and as a control.

Keywords: cost estimation, reinforced-concrete bridge, cost significant model

ABSTRAK

Salah satu elemen penting dalam proyek adalah tahap estimasi biaya. Seringkali, saat proyek masih berupa pada tahap awal, informasi untuk mengestimasi belum terlalu detail, sehingga hasil estimasi cenderung tidak begitu akurat. Oleh karena itu, dibutuhkan model estimasi biaya yang dapat menjelaskan sebagian besar proyek berdasarkan informasi yang sesedikit mungkin.

Salah satu metode estimasi yang dapat digunakan adalah *Cost Significant Model*, yaitu model estimasi yang menggunakan biaya pekerjaan yang secara signifikan berpengaruh terhadap biaya total proyek. *Cost Significant Model* menggunakan data dari proyek-proyek sejenis yang telah dilaksanakan sebelumnya. Penelitian ini menggunakan *Cost Significant Model* untuk mengestimasi biaya total proyek konstruksi jembatan beton bertulang. Data dihimpun dengan menggunakan metode *sampling*. Data yang diperoleh berupa 5 paket proyek konstruksi jembatan beton bertulang yang dilaksanakan oleh Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta pada tahun 2007 sampai 2014.

Model estimasi yang dihasilkan penelitian ini adalah $Y' = 1,333X_7$, dengan Y' adalah estimasi biaya total proyek dan X_7 adalah biaya pekerjaan beton. Model ini memiliki *Cost Model Factor* sebesar 1,064. Tingkat keakuratan hasil estimasi model ini berkisar antara -19,65% sampai 22,12%. Berdasarkan klasifikasi AACE International, model dapat digunakan untuk mengestimasi anggaran, pengesahan *owner*, maupun sebagai kontrol.

Kata kunci: estimasi biaya, jembatan beton bertulang, *cost significant model*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dunia konstruksi merupakan dunia yang terus berkembang. Inovasi-inovasi baru yang dapat mempercepat proses konstruksi juga semakin dibutuhkan. *Cost Significant Model* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam tahap estimasi suatu proyek konstruksi. Secara umum, metode ini menggunakan data dari proyek-proyek konstruksi yang sejenis untuk merumuskan suatu model matematika sehingga dapat digunakan dalam proses estimasi.

Penelitian ini mengolah data *Bill of Quantity* (Daftar Kuantitas dan Harga) dari proyek-proyek konstruksi jembatan beton bertulang berdasarkan metode *Cost Significant Model*. Dengan mencari proporsi biaya tiap sub pekerjaan terhadap biaya total proyek dapat diketahui sub pekerjaan-sub pekerjaan yang biayanya berpengaruh secara signifikan terhadap biaya total proyek konstruksi jembatan beton bertulang. Sub pekerjaan-sub pekerjaan tersebutlah yang akan digunakan untuk membuat model estimasi biaya konstruksi jembatan beton bertulang. Selanjutnya dicari tingkat keakuratan model untuk mengetahui sejauh mana penggunaan model estimasi.

DASAR TEORI

Estimasi Biaya Konstruksi

Estimasi biaya konstruksi dimaksudkan untuk memberikan perkiraan anggaran biaya yang layak dan semua metode, teknik, atau prosedur yang digunakan oleh *quantity surveyor* untuk mengestimasi biaya atau meramalkan biaya adalah model biaya. (Bari, 2012)

Model biaya dapat digunakan baik untuk mengestimasi, sebagai komponen perencanaan biaya dan sistem kontrol, maupun sebagai dasar perhitungan besar perbedaan sebelum dan setelah kontrak. Proses estimasi dibutuhkan dalam tahap mana pun dalam pelaksanaan proyek, dari studi kelayakan hingga tahap penawaran. (Poh dan Horner, 1995)

Klasifikasi tingkat keakuratan estimasi berdasarkan tahap dalam proyek serta model biaya yang dapat digunakan menurut AACE International (2005) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Estimasi Biaya Menurut AACE International

Estimation Class	End Usage (Typical purpose of estimate)	Methodology (Typical estimating method)	Expected Accuracy Range (Typical low and high range)
Class 5	Concept Screening	Capacity Factored, Parametric Models, Judgment, or Analogy	Low: -20% to -50% High: +30% to +100%
Class 4	Study or Feasibility	Equipment Factored or Parametric Models	Low: -15% to -30% High: +20% to +50%
Class 3	Budget, Authorization, or Control	Semi-Detailed Unit Cost with Assembly Level Line Items	Low: -10% to -20% High: +10% to +30%
Class 2	Control or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off	Low: -5% to -15% High: +5% to +20%
Class 1	Check Estimate or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off	Low: -3% to -10% High: +3% to +15%

Sumber: Christensen dan Dysert (2005)

Cost Significant Model (Model Signifikansi Biaya)

Cost Significant Model berlandaskan pada data dan informasi dengan 20% materi pekerjaan yang paling mahal termuat dalam 80% dari nilai total biaya proyek. Dengan mengandalkan data dari proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, dimungkinkan akan memiliki materi-materi *cost significant* yang sama. Nilai total dari proyek biasanya dapat diperhitungkan dengan mengalikan total harga dari materi-materi *cost significant* dengan faktor yang tepat. Faktor tersebut dapat dicari dengan meregresi data.

Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda adalah analisis regresi untuk menggambarkan suatu persoalan (variabel terikat) yang dipengaruhi oleh lebih dari satu faktor (variabel bebas). Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan membuat prediksi perkiraan nilai Y atas X. (Brahmana, 2009)

Model regresi linier berganda:

$$\hat{Y} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n$$

Dengan: \hat{Y} = taksiran bagi variabel terikat Y,

a_0 = taksiran parameter konstanta a_0 ,

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ = taksiran parameter koefisien regresi $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$,

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = nilai variabel bebas.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *sampling*, yaitu dengan mengumpulkan data dari sebagian populasi yang dianggap mewakili keseluruhan ciri populasi yang dikehendaki. (Wasito, 1995)

Pengumpulan Data

Pengambilan sampel harus menghasilkan sampel yang akurat dan tepat. Sampel yang tidak akurat dan tidak tepat akan memberikan kesimpulan riset yang tidak diharapkan atau menghasilkan kesimpulan salah. (Sudirham, 2011)

Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan dengan acuan sebagai berikut:

1. Data yang dihimpun berupa *Bill of Quantity* (Daftar Kuantitas dan Harga) proyek konstruksi jembatan beton bertulang.
2. Harga komponen biaya pekerjaan dan biaya pelaksanaan pekerjaan yang dihimpun tanpa Pajak Pertambahan Nilai (PPN).

Identifikasi Variabel

Penelitian ini menggunakan biaya pekerjaan sebagai variabel bebas yang terdiri dari pekerjaan umum (X_1), pekerjaan drainase (X_2), pekerjaan tanah (X_3), pekerjaan bahu jalan (X_4), pekerjaan berbutir (X_5), pekerjaan aspal (X_6), pekerjaan beton (X_7), pekerjaan minor (X_8). Sedangkan, variabel terikat (Y) adalah biaya total proyek.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data historis dari proyek yang sejenis. Data tersebut diperoleh dari 5 *Bill of Quantity* (Daftar Kuantitas dan Harga) paket pekerjaan konstruksi jembatan beton bertulang yang diadakan Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta dari tahun anggaran 2007 sampai dengan 2014. Data tersebut merupakan biaya tanpa Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Kelima paket pekerjaan tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Proyek Konstruksi Jembatan Beton Bertulang Tahun 2007-2014

No.	Proyek	Tahun Anggaran	Dimensi Jembatan	Kode
1	Mipidan	2007	12 m (lebar); 40 m dan 10 m (bentang)	Paket 1
2	Komplang I	2012	17,26 m (lebar); 23,6 m (bentang)	Paket 2
3	Komplang II	2013	17,26 m (lebar); 23,6 m (bentang)	Paket 3
4	Kali Gajah Putih	2013	6 m (lebar); 10 m (bentang)	Paket 4
5	Banyuanyar	2014	6,5 m (lebar); 31,6 m (bentang)	Paket 5

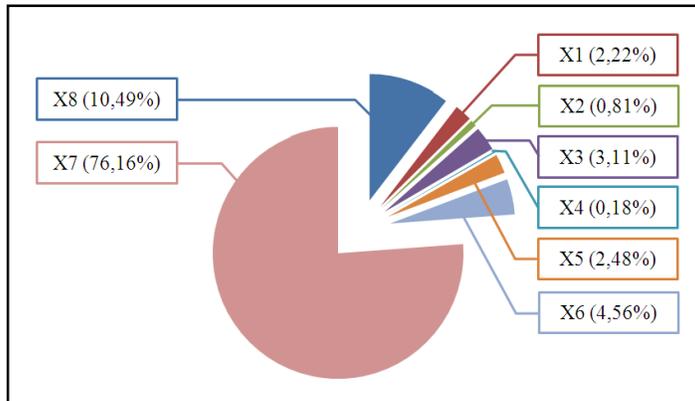
Sumber: Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta

Agar seragam, maka data biaya disesuaikan menjadi biaya per luas jembatan. Biaya total pekerjaan (Y) dan komponen biaya pekerjaan (X_1 s.d. X_8) masing-masing paket pekerjaan dibagi dengan luas jembatannya. Data juga disesuaikan terhadap pengaruh *time value*, yaitu dengan memproyeksikan data ke tahun 2014.

Proporsi Komponen Biaya

Proporsi tiap komponen biaya terhadap biaya total dicari dengan menghitung prosentase rata-rata tiap komponen biaya terhadap rata-rata total biaya total proyek. Gambar 1 menunjukkan proporsi tiap komponen biaya terhadap biaya total proyek.

Gambar 1 Proporsi Tiap Komponen Biaya



Sumber: Hasil Perhitungan

Cost Significant Items (Materi-materi Signifikansi Biaya)

Cost significant items adalah komponen-komponen biaya terbesar yang menyusun $\geq 80\%$ biaya total. Variabel bebas yang termasuk *cost significant items* ditentukan dengan mengurutkan proporsi tiap komponen biaya dari yang terbesar ke yang terkecil. Kemudian proporsi komponen biaya diakumulasi. Komponen biaya yang terlebih dahulu menyusun lebih dari atau sama dengan 80% biaya total adalah *cost significant items*. Tabel 3 menunjukkan proses tersebut.

Tabel 3 *Cost Significant Items*

Proporsi Komponen Biaya	Proporsi Akumulatif	Variabel Bebas Penyusun
76,16%	76,16%	X ₇
10,49%	86,65%	X ₇ , X ₈
4,56%	91,20%	X ₆ , X ₇ , X ₈
3,11%	94,32%	X ₃ , X ₆ , X ₇ , X ₈
2,48%	96,79%	X ₃ , X ₅ , X ₆ , X ₇ , X ₈
2,22%	99,02%	X ₁ , X ₃ , X ₅ , X ₆ , X ₇ , X ₈
0,81%	99,82%	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₅ , X ₆ , X ₇ , X ₈
0,18%	100,00%	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇ , X ₈

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa variabel bebas X₇ dan X₈ sudah menyusun $> 80\%$ biaya total. Maka, dapat disimpulkan bahwa variabel bebas X₇ dan X₈ adalah *cost significant items*.

Uji Asumsi Klasik

Untuk mendapatkan model regresi yang bersifat *Best Linear Unbias Estimator* (BLUE), perlu dilakukan uji asumsi klasik. Uji asumsi klasik terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastitas, dan uji autokorelasi. Uji asumsi klasik dilakukan dengan bantuan program SPSS 15.0.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan uji Smirnov-Kolmogorov. Data dianggap normal jika tingkat signifikansi tiap variabel lebih dari 0,05 (Sumantri, 2010). Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas

Variabel	Signifikansi	Keterangan
Biaya Total (Y)	0,945	Terdistribusi normal.
Pekerjaan Beton (X ₇)	0,598	Terdistribusi normal.
Pekerjaan Minor (X ₈)	0,333	Terdistribusi normal.

Sumber: Hasil SPSS

2. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang linear antar variabel bebas yang dapat dilihat dari *variance inflation factor* (VIF). Jika VIF lebih kecil dari 5, maka tidak terjadi masalah multikolinear (Triyanto, 2010). Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Multikolinearitas

Model	Variabel Penyusun	VIF	Keterangan
1	Pekerjaan Beton (X_7)	1,692	Tidak terjadi multikolinearitas.
	Pekerjaan Minor (X_8)	1,692	Tidak terjadi multikolinearitas.

Sumber: Hasil SPSS

3. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya ketidaksamaan varians dan residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain dalam model regresi. Jika tingkat signifikansi lebih besar dari 0,05 (Sumantri, 2010), maka model regresi tidak mengalami heteroskedastisitas. Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Heteroskedastisitas

Model	Variabel Penyusun	Signifikansi	Keterangan
1	Pekerjaan Beton (X_7)	0,075	Tidak terjadi heteroskedastisitas.
	Pekerjaan Minor (X_8)	0,882	Tidak terjadi heteroskedastisitas.
2	Pekerjaan Beton (X_7)	0,018	Tidak terjadi heteroskedastisitas.

Sumber: Hasil SPSS

4. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk menguji ada tidaknya korelasi antar kesalahan pengganggu pada periode t dengan kesalahan pada periode sebelumnya ($t - 1$) dalam suatu model regresi linier. Jika tingkat signifikansi di atas 0,05 (Sumantri, 2010), maka dapat dikatakan bahwa residual adalah acak dan tidak terdapat hubungan korelasi.

Uji autokorelasi dilakukan dengan uji *Rums*. Dari hasil uji *Rums*, diperoleh signifikansi sebesar 0,913. Maka, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi autokorelasi antar nilai residual.

Perumusan Model Regresi

Model yang dibutuhkan adalah model yang dapat menjelaskan perilaku variabel terikat dengan sebaik-baiknya berdasarkan variabel bebas yang sesedikit mungkin. Model tidak perlu menyertakan semua variabel bebas yang tersedia, sehingga dapat diperoleh beberapa macam model regresi. Dengan metode *backward elimination* (eliminasi langkah mundur) diperoleh model sebagai berikut:

$$1. Y' = 0,841X_7 + 1,286X_8 - 652950,311$$

$$2. Y' = 1,55X_7 - 1744981,21$$

Dengan Y' adalah estimasi biaya total proyek, X_7 adalah biaya pekerjaan beton, dan X_8 adalah biaya pekerjaan minor.

Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi

Analisis korelasi bertujuan mengukur kekuatan hubungan linear antara dua variabel atau lebih. Analisis determinasi bertujuan mengetahui besar prosentase variasi dalam variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas. Tabel 7 menunjukkan hasil analisis korelasi, sedangkan Tabel 8 menunjukkan hasil analisis determinasi.

Tabel 7 Analisis Korelasi

Model	Koefisien Korelasi	Keterangan
1	0,947	Hubungan variabel bebas dan variabel terikat sangat erat.
2	0,900	Hubungan variabel bebas dan variabel terikat erat.

Sumber: Hasil SPSS

Tabel 8 Analisis Determinasi

Model	Koefisien Determinasi Terkoreksi	Keterangan
1	0,795	Variabel bebas dapat menjelaskan 79,5% variabel terikat.
2	0,748	Variabel bebas dapat menjelaskan 74,8% variabel terikat.

Sumber: Hasil SPSS

ANOVA/ *Analysis of Variance* (Analisis Varians)

ANOVA bertujuan untuk mengetahui besar variasi data yang dapat dijelaskan oleh model regresi linier yang diperoleh. Uji dilakukan pada tingkat signifikansi 0,05 (Sumantri, 2010). Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Analisis Varians

Model	Signifikansi	Keterangan
1	0,102	Variabel bebas tidak dapat menjelaskan variabel terikat secara signifikan.
2	0,037	Variabel bebas dapat menjelaskan variabel terikat secara signifikan.

Sumber: Hasil SPSS

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa Model 1 tidak layak digunakan karena variabel bebas tidak dapat menjelaskan variabel terikat secara signifikan.

Uji t

Uji t digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Uji dilakukan pada tingkat signifikansi 0,05 (Sumantri, 2010). Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Uji t

Model	Variabel Penyusun	Signifikansi	Keterangan
1	(Konstanta)	0,853	Model tidak memiliki variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan.
	Pekerjaan Beton (X_7)	0,100	
	Pekerjaan Minor (X_8)	0,323	
2	(Konstanta)	0,636	X_7 berpengaruh secara signifikan. Namun, konstanta tidak berpengaruh secara signifikan.
	Pekerjaan Beton (X_7)	0,037	

Sumber: Hasil SPSS

Hasil uji t menunjukkan bahwa Model 1 tidak layak digunakan karena tidak memiliki variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat. Sedangkan, variabel bebas pada Model 2 berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat sekalipun konstantanya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat.

Kurniawan (2008) menjelaskan bahwa konstanta tidak selalu dapat atau perlu diinterpretasikan. Konstanta yang tidak signifikan mengindikasikan bahwa konstanta tidak harus diinterpretasikan. Dengan kata lain, konstanta dapat dihilangkan dari model. Sehingga, dapat dirumuskan model regresi baru yang memuat variabel bebas sama dengan variabel bebas dalam Model 2, namun tanpa menyertakan konstanta.

Model Regresi Tanpa Konstanta

Dirumuskan model regresi tanpa konstanta, yaitu $Y' = 1,333X_7$, dengan Y' adalah estimasi biaya total proyek dan X_7 adalah biaya pekerjaan beton. Analisis model ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 Analisis Model Regresi Tanpa Konstanta

Parameter	Syarat	Hasil Analisis	Keterangan
Koefisien Korelasi	–	$R = 0,986$	Hubungan variabel terikat dengan variabel bebas sangat erat.
Koef. Determinasi Terkoreksi	–	$R^2_{adj} = 0,964$	Variabel bebas dapat menjelaskan 96,4% variabel terikat.
ANOVA	$\alpha < 0,05$	$\alpha = 0,000$	Variabel bebas dapat menjelaskan variabel terikat secara signifikan.
Uji t	$\alpha < 0,05$	$\alpha = 0,000$	X_7 berpengaruh secara signifikan.

Sumber: Hasil SPSS

Cost Model Factor (Faktor Model Biaya)

Cost Model Factor (CMF) adalah rasio antara biaya estimasi model dengan biaya aktual. Biaya estimasi model diperoleh dengan memasukkan biaya pekerjaan beton ke dalam model yang diperoleh. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Perhitungan *Cost Model Factor*

Kode	Biaya Pekerjaan Beton (X ₇) (Rp)	Estimasi Biaya Total (Y') (Rp)	Biaya Total Aktual (Y) (Rp)	CMF
(1)	(2)	(3) = 1,333 × (2)	(4)	(5) = (3) ÷ (4)
Paket 1	3.936.988.484,01	5.248.005.649,19	5.869.501.361,59	0,894
Paket 2	1.725.554.749,32	2.300.164.480,85	1.984.773.052,12	1,159
Paket 3	1.684.405.470,04	2.245.312.491,56	2.019.015.989,06	1,112
Paket 4	520.756.138,40	694.167.932,49	812.077.044,70	0,855
Paket 5	1.887.878.236,77	2.516.541.689,61	1.937.016.899,63	1,299
Rata-rata				1,064

Sumber: Hasil Perhitungan

Estimasi Cost Significant Model

Estimasi *Cost Significant Model* diperoleh dengan membagi biaya hasil estimasi model dengan rata-rata *Cost Model Factor*. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13 Estimasi *Cost Significant Model*

Kode	Biaya Pekerjaan Beton (X ₇) (Rp)	Estimasi Biaya Total (Y') (Rp)	Estimasi <i>Cost Significant Model</i> (CMF = 1,064) (Y' CSM) (Rp)
(1)	(2)	(3) = 1,333 × (2)	(4) = (3) ÷ CMF
Paket 1	6.561.647,47	5.248.005.649,19	4.933.177.947,98
Paket 2	4.236.195,06	2.300.164.480,85	2.162.177.682,75
Paket 3	4.135.174,57	2.245.312.491,56	2.110.616.262,66
Paket 4	8.679.268,97	694.167.932,49	652.524.819,08
Paket 5	9.191.228,03	2.516.541.689,61	2.365.574.429,26

Sumber: Hasil Perhitungan

Akurasi Model

Tingkat keakuratan dihitung dengan membagi selisih estimasi biaya dan biaya aktual dengan biaya aktual, kemudian dikali 100%. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14 Tingkat Keakuratan *Cost Significant Model*

Kode	Estimasi <i>Cost Significant Model</i> (CMF = 1,064) (Y' CSM) (Rp)	Biaya Total Aktual (Y) (Rp)	Akurasi
(1)	(2)	(3)	(4) = $\{[(2) - (3)] \div (3)\} \times 100\%$
Paket 1	4.933.177.947,98	5.869.501.361,59	-15,95%
Paket 2	2.162.177.682,75	1.984.773.052,12	8,94%
Paket 3	2.110.616.262,66	2.019.015.989,06	4,54%
Paket 4	652.524.819,08	812.077.044,70	-19,65%
Paket 5	2.365.574.429,26	1.937.016.899,63	22,12%
		Maks.	22,12%
		Min.	-19,65%

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan klasifikasi AACE International (Tabel 2), tingkat keakuratan estimasi *Cost Significant Model* tersebar di Kelas 1 (Paket 3), Kelas 2 (Paket 2), dan Kelas 3 (Paket 1, Paket 4, Paket 5). Maka, dapat diasumsikan bahwa secara umum tingkat keakuratan estimasi *Cost Significant Model* berada di Kelas 3. Sehingga, *Cost Significant Model* dapat digunakan untuk estimasi anggaran, pengesahan *owner*, maupun sebagai kontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh model estimasi biaya konstruksi jembatan beton bertulang berdasarkan *Cost Significant Model* sebagai berikut:
$$Y' = 1,333X_7$$
Dengan: Y' = estimasi biaya total proyek,
 X_7 = biaya pekerjaan beton.
Model ini memiliki *Cost Model Factor* (CMF) sebesar 1,064.
2. Model di atas memiliki koefisien korelasi sebesar 0,986, yang berarti biaya pekerjaan beton memiliki hubungan linear yang sangat erat dengan biaya total proyek. Sedangkan, berdasarkan nilai koefisien determinasi terkoreksi, biaya pekerjaan beton dapat menjelaskan 96,4% biaya total proyek.
3. Tingkat keakuratan model estimasi berkisar antara -19,65% sampai 22,12%. Tingkat keakuratan tersebut berada di Kelas 3 Klasifikasi AACE International yang memiliki batas bawah -10% sampai -20% dan batas atas 10% sampai 30%. Model estimasi layak digunakan untuk estimasi anggaran, pengesahan *owner*, maupun digunakan sebagai kontrol.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Memperhatikan pengelompokan komponen-komponen pekerjaan dalam penyeragaman data.
2. Memperhatikan pengaruh inflasi dari masing-masing data.
3. Memperhatikan metode yang akan digunakan dalam memilih model regresi linier berganda.
4. Menguasai *software* atau program yang digunakan dalam menganalisis data.
5. Jika memungkinkan, sebaiknya menggunakan kelas estimasi dan rentang akurasi untuk Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bari, Nor Azmi Ahmad. 2012. *Exploring The Types of Construction Cost Modelling for Industrialised Building System (IBS) Projects in Malaysia*. Universiti Putra Malaysia.
- Brahmana, Agus Efrata. 2009. *Analisis Regresi Berganda Terhadap Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Inflasi Tahun 2006-2007*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Christensen, Peter dan Dysert, Larry R. 2005. *AACE International Recommended Practice No. 18R-97 Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries (TCM Framework: 7.3 – Cost Estimating and Budgeting)*. AACE, Inc.
- Kurniawan, Deny. 2008. *Regresi Linier (Linear Regression)*. <http://ineddeni.wordpress.com/>.
- Poh, Paul S.H. dan Horner, R. Malcolm W. 1995. "Cost-significant Modelling – Its Potential for Use in South-east Asia", *Engineering, Construction and Architectural Management*. Vol. 2 Iss: 2. pp.121-139.
- Sudirham, Janivita Joto. 2011. *Metodologi Penelitian*. Materi Kuliah. Universitas Komputer Indonesia. Bandung.
- Sumantri, Ade. 2010. *Laporan Praktikum Statistika Dasar*. Tugas Kuliah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Triyanto. 2010. *Multikolinearitas*. Materi Kuliah. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wasito, Hermawan. 1995. *Pengantar Metodologi Penelitian*. Jakarta: Gramedia.