

MODEL ESTIMASI BIAYA TAHAP KONSEPTUAL KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DENGAN METODE PARAMETRIK (Studi Kasus pada Bangunan Gedung Publik di Wilayah Kota Manado dan Kabupaten/Kota sekitarnya)

Hence S. D. Roring

Alumni Program Pascasarjana S2 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

Bonny F. Sompie, Robert J. M. Mandagi
Dosen Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Estimasi biaya tahap konseptual dapat didefinisikan sebagai perkiraan biaya proyek yang dilakukan sebelum sejumlah informasi yang signifikan terkumpul dari detail desain, dengan lingkup pekerjaan yang masih belum lengkap. Estimasi biaya tahap konseptual dibutuhkan oleh pihak owner, pihak konsultan, dan pihak kontraktor untuk memberikan gambaran biaya yang diperlukan dalam suatu proyek sebelum informasi tentang detail proyek diperoleh. Estimasi tahap konseptual memiliki peran yang sangat penting dalam penentuan cakupan suatu proyek. Masalah yang mendasar adalah tingkat akurasi dari estimasi tahap konseptual.

Penelitian ini bertujuan untuk suatu model matematis yang dapat digunakan dalam melakukan estimasi biaya pada tahap konseptual konstruksi yang dapat memberikan hasil estimasi yang cukup akurat. Metode analisis yang digunakan adalah analisa regresi linier dan non-linier. Jumlah sampel yang ada adalah 25 data kontrak proyek bangunan gedung yang telah terlaksana yang diperoleh dari pihak kontraktor, konsultan pengawas maupun instansi terkait, proyek-proyek tersebut berada di wilayah Kota Manado, Kota Tomohon, Kota Bitung, Kabupaten Minahasa, dan Kabupaten Minahasa Utara di Propinsi Sulawesi Utara. Tahapan analisis data dilakukan sebagai berikut : penentuan parameter/variabel, normalisasi biaya terhadap lokasi dan waktu, uji normalitas data, desain model matematis dengan analisis regresi, evaluasi model, validasi model.

*Dari hasil analisis disimpulkan dua alternatif model estimasi biaya tahap konseptual, yaitu : 1) $\hat{Y} = -1,479 \times 10^9 + 6,077 \times 10^6 * X1$ dimana variabel $X1$ adalah luas lantai. Persamaan ini telah divalidasi dengan persentase error estimate sebesar 5,31 %. Model estimasi biaya ini direkomendasikan untuk digunakan mengestimasi biaya tahap konseptual pada bangunan gedung dengan luas lantai lebih besar dari 650 m², penggunaan model pada luas lantai lebih kecil dari 650 m² akan menghasilkan hasil estimasi biaya yang tidak akurat, 2) $\hat{Y} = 5,022 \times 10^6 * X1$ dimana variabel $X1$ adalah luas lantai. Persamaan ini telah divalidasi dengan persentase error estimate sebesar 21,73 %. Model estimasi biaya ini direkomendasikan untuk mengestimasi biaya tahap konseptual pada bangunan gedung dengan luas lantai lebih kecil dari 650 m². Bagi pihak owner, konsultan dan kontraktor, peneliti merekomendasikan untuk menggunakan model yang ada sebagai alternatif dalam melakukan estimasi biaya tahap konseptual konstruksi bangunan gedung.*

Kata-kata kunci: Estimasi, Metode Parametrik, Regresi Linier, Regresi Non-linier

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Estimasi biaya tahap konseptual dapat didefinisikan sebagai perkiraan biaya proyek yang dilakukan sebelum sejumlah informasi yang signifikan terkumpul dari detail desain, dengan lingkup pekerjaan yang masih belum lengkap. Salah satu metode estimasi biaya konseptual

pada konstruksi bangunan gedung adalah metode parametrik.

Estimasi biaya tahap konseptual dibutuhkan oleh pihak *owner*, pihak konsultan, dan pihak kontraktor untuk memberikan gambaran biaya yang diperlukan dalam suatu proyek. Melalui estimasi konseptual, *owner*/pemilik dapat memiliki informasi biaya sewal mungkin, sehingga dapat mengambil keputusan berkaitan dengan cakupan proyek yang akan dilaksanakan.

Bagi pihak Konsultan perencana, estimasi dibutuhkan dalam menentukan beberapa alternatif desain konstruksi lengkap dengan perkiraan biaya untuk diajukan kepada pihak *owner* agar dievaluasi alternatif desain yang sesuai dengan budget yang dimiliki. Pada kondisi tertentu, ketika diperlukan waktu singkat untuk menyelesaikan suatu proyek yang sangat penting, pihak *owner* harus memilih kontraktor pelaksana sebelum detail desain konstruksi selesai, dalam kondisi ini pihak *owner* akan meminta kontraktor untuk mengajukan perkiraan biaya pelaksanaan suatu proyek dengan informasi proyek yang masih terbatas. Dalam situasi seperti ini, dibutuhkan suatu model estimasi biaya yang dapat digunakan untuk menghitung dengan cepat dan hasilnya cukup akurat.

Dalam penelitian ini, peneliti bermaksud membuat suatu model matematis yang dapat digunakan dalam melakukan estimasi biaya pada tahap konseptual konstruksi yang diharapkan dapat memberikan hasil estimasi yang cukup akurat.

Tujuan Penelitian

Membuat suatu model matematis estimasi biaya tahap konseptual bangunan gedung dengan metode parametrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Estimasi Biaya

Menurut *National Estimating Society USA*, Estimasi biaya ialah seni memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Karena itu, estimasi biaya sangat bergantung pada ketersediaan informasi detail mengenai proyek dalam tahapan proyek ketika estimasi tersebut dilakukan. Estimasi dibutuhkan pada saat proses perencanaan, disaat keputusan-keputusan *preliminary* mengenai proyek harus ditentukan, kemudian selanjutnya dibutuhkan untuk tujuan *budgetary*, lalu estimasi juga dibutuhkan pada tahap *development* proyek baik dalam proses desain maupun pembangunan (Shottlander, 2006, dalam Kesturi, 2012). Perkiraan biaya atau estimasi biaya adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu (Soeharto, 1997 dalam Sudiarta, 2011).

Dalam prosesnya, tiap-tiap kategori estimasi harus secara hati-hati dipersiapkan dari tingkat estimasi konseptual sampai pada estimasi detail untuk memperoleh keakuratan estimasi biaya konstruksi. Keakuratan estimasi biaya konstruksi seharusnya meningkat sesuai dengan perubahan proyek, dari perencanaan, desain hingga estimasi akhir pada saat penyelesaian proyek. Hal ini bisa diprediksi dari estimasi konseptual yang akan membentuk batasan, dengan tingkat keakuratannya relatif luas terhadap nilai kontrak proyek konstruksi, karena tidak semua gambaran desain dan detail disebutkan selama perencanaan awal (Sudiarta, 2011).

Metode Estimasi Parametrik

Parametric estimating is the cost by using mathematical equation that relate cost to one or more physical or performance variables associated with the item being estimated (Wyskida-Steward, 1987 dalam Mcgarrity, 1988).

Estimasi parametrik adalah proses estimasi biaya dengan menggunakan persamaan matematis hubungan biaya dengan satu atau beberapa parameter fisik yang berkaitan dengan item yang akan diestimasi. Pada teknik parametrik data-data historis digunakan untuk mengembangkan hubungan-hubungan biaya berdasarkan analisis statistik. Estimasi parametrik memprediksi siklus biaya suatu sistem, menggunakan model matematik yang terdiri dari sejumlah parameter dan berdasarkan data proyek historis. Menurut Bagus dan Julian (2007) dalam Kesturi (2012) estimasi parametrik merupakan estimasi dari suatu sistem yang dibuat berdasar komponen-komponen teragregasi, oleh model matematik yang terdiri dari parameter-parameter.

Langkah-langkah penerapan estimasi parametrik adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan parameter
- b. Pengumpulan data dan normalisasi data
- c. Pemilihan bentuk *CERs (Cost Estimating Relationship)*
- d. Pengujian Model matematis yang dihasilkan

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis dan Sumber data

- 1) Data Primer, yaitu data proyek bangunan gedung yang telah terlaksana dari pihak kontraktor, konsultan pengawas maupun instansi terkait, proyek-proyek tersebut

berada di wilayah Kota Manado, Kota Tomohon, Kota Bitung, Kabupaten Minahasa, dan Kabupaten Minahasa Utara di Propinsi Sulawesi Utara, proyek-proyek tersebut dibangun dari tahun 2005 sampai tahun 2013.

- 2) Data Sekunder, yaitu data inflasi tahunan Kota Manado dan data Indeks Kemahalan Konstruksi (IKK) masing-masing daerah lokasi proyek dari Badan Pusat Statistik Propinsi Sulawesi Utara.

Metode Analisis

Tahapan analisis data dilakukan sebagai berikut :

- 1) Penentuan parameter/variabel fisik bangunan gedung yang mempengaruhi biaya proyek berdasarkan studi literatur dan penelitian terdahulu, antara lain: Luas lantai total (X1), Jumlah tingkat (X2), Tinggi bangunan (X3), Tipe pondasi (X4), *Finishing grade* (X5), Durasi pelaksanaan (X6), dan Biaya proyek (Y).
- 2) Normalisasi biaya proyek yang diperoleh dari beberapa daerah (Kota Manado, Kota Tomohon, Kota Bitung, Kabupaten Minahasa, dan Kabupaten Minahasa Utara) terhadap lokasi patokan kota Manado dan waktu pembangunan proyek (tahun 2005 sampai tahun 2013) terhadap waktu patokan tahun 2013,
- 3) Uji normalitas data dengan rumus *Kolmogorov-Smirnov*,
- 4) Desain model matematis dengan analisis regresi linier dan non-linier (Logaritmik, Power, Eksponensial) menggunakan program SPSS,
- 5) Evaluasi model berdasarkan kriteria koefisien determinasi terbesar dan uji hipotesis (Uji F dan Uji t),
- 6) Validasi model dengan menggunakan model untuk mengestimasi biaya bangunan gedung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian normalitas, terdapat dua variabel yaitu variabel X4 (tipe pondasi) dan X5 (*finishing grade*) yang memiliki distribusi data tidak normal, sehingga kedua variabel ini dieliminasi dan tidak digunakan dalam analisis regresi.

Adapun ringkasan perhitungan analisis regresi disajikan pada tabel-tabel dibawah ini :

1. Variabel X1 (Luas lantai) terhadap Y

Tabel 1. Ringkasan Hasil Estimasi Variabel X1 terhadap Y

Model	R Square	Persamaan
Linier	0.961	$y = -6,4 \times 10^8 + 5,476 \times 10^6 * X1$
Logaritmik	0.642	$y = - 1,272 \times 10^{10} + 2,60 * 10^9$
Power	0.956	$y = 1,494 \times 10^6 + 1.18 * \ln (X1)$
Exponensial	0.789	$y = 4,471 \times 10^8 + 0.002 * X1$

Sumber : Hasil olahan

2. Variabel X2 (Jumlah tingkat) terhadap Y

Tabel 2. Ringkasan Hasil Estimasi Variabel X2 terhadap Y

Model	R Square	Persamaan
Linier	0.389	$y = - 2,169 \times 10^9 + 2,87 \times 10^9 * X2$
Logaritmik	0.355	$y = 5,398 \times 10^8 + 4,888 * 10^9 \ln X2$
Power	0.324	$y = 6,34 \times 10^8 + 1.689 * \ln X2$
Exponensial	0.330	$y = 2,64 \times 10^8 + 0.956 * X2$

Sumber : Hasil olahan

3. Variabel X3 (Tinggi bangunan) terhadap Y

Tabel 3. Ringkasan Hasil Estimasi Variabel X3 terhadap Y

Model	R Square	Persamaan
Linier	0.436	$y = - 1,999 \times 10^9 + 6,986 \times 10^8 * X3$
Logaritmik	0.379	$y = - 5,324 \times 10^9 + 4,464 * 10^9 \ln X3$
Power	0.352	$y = 8,179 \times 10^7 + 1,555 * \ln X3$
Exponensial	0.387	$y = 2,7 \times 10^8 + 0,238 * X3$

Sumber : Hasil olahan

4. Variabel X6 (Durasi) terhadap Y

Tabel 4. Ringkasan Hasil Estimasi Variabel X6 terhadap Y

Model	R Square	Persamaan
Linier	0.574	$y = - 4,808 \times 10^9 + 4,997 \times 10^7 * X6$
Logaritmik	0.463	$y = - 2,857 \times 10^{10} + 6,317 * 10^9 \ln X6$
Power	0.789	$y = 522,44 + 2,982 * \ln X6$
Exponensial	0.789	$y = 5,563 \times 10^7 + 0,021 * X6$

Sumber : Hasil olahan

5. Variabel X1, X2, X3, X6 terhadap Y

Tabel 5. Model regresi linier berganda

Model	Adjusted R Square	Persamaan
Linier berganda	0.96	$y = -1,937 \times 10^8 + 5,577 \times 10^6 * X1 - 1,363 \times 10^9 * X2 + 3,139 \times 10^8 * X3 - 2,028 \times 10^6 * X6$

Sumber : Hasil olahan

6. Variabel X1, lnX6 terhadap Y

Tabel 6. Model regresi non linier berganda

Model	Adjusted R Square	Persamaan
Nonlinier berganda	0.959	$y = 2,242 \times 10^9 + 5,745 \times 10^6 X1 - 6,158 \times 10^8 \ln X6$

Sumber : Hasil olahan

Dari beberapa model yang ada, dipilih 3 (tiga) model yang memiliki koefisien determinasi (R^2) terbesar, yaitu:

Tabel 7. Model terpilih berdasarkan kriteria koefisien determinasi terbesar

Model	R Square	Persamaan
Linier	0.961	$y = -6,402 \times 10^8 + 5,476 \times 10^6 * X1$
Linier berganda	0.96	$y = -1,937 \times 10^8 + 5,577 \times 10^6 * X1 - 1,363 \times 10^9 * X2 + 3,139 \times 10^8 * X3 - 2,028 \times 10^6 * X6$
Nonlinier berganda	0.959	$y = 2,242 \times 10^9 + 5,745 \times 10^6 X1 - 6,158 \times 10^8 \ln X6$

Sumber : Hasil olahan

Dari 3 (tiga) model yang terpilih dilakukan pengujian signifikansi koefisien regresi dan diperoleh 2 (dua) model yang memenuhi syarat, yaitu :

Tabel 8. Model terpilih berdasarkan uji signifikansi koefisien regresi

Model	R Square	Persamaan
Linier	0.961	$\hat{Y} = -6,402 \times 10^8 + 5,476 \times 10^6 * X1$
Linier (tanpa intercept)	0.965	$\hat{Y} = 4,946 \times 10^6 * X1$

Sumber : Hasil olahan

Model yang terpilih dievaluasi untuk melihat besarnya *error estimate* dari model dengan menggunakan model tersebut untuk menghitung besarnya biaya bangunan berdasar-

kan luas lantai dari masing-masing sampel yang ada, selanjutnya hasil hitungan dengan menggunakan model dibandingkan dengan biaya proyek (biaya normalisasi) untuk dilihat berapa besar *error estimate* yang terjadi. Dari pengujian diperoleh model:

Tabel 9. Model terpilih dan memenuhi syarat evaluasi *error estimate*

Model	R Square	Persamaan
Linier	0,959	$\hat{Y} = -1,479 \times 10^9 + 6,077 \times 10^6 * X1$
Linier (tanpa intercept)	0,971	$\hat{Y} = 5,022 \times 10^6 * X1$

Sumber : Hasil olahan

Model pada Tabel. 9 divalidasi dengan mengaplikasikan model yang ada pada suatu proyek bangunan gedung yang telah terlaksana dimana data bangunan tersebut tidak termasuk data bangunan gedung yang telah dihitung untuk desain model.

Diketahui suatu bangunan gedung dengan luas lantai = 768 m² dengan biaya proyek setelah dinormalisasi terhadap lokasi dan waktu = Rp. 3.018.909.848,- (Tabel 10).

Model estimasi biaya yang ada diuji konsistensinya dalam menghitung/memperkirakan biaya suatu bangunan berdasarkan luas lantai. Kemudian hasil perhitungan yang diperoleh dibandingkan dengan dengan harga per m² konstruksi bangunan gedung ditahun 2013 (tahun patokan).

Dari hasil aplikasi model diketahui bahwa model estimasi biaya $\hat{Y} = -1,479 \times 10^9 + 6,077 \times 10^6 * X1$ lebih ideal digunakan untuk mengestimasi biaya pada suatu bangunan dengan luas lantai $\geq 650 \text{ m}^2$ dan kurang akurat jika digunakan untuk mengestimasi biaya pada bangunan dengan luas lantai $< 650 \text{ m}^2$ (kontrol dilakukan dengan membandingkan biaya konstruksi per m² dari perhitungan *3-point estimate*) karena konstanta dari persamaan diatas bernilai negatif, apabila model digunakan untuk mengestimasi biaya bangunan dengan luas lantai 243, 38 m² akan menghasilkan biaya nol. Sehingga, untuk mengestimasi biaya bangunan dengan luas lantai $< 650 \text{ m}^2$ dapat digunakan model estimasi biaya $\hat{Y} = 5,022 \times 10^6 * X1$

Tabel 10. Validasi model estimasi biaya tahap konseptual

Luas (m ²)	Biaya Proyek	Model Estimasi Biaya/ Perhitungan	Selisih	Persentase Error estimate	
768	3.018.909.848	$\hat{Y} = -1,479 \times 10^9 + 6,077 \times 10^6 * X1$	3.188.136.000	169.226.151	5,31 %
		$\hat{Y} = 5,022 \times 10^6 * X1$	3.856.896.000	837.986.151	21,73 %

Sumber : Hasil olahan

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Dari 6 (enam) variabel bebas yang digunakan dalam estimasi biaya, 2 (dua) variabel diantaranya memiliki data yang tidak berdistribusi normal, sedangkan 3 (tiga) variabel yang lain tidak memenuhi syarat dalam uji signifikansi koefisien regresi, sehingga hanya satu variabel yang terpakai dalam model akhir yaitu variabel luas lantai.
- b. Model linier estimasi biaya tahap konseptual $\hat{Y} = -1,479 \times 10^9 + 6,077 \times 10^6 * X1$ dimana variabel X1 adalah luas lantai. Nilai $R^2 = 0.959$ menunjukkan 95,9 % variabel dependen biaya proyek dapat dijelaskan oleh variabel independen luas lantai. Persamaan ini telah divalidasi dengan persentase *error estimate* sebesar 5,31 %. Model estimasi biaya ini direkomendasikan digunakan untuk mengestimasi biaya tahap konseptual pada bangunan gedung dengan luas lantai lebih besar dari 650 m², penggunaan model pada luas lantai lebih kecil dari 650 m² akan menghasilkan hasil estimasi biaya yang kurang akurat.
- c. Model linier estimasi biaya tahap konseptual (tanpa *intercept*) $\hat{Y} = 5,022 \times 10^6 * X1$ dimana variabel X1 adalah luas lantai. Nilai $R^2 = 0.971$ menunjukkan 97,1 % variabel dependen biaya proyek dapat dijelaskan oleh variabel independen luas lantai. Persamaan ini telah divalidasi dengan persentase *error estimate* sebesar 21,73 %. Model estimasi biaya ini direkomendasikan untuk mengestimasi biaya tahap konseptual pada bangunan gedung dengan luas lantai lebih kecil dari 650 m², model juga dapat digunakan untuk estimasi biaya tahap konseptual pada bangunan dengan luas lantai lebih besar dari 650 m². Namun, karena dari validasi model diperoleh nilai *error estimate* yang lebih besar dari model I, maka estimasi biaya untuk luas lantai lebih besar dari 650 m² dapat digunakan model I.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2008. *Parametric Estimating Handbook Fourth Edition*. International Society of Parametric Analysts (ISPA). Vienna. www.ispa-cost.org diakses 11 September 2013.

- Asiyanto. 2010. *Construction Project Cost Management*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Bluman, A. G. 2009. *Elementary Statistics : a Step by Step Approach*, 7th ed. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Kegiatan Percepatan Penyediaan Data Statistik dalam rangka Kebijakan Dana Perimbangan Tahun 2013. Katalog BPS : 9101001
- Ervianto, W. I. 2004. *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi. Yogyakarta.
- Husen, A. 2009. *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Andi. Yogyakarta.
- Inkiriwang, R. L., 2007. *Metode Estimasi Waktu Penyelesaian Konstruksi Bangunan Gedung*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Samratulangi. Manado.
- Kesturi, L. 2012. *Estimasi Biaya Tahap Konseptual Pada Konstruksi Gedung Perkantoran dengan Metode Artificial Neural Network*. Skripsi Program Sarjana Universitas Indonesia. Jakarta.
- Kodoatie, R. J. 1995. *Analisis Ekonomi Teknik*. Andi. Yogyakarta.
- Lembaran Negara Republik Indonesia. *Undang – undang Republik Indonesia tentang Jasa Konstruksi*. UU RI No. 28 Tahun 2002.
- Malingkas, G. Y. 2009. *Estimasi Biaya Konstruksi Dengan Menggunakan Metode Parametrik*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Samratulangi. Manado.
- McGarrity, R. J. 1988. *Parametric Estimating : An Equation For Estimating Buildings. A Special Research Problem In Partian Fulfillment of the Requirments for the Degree Master of Science In Civil Engineering*. Georgia Institute of Technology. Georgia.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Pedoman Teknis Pembangunan Gedung Negara*. Permen PU No.45/PRT/2007.

- Peurifoy, R. L. and Oberlender, G. D. 2002. *Estimating Construction Costs Fifth Edition*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Roy, R. 2003. *Cost Engineering : Why, What and How ?*. Paper of Cranfield University. Cranfield. United Kingdom.
- Soleh, A. Z. 2005. Ilmu Statistika Pendekatan Teoritis dan Aplikatif disertai contoh penggunaan SPSS. Rekayasa Sains. Bandung.
- Sudiarta, I. K. 2011. Estimasi Biaya Konseptual Konstruksi Gedung dengan Faktor Kapasitas Biaya. Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar.
- Sudjana. 1983. Teknik Analisis Regresi dan Korelasi. Tarsito. Bandung.
- Sugiyono. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D. Alfabeta. Bandung.
- Van Beest, O. M. 2010. *Parametric Cost Estimating*. www.keyst1.ch. diakses 6 Nopember 2013
- Qudratullah, M. F. 2013. Analisis Regresi Terapan Teori, Contoh Kasus dan Aplikasi dengan SPSS. Andi. Yogyakarta.