

ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL KONSTRUKSI JEMBATAN DENGAN METODEPARAMETER

Edward Rizky Ahadian^{1*}, Muhammad Rizal²

^{1,2}*Program Studi Teknik SipilSipil FT Unkhair*
**edoeny10@gmail.com*

Abstrak: Sebuah proyek konstruksi pada umumnya membutuhkan biaya yang cukup besar, oleh karenanya ketidaktepatan dalam melakukan estimasi biaya dapat mengakibatkan efisiensi proyek konstruksi menjadi terganggu yang pada gilirannya menjadi penyebab utama timbulnya kerugian dan hasil yang kurang optimal. Estimasi biaya konstruksi yang baik akan mendukung penyelesaian proyek konstruksi sesuai dengan anggaran yang direncanakan. Estimasi biaya awal yang dilakukan pada tahap konseptual dari suatu siklus proyek yang dikenal dengan estimasi biaya konseptual dapat didefinisikan sebagai estimasi biaya yang dilakukan berdasarkan konsep bangunan yang akan dibangun. Estimasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter fisik dari desain awal yang bersangkutan berdasarkan data histori dari proyek-proyek sejenis sebelumnya. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dilakukan dengan pendekatan statistik berupa analisis regresi dari biaya konstruksi jembatan dengan parameter fisik dari bangunan jembatan, meliputi lebar jembatan, panjang bentang jembatan, luas oprit jembatan dan tipe struktur jembatan. Program komputer, Statistical Product and Service Solution (SPSS) dipakai untuk mendapatkan model persamaan regresi linier tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang bentang jembatan berpengaruh secara signifikan terhadap biaya konstruksi jembatan dengan R^2 sebesar 98,1%. Model estimasi dinyatakan dengan persamaan $Y = 254.700.000 + 250.200.000X_2$, dimana Y = biaya konstruksi jembatan dan X_2 = panjang bentang jembatan. Estimasi ini dapat diterapkan pada jembatan struktur beton dengan panjang bentang 10 sampai dengan 40 m.

Kata kunci: Estimasi biaya konseptual, metoda parametrik, konstruksi jembatan.

I. PENDAHULUAN

Kegiatan estimasi merupakan salah satu proses utama dalam proyek konstruksi, dimana estimasi diperlukan untuk mengetahui besarnya dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan. Pada umumnya, sebuah proyek konstruksi membutuhkan biaya yang cukup besar. Ketidaktepatan yang terjadi dalam penyediaannya akan berakibat kurang baik pada pihak-pihak yang terlibat di dalamnya. Estimasi biaya konstruksi yang baik akan mendukung penyelesaian proyek konstruksi sesuai dengan anggaran yang direncanakan. Estimasi biaya awal yang dilakukan pada tahap konseptual dari suatu siklus proyek yang dikenal dengan estimasi biaya konseptual dapat didefinisikan sebagai estimasi biaya yang dilakukan berdasarkan konsep bangunan yang akan dibangun. Estimasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter fisik dari desain awal dengan unit price yang bersangkutan.

Pelaksanaan praktik konstruksi dibutuhkan beberapa macam estimasi yang berbeda didasarkan tujuan penggunaan dan peruntukannya. Estimasi tidak mungkin didasarkan pada perhitungan kuantitas (volume) pekerjaan karena uraian dan spesifikasi pekerjaan belum tersusun. Akan tetapi bagaimanapun, pemilik proyek (owner) memerlukan estimasi biaya dalam rangka menyusun anggaran proyek. Hal yang penting dalam model estimasi biaya pada tahap awal perencanaan proyek adalah harus cepat, mudah dalam penggunaannya, akurat dan menghasilkan estimasi yang dapat dipertanggung jawabkan. Bagi pemilik proyek (owner), estimasi biaya diperlukan sebagai pegangan dalam menentukan kebijakan yang dipakai untuk menentukan besarnya investasi yang harus dilaksanakan. Bagi konsultan ataupun kontraktor, estimasi biaya awal atau konseptual diperlukan untuk memberikan gambaran biaya sedini mungkin yang diperlukan dalam pelaksanaan suatu proyek.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu model estimasi biaya konseptual pada konstruksi jembatan berdasarkan metode parametrik. Adapun parameter biaya konseptual yang di maksudkan dalam penelitian ini adalah parameter-parameter dari bentuk fisik jembatan (Total biaya konstruksi bangunan diluar biaya pembebasan lahan, perhitungan harga tanah, pemeliharaan, perbaikan, dan finansial lainnya).

Teknik estimasi yang dapat digunakan dalam melakukan estimasi biaya konseptual sangat bervariasi, mulai dari penggunaan pengalaman, pengetahuan dan penilaian hingga penggunaan data-data biaya historis dan perhitungan matematis. Namun, untuk memperoleh estimasi biaya konseptual yang dapat diandalkan, dibutuhkan kombinasi antara pengetahuan, pengalaman dan informasi biaya dari proyek-proyek sebelumnya yang memiliki karakteristik yang sama. Estimasi biaya sangat bergantung pada ketersediaan informasi detail mengenai proyek dalam tahapan proyek ketika estimasi tersebut dilakukan. 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

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 (Wyskida-Steward, 1987 dalam Roring, 2014). 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. Estimasi parametrik merupakan estimasi dari suatu sistem yang dibuat berdasar komponen-komponen teragregasi, oleh model matematik yang terdiri dari parameter-parameter (Bagus dan Julian, 2007 dalam Kesturi, 2012).

Menurut Vaza (2007), jembatan adalah suatu Konstruksi yang dibangun untuk melewati suatu masa atau traffic lewat atas suatu penghalang. Selanjutnya macam-macam penghalang, atau jenis penghalang, dapat terdiri dari: Sungai, Jalan Raya, Laut, Waduk, Jalan Kereta Api, dan lain sebagainya. Apabila konstruksi tersebut kita bangun lewat bawah suatu penghalang, maka jenis konstruksi tersebut umumnya dapat kita sebut sebagai Terowongan, Under-pass atau Tunnel. Jembatan dibangun untuk dilalui oleh pejalan kaki, pengendara maupun kereta api di atas halangan tersebut. Dibangunnya jembatan pada suatu lokasi tidak terlepas dari fungsi jalan yang akan menjadi akses lalu lintas yang melewatinya, artinya fungsi jembatan ketergantungan langsung dengan fungsi jalan (jalan raya, jalan kereta api, dll).

II. METODOLOGI

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan hipotesis. Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Halmahera Selatan. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi berupa data rencana anggaran biaya (RAB), digunakan untuk mengetahui biaya total pelaksanaan pekerjaan dalam pembangunan jembatan. Karakteristik bangunan, seperti panjang bentangan, lebar jembatan, tipe struktur utama jembatan, lokasi dan tahun pembangunan. Serta data inflasi pada daerah yang dijadikan lokasi survey. Adapun variabel-variabel penelitian yang digunakan yaitu lebar jembatan (X_1), Panjang bentang jembatan (X_2), luas oprit jembatan (X_3), tipe struktur jembatan (X_4), dan biaya konstruksi jembatan (Y).

Data-data yang telah dikumpulkan kemudian ditabulasikan. Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan gambaran karakteristik dari data yang telah dikumpulkan. Selanjutnya dilakukan normalisasi nilai kontrak. Normalisasi data nilai kontrak pada proyek merupakan suatu tahapan yang penting untuk dilakukan untuk mentransformasikan nilai kontrak pada basis tempat dan waktu yang sama. Proses ini dilakukan karena faktor perekonomian tiap tempat berbeda dan nilai uang makin lama makin rendah. Agar setiap data sampel proyek dapat dibandingkan, maka nilai proyek tersebut harus diubah pada satu kondisi dan iklim ekonomi yang sama, yaitu pada waktu dan lokasi proyek yang sama. Normalisasi terhadap waktu dilakukan dengan menggunakan angka inflasi yang dikeluarkan oleh BPS. Tahun acuan dalam normalisasi terhadap waktu adalah tahun 2018.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis regresi untuk membentuk persamaan regresi yang akan digunakan untuk mengestimasi biaya konseptual konstruksi jembatan dengan bantuan aplikasi SPSS (Statistical Product and Service Solution). Tahap pertama yaitu melakukan pengujian data. Kelayakan data diuji berdasarkan uji asumsi klasik berupa uji normalitas. Pada uji normalitas, data akan dianggap normal jika nilai probabilitasnya lebih dari 0,05 yang dapat dilihat dengan statistik uji Kolmogorov-Smirnov. Persyaratan data disebut normal jika nilai sig atau probabilitas atau $p > 0,05$.

Persamaan regresi yang telah terbentuk kemudian dilakukan evaluasi model. Hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas dianalisis berdasarkan koefisien korelasi dan koefisien determinasinya. Koefisien korelasi (r) yang dihasilkan digunakan untuk menggambarkan kekuatan hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas. Koefisien korelasi yang semakin mendekati 1, baik dalam arah positif maupun negatif, menunjukkan bahwa hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas semakin kuat. Selain itu, keakuratan model regresi dapat dilihat berdasarkan koefisien determinasi (R^2) yang semakin mendekati 1, berarti semakin akurat. Untuk mengetahui kelayakan untuk digunakan dalam estimasi nilai variabel terikat, model regresi perlu diuji dengan uji F dan uji t. Model regresi dianggap memenuhi syarat jika probabilitas t terhitung lebih kecil dari signifikansi 0,05. Terakhir dilakukan uji coba model dengan menggunakan model untuk mengestimasi biaya bangunan jembatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

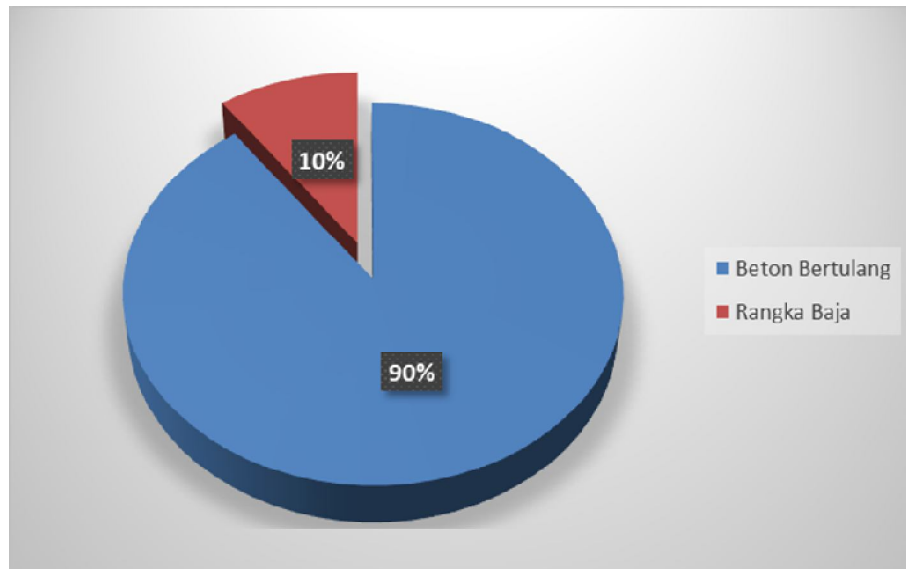
Dalam penelitian ini, data yang dapat dihimpun dari tahun 2014 hingga tahun 2017. Setelah data dikumpulkan, Dari rencana pengumpulan data proyek jembatan 5 tahun terakhir, diperoleh 11 data proyek jembatan yang dibangun pada tahun 2014. Hasil pengumpulan data dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Proyek Jembatan

No	Nama Jembatan	Lebar Jembatan (m)	Panjang Bentang Jembatan (m)	Tipe Struktur Jembatan	Biaya Konstruksi Jembatan (Rp)
1	Ake Boso	6	20	Beton Bertulang	4.989.100.000
2	Ake Dolik	6	10	Beton Bertulang	2.497.000.000
3	Ake Dolik	6	60	Rangka Baja	15.000.000.000
4	Ake Doro	6	20	Beton Bertulang	4.996.300.000
5	Ake Durian	6	10	Beton Bertulang	2.500.000.000
6	Ake Fulai	6	30	Beton Bertulang	7.468.000.000
7	Ake Moloku III	6	20	Beton Bertulang	4.369.481.000
8	Ake Moloku	6	40	Beton Bertulang	8.767.896.000
9	Ake Tokaka II	6	30	Beton Bertulang	7.464.500.000
10	Ake Tokaka	6	10	Beton Bertulang	2.500.000.000

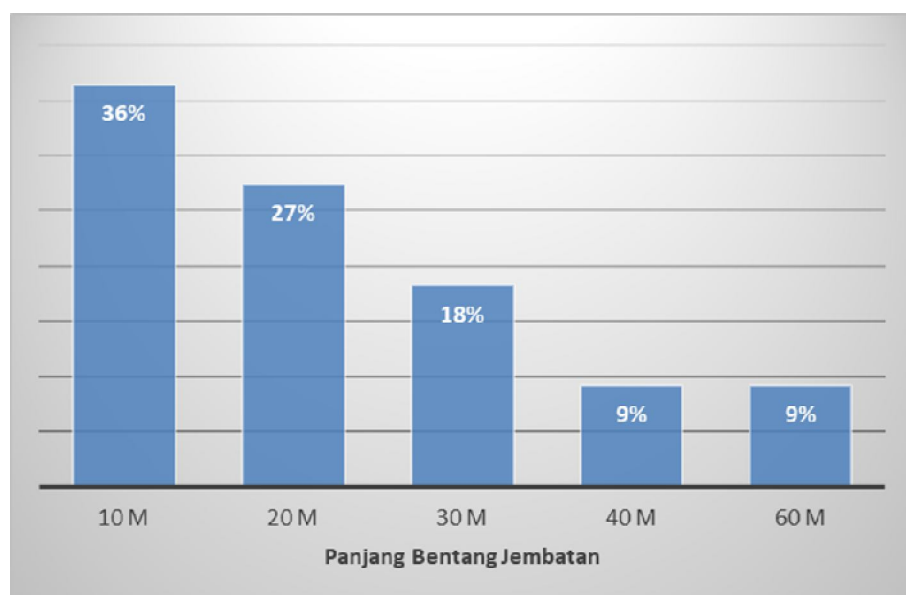
11 Way Waya Miga II 7,5 10 Beton Bertulang 2.234.876.000

Dari data yang telah dikumpulkan tersebut, terdapat dua tipe struktur jembatan yaitu struktur beton bertulang dan struktur rangka baja. Proporsi kedua tipe struktur jembatan tersebut dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.

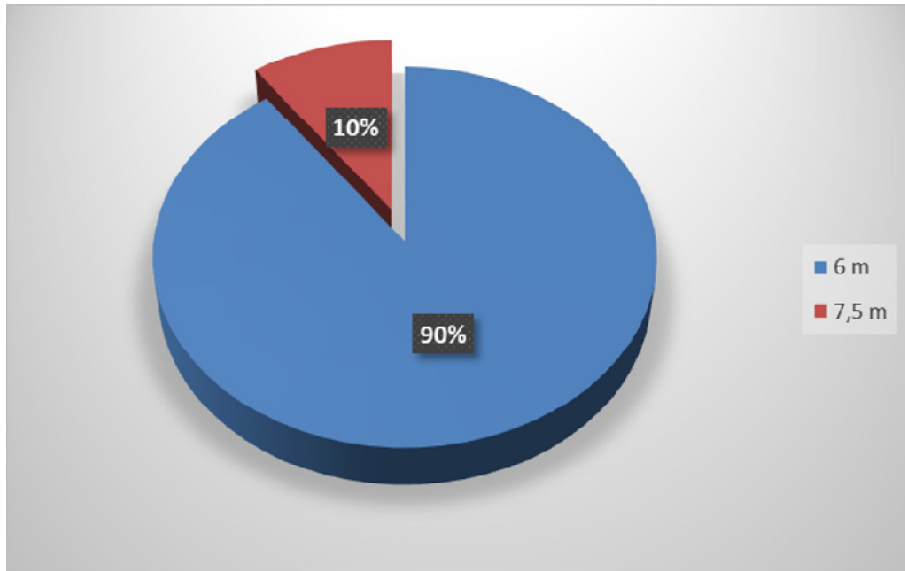


Gambar 2. Komposisi Tipe Struktur Jembatan

Tipe struktur jembatan berupa beton bertulang mendominasi data dengan porsi mencapai 90%. Sedangkan tipe struktur rangka baja hanya 10%. Untuk panjang bentang jembatan dan lebar jembatan dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Panjang jembatan bervariasi yang terdiri dari bentang 10 meter sebanyak 36%, 20 meter sebanyak 27%, 30 meter sebanyak 18%, dan 40 meter sebanyak 9% dan bentang 60 m sebanyak 9%. Lebar jembatan rata-rata mencapai 6 m atau sebanyak 90% dari data yang dikumpulkan. Sisanya 10% memiliki bentang 7,5 m.



Gambar 3. Komposisi Panjang Bentang Jembatan



Gambar 4. Komposisi Lebar Jembatan

Komponen luas oprit jembatan berdasarkan data yang terkumpul, tidak bisa diidentifikasi, sehingga data oprit tidak di ikut sertakan dalam proses analisis regresi. Begitu juga dengan data jembatan rangka baja, karena hanya satu data, maka tidak di ikutsertakan dalam proses analisis regresi. Sehingga variabel tipe struktur jembatan (X_3) juga tidak di ikut sertakan.



Gambar 5. Jembatan Dengan Struktur Beton

Normalisasi Data

Sebelum melakukan analisis data terlebih dahulu dilakukan normalisasi data hal ini dilakukan karena data hasil survey yang didapat adalah di tahun 2014, data ini perlu dikonversi ke waktu acuan yaitu tahun 2018.

Tabel 2. Biaya Konstruksi Berdasarkan Tahun Acuan

No	Nama Jembatan	Biaya Konstruksi Jembatan (Rp) – Tahun 2018
1	Ake Boso	5.491.020.008
2	Ake Dolik	2.748.206.482
3	Ake Dolik	16.509.049.752
4	Ake Doro	5.498.944.352
5	Ake Durian	2.751.508.292
6	Ake Fulai	8.219.305.570
7	Ake Moloku III	4.809.065.281
8	Ake Moloku	9.649.975.419
9	Ake Tokaka II	8.215.453.458
10	Ake Tokaka	2.751.508.292
11	Way Waya Miga II	2.459.711.938

Uji Normalitas

Pengujian normalitas adalah pengujian kenormalan distribusi data. Uji ini merupakan pengujian yang paling pertama dilakukan karena pada pengujian ini dapat dilihat apakah data yang diperoleh berdistribusi secara normal atau tidak. Maksud data terdistribusi normal adalah data akan mengikuti bentuk distribusi normal.

Tabel 3. Tabel *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*

		Lebar Jembatan (m) - X_1	Panjang Bentang Jembatan (m) - X_2	Biaya Konstruksi Jembatan (Rp) - Y
N		10	10	10
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6.1500	20.0000	5.2595E9
	Std. Deviation	.47434	10.54093	2.66278E9
Most Extreme Differences	Absolute	.524	.229	.227
	Positive	.524	.229	.227
	Negative	-.376	-.171	-.167
Kolmogorov-Smirnov Z		1.657	.723	.717
Asymp. Sig. (2-tailed)		.008	.673	.682

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Dari hasil uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov, signifikansi variabel X_1 sebesar $0,008 < 0,05$ sehingga data variabel X_1 tidak berdistribusi normal. Sedangkan variabel X_2 dan Y memiliki nilai signifikansi $0,673$ dan $0,682 > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data panjang bentang jembatan dan biaya konstruksi jembatan mengikuti distribusi normal. Oleh karena data X_1 tidak berdistribusi normal, maka proses selanjutnya tidak diikutsertakan dalam proses analisis regresi.

Analisis Regresi

Proses analisis regresi dilakukan dengan regresi linier sederhana. Hal ini dikarenakan hanya tersedia 1 variabel independen yaitu panjang bentang jembatan (X_2)

Tabel 3. Ringkasan Model

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.991 ^a	.981	.979	3.86447E8	2.244

a. Predictors: (Constant), Panjang Bentang Jembatan (m) - X_2

b. Dependent Variable: Biaya Konstruksi Jembatan (Rp) - Y

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai R^2 sebesar 0,981 yang berarti 98,1% biaya konstruksi jembatan Y dapat dijelaskan oleh variabel X_2 , sedangkan sisanya 1,9% dipengaruhi oleh faktor lain diluar model. Faktor lain tersebut dapat berupa faktor yang tidak terduga yang tidak diperkirakan sebelumnya. Mengingat nilai R^2 berkisar 0% sampai dengan 100%, maka dapat dikatakan bahwa kemampuan panjang bentang jembatan dalam menerangkan biaya konstruksi jembatan sangat baik.

Nilai koefisien korelasi $r = 0,991$ yang dimiliki menunjukkan bahwa terjadi korelasi atau hubungan yang positif dan kuat diantara variabel panjang bentang jembatan dengan biaya konstruksi jembatan. Hal ini juga berarti bahwa setiap kenaikan pada nilai variabel X_2 akan diikuti dengan kenaikan variabel Y.

Uji T

Dari tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi panjang bentang jembatan (X_2) = 0,000 < 0,05, menyatakan bahwa panjang bentang jembatan (X_2) berpengaruh secara signifikan terhadap biaya konstruksi jembatan (Y).

Tabel 4. *Annova*

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.262E19	1	6.262E19	419.300	.000 ^a
	Residual	1.195E18	8	1.493E17		
	Total	6.381E19	9			

a. Predictors: (Constant), Panjang Bentang Jembatan (m) - X_2

b. Dependent Variable: Biaya Konstruksi Jembatan (Rp) - Y

Tabel 5. Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	254.700.000	2.733E8		.932	.379
	Panjang Bentang Jembatan (m) - X_2	250.200.000	1.222E7	.991	20.477	.000

a. Dependent Variable: Biaya Konstruksi Jembatan (Rp) - Y

Dari tabel coefficients dapat digambarkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 254.700.000 + 250.200.000X_2 \quad 1$$

Dimana :

Y = Biaya konstruksi jembatan (Rp)

X₂ = Panjang bentang jembatan (m)

Pengujian Model

Persamaan regresi atau model yang telah dibentuk kemudian divalidasi dengan mengaplikasikan model yang ada pada suatu proyek jembatan. Dari data yang telah dikumpulkan, diambil satu proyek jembatan (ake durian) dengan panjang bentang jembatan 10 m dan biaya konstruksi setelah dinormalisasi terhadap waktu (2018) sebesar Rp. 2.751.508.292. Dengan menggunakan model estimasi $Y = 254.700.000 + 250.200.000X_2$ diperoleh $Y = \text{Rp. } 2.756.700.000$. Dari hasil perhitungan didapatkan biaya konstruksi jembatan sebesar Rp. 2.756.700.000, jika dibandingkan dengan data sebenarnya yaitu sebesar Rp. 2.751.508.292, maka dari hasil perbandingan bahwa biaya yang dihasilkan dengan menggunakan model regresi selisihnya sebesar Rp. 5.191.708 atau 0,18% dari biaya pelaksanaan jembatan yang sebenarnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Panjang bentang jembatan berpengaruh secara signifikan terhadap biaya konstruksi jembatan, dimana 98,1% biaya konstruksi jembatan dipengaruhi oleh panjang bentang jembatan, sedangkan sisanya 1,9% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini.
2. Model estimasi biaya konseptual konstruksi jembatan dengan metode “parameter adalah $Y = 254.700.000 + 250.200.000X_2$, dimana X₂ merupakan panjang bentang jembatan.
3. Hasil uji coba estimasi biaya konstruksi jembatan diperoleh selisih sebesar 0,18% dari biaya pelaksanaan jembatan yang sebenarnya.
4. Berdasarkan karakteristik data yang dikumpulkan, model ini bisa dipakai untuk pembangunan jembatan dengan struktur utama merupakan struktur beton dan bentangan berkisar 10 sampai dengan 40 m.

REFERENSI

- [1] Ahadian, E.R., dkk, 2018, Model Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Perkantoran Di Kota Ternate Dengan Metode *Cost Significant Model*, Jurnal SIPILsains Volume 8 Nomor 15 Maret 2018, hal 11-20
- [2] 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.
- [3] Kesturi, L., 2012, Estimasi Biaya Tahap Konseptual Pada Konstruksi Gedung Perkantoran dengan Metode Artificial Neural Network. Skripsi Program Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta.
- [4] Soemardi, W. Biemo, dkk, 2010, Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi, Konferensi Nasional Teknik Sipil 4, Denpasar.
- [5] Sudiarta, I. K., 2011, Estimasi Biaya Konseptual Konstruksi Gedung dengan Faktor Kapasitas Biaya, Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- [6] Sugiyono, 2007, Statistika Untuk Penelitian, Alfabeta, Jakarta
- [7] Tonias, D.E., 1995, “ Bridge Engineering (Design, Rehabilitation, and Maintenance of Modern Highway Bridges)”. Tata McGraw – Hill, Inc. New York.
- [8] Triwibowo, dkk, 2003, Buku Panduan Untuk Kontraktor Bangunan Gedung Dan Sipil, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [9] Vaza dkk, 2007, Bridge Construction Methods & Application Case, Konferensi Indonesia-Korea, Bandung.Dirdjojuwono, Roestanto W., 2003, Sistem Bangunan Pintar. Pustaka Wirausaha Muda.