

ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL PADA JEMBATAN BETON BERTULANG DENGAN METODE INDEKS BIAYA

ESTIMATION OF CONCEPTUAL COST IN REINFORCED CONCRETE BRIDGE WITH COST INDEX METHOD

Bagyo Mulyono*, Paulus Setyo Nugroho

* Email: bagyo_mulyono@yahoo.com

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman

Abstrak— Estimasi biaya adalah seni memperkirakan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia. Estimasi biaya konseptual merupakan tahap awal pada perencanaan sebuah proyek konstruksi. Estimasi ini memberikan gambaran tentang besar biaya yang harus dianggarkan untuk suatu proyek konstruksi. Estimasi biaya konseptual mempunyai akurasi yang rendah karena waktu perhitungan dan informasi yang tersedia terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model estimasi biaya konseptual jembatan beton bertulang bentang pendek. Metode yang digunakan adalah indeks biaya. Indeks biaya jembatan merupakan angka yang menunjukkan biaya per meter persegi (m^2) jembatan pada waktu tertentu. Data yang diperlukan adalah dokumen kontrak dan gambar rencana jembatan beton bertulang yang dibangun pada tahun 2012-2016 di wilayah eks Karesidenan Banyumas. Bentang jembatan 5-40 meter dan lebar jembatan 2-8 meter dengan fondasi sumuran. Data diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Dinas Pekerjaan Umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model estimasi biaya konseptual untuk jembatan beton bertulang dengan fondasi sumuran adalah $B_{jil} = (100.540,56t^2 - 404.528.636,58t + 406.914.286.088,58) \times P \times W$, dengan t = tahun, P = bentang jembatan, dan W = lebar jembatan.

Kata kunci — *Estimasi biaya konseptual, indeks biaya, jembatan beton bertulang.*

Abstract— Cost estimation is the art of estimating the amount of cost required for an activity based on available information. The conceptual cost estimate is an early stage in planning a construction project. This estimate provides the cost that must be budgeted for a construction project. Cost conceptual estimates have low accuracy because the time of calculation and available information is limited. This study aims to obtain a conceptual model of the conceptual cost of short-spaced bridges. The method used is the cost index. The cost index is a figure indicating the cost per square meters (m^2) of bridges at a given time. The required data are contract documents and drawings design that are built in 2012-2015 in Banyumas residency. Span of bridge 5-40 meters and width of bridge 2-8 meters with caisson foundation. The data were obtained from Dinas Bina Marga and Public Works Agency. The results showed that the conceptual cost model of reinforced concrete bridge with caisson foundation was $B_{jil} = (100,540.56t^2 - 404,528,636.58t + 406,914,286,088.58) \times P \times W$, with t = year, P = span bridge, and W = width bridge.

Keywords — *Cost conceptual estimation, cost index, reinforced concrete bridge.*

I. PENDAHULUAN

Estimasi biaya konseptual hanya berdasarkan pada informasi yang tidak detail. Estimasi biaya konstruksi merupakan hal penting dalam dunia industri konstruksi. Ketidakakuratan estimasi dapat menimbulkan dampak buruk pada seluruh proses konstruksi dan semua pihak yang terlibat. Estimasi biaya konseptual digunakan untuk menentukan

kelayakan proyek dan mengembangkan *project financing*. Ekspektasi akurasi pada estimasi tahap ini -30 – +50% [1].

Pada tahap proses perencanaan jembatan, pemilik proyek sering dihadapkan pada permasalahan pada perkiraan anggaran biaya awal. Hal ini terjadi karena pemilik proyek belum memiliki harga acuan yang dapat digunakan dalam estimasi biaya. Besarnya harga acuan dipengaruhi oleh kondisi daerah dan

waktu. Berbeda dengan bangunan gedung, pemerintah secara berkala telah mengeluarkan acuan harga melalui Pergub dan Perbup. Peraturan ini berisikan tentang harga perkiraan barang/jasa masing-masing daerah, termasuk perkiraan harga bangunan per meter persegi. Oleh karena itu, dibutuhkan model pendekatan yang dapat menjadi acuan di lingkup daerah dan waktu tertentu.

Pada kajian ini akan dibahas tentang model untuk mengestimasi biaya jembatan beton bertulang bentang pendek dengan struktur pondasi yang digunakan adalah sumuran. Model dikembangkan dari memperinci biaya-biaya proyek jembatan yang telah dikerjakan tahun sebelumnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Estimasi Biaya

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 [2]. 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.

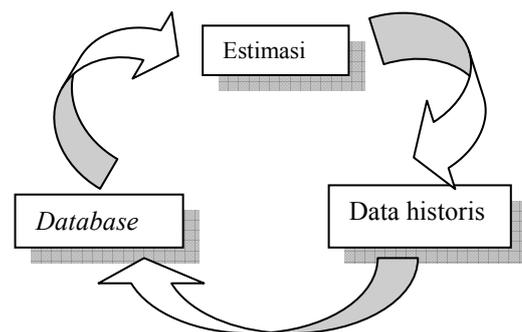
Estimasi biaya tahap konseptual dapat didefinisikan sebagai perkiraan biaya proyek yang dilakukan sebelum sejumlah informasi yang signifikan terkumpul dari detail desain, dengan lingkup pekerjaan yang masih belum lengkap. Masalah yang mendasar adalah tingkat akurasi dari estimasi tahap konseptual [3]. Tingkat akurasi estimasi biaya konseptual $-30 - +50\%$ [4], dan untuk indeks biaya tingkat keakuratannya $-20 - +30\%$ [5].

Pada tahap awal dari sebuah proyek konstruksi, perlu dilakukan perencanaan yang baik. Semua keputusan yang diambil dalam proses awal ini akan memberikan pengaruh yang besar terhadap kinerja proyek selanjutnya. Salah satu keputusan yang paling penting yang harus dilakukan adalah estimasi biaya [2].

Estimasi biaya secara garis besar dapat dibedakan menjadi tiga yaitu; estimasi awal, semi detail, dan estimasi detail. Estimasi biaya awal atau estimasi konseptual juga dikenal sebagai estimasi *top-down*, *order of magnitude*, *quickie*, *analogous*, atau *preliminary estimate*. Proses estimasi ini sebagai

kegiatan awal yang sangat utama dalam memperkirakan biaya proyek [6].

Banyak metode yang digunakan dalam estimasi biaya awal, dari yang sederhana sampai dengan metode analitis yang kompleks. Metode yang digunakan dan tingkat akurasi yang didapat tergantung dari jumlah dan kualitas data-data historis biaya yang digunakan. Dengan demikian, sumber informasi terbaik dalam melakukan estimasi biaya awal adalah data historis dari biaya pelaksanaan [7].



Gambar-1. Sumber Informasi Estimasi [8].

Berdasarkan Gambar-1, proses estimasi merupakan proses siklus. Data historis merupakan *input* untuk tahap *database*, sedangkan *database* merupakan *input* untuk proses estimasi. Proses satu dengan lain saling memperbaharui, yang merupakan kesatuan proses yang kontinyu dalam memperbaiki estimasi biaya [8].

B. Metode Indeks Biaya

Indeks biaya jembatan (IBJ) digunakan sebagai angka yang berfungsi untuk menyesuaikan biaya bangunan terhadap waktu. Indeks biaya bangunan (IB) merupakan salah satu model yang digunakan sebagai dasar acuan untuk membuat model estimasi biaya konseptual pada bangunan [9].

Metode indeks biaya dilakukan untuk mengukur terjadinya suatu perubahan biaya suatu komponen dalam dua waktu yang berlainan. Berdasarkan faktor pembentuknya, indeks dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian [10], yaitu :

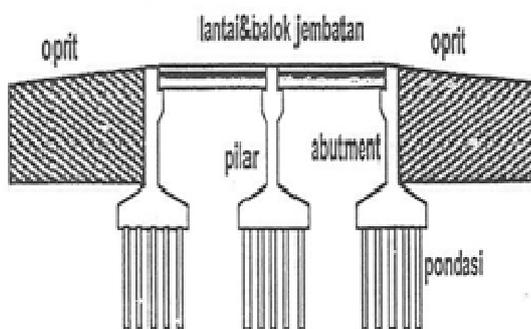
- indeks *input*, mengukur perubahan biaya material, alat dan pekerja untuk suatu proses konstruksi,
- indeks *output*, mengukur perubahan biaya aktual dari konstruksi yang telah selesai. Indeks ini dianggap lebih baik dan banyak dikembangkan dibandingkan dengan indeks *input*.

Secara umum, komponen biaya pada bangunan konstruksi terdiri dari tiga komponen utama yaitu

komponen upah tenaga kerja, komponen material bangunan dan komponen peralatan konstruksi [11].

C. Bagian-Bagian Struktur Jembatan

Berdasarkan Gambar-2, secara umum jembatan terdiri dari oprit, pondasi, abutment, pilar, balok jembatan dan lantai jembatan. Struktur atas terdiri dari lantai dan balok jembatan, biasa disebut plat dan gelagar. Struktur bawah merupakan bangunan jembatan bagian bawah berupa fondasi. Struktur oprit merupakan bagian jembatan yang menghubungkan jalan dengan jembatan, sebelum memasuki jembatan terdapat oprit. Oprit merupakan timbunan tanah dan material batuan lapis telpord serta lapis agregat [12].



Gambar-2. Bagian struktur Jembatan [12].

Beton merupakan material yang umum digunakan dalam struktur jembatan. Disamping mempunyai kuat tekan yang tinggi, beton mempunyai ketahanan terhadap panas relative lebih baik. Nilai sisa kuat tekan beton karena pemanasan pada suhu 800°C adalah 60,78% [13].

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Sumber Data

Data merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Dinas Pekerjaan Umum di wilayah eks Karesidenan Banyumas yaitu Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap dan Kebumen, Provinsi Jawa tengah. Sampel Jembatan yang diteliti adalah jembatan dengan struktur utama beton bertulang bentang 5 - 40 meter dan lebar 2 - 8 meter dengan pondasi sumuran, dengan periode pembangunan tahun 2012-2016.

Data-data yang dibutuhkan adalah dokumen kontrak yang berisi gambar-gambar konstruksi, rencana anggaran biaya (RAB), dan analisis harga satuan (AHS).

B. Metode Analisis

Analisa untuk menentukan IBJ keseluruhan dilakukan sebagai berikut ini.

a. Memisahkan jenis pekerjaan.

Data-data rencana anggaran biaya yang ada diidentifikasi berdasarkan jenis pekerjaannya. Jenis pekerjaan tersebut dibagi menjadi pekerjaan struktur, pekerjaan non struktur dan pekerjaan umum. Pada beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa komponen pekerjaan umum memiliki bobot biaya yang kecil, sehingga tidak akan mempengaruhi biaya suatu konstruksi [14].

b. Menghitung volume kebutuhan.

Menghitung volume total kebutuhan pekerjaan termasuk didalamnya material, peralatan dan tenaga kerja. Perhitungan ini dilakukan dengan menganalisis kebutuhan komponen material, upah dan alat dari data RAB dengan data AHS yang telah tersedia.

c. Menghitung bobot biaya item komponen.

Menghitung bobot biaya per item pekerjaan. Bobot biaya dihitung dengan cara membagi nilai biaya item pekerjaan dengan total biaya RAB. Langkah selanjutnya menjumlahkan setiap bobot biaya item pekerjaan dengan komponen yang sejenis. Sehingga dihasilkan nilai bobot biaya total per komponen material, upah dan alat.

d. Menentukan item dominan.

Langkah selanjutnya yaitu menentukan item dominan dari item-item yang telah digabungkan. Bobot biaya kumulatif diurutkan dari terbesar sampai terkecil. Untuk mengidentifikasi item yang dominan dilakukan dengan mengakumulasikan bobot rata-rata komponen secara berurutan dari yang terbesar hingga mencapai bobot kumulatif sebesar $\pm 80\%$.

Kemudian setiap item yang ikut terakumulasikan mencapai angka 80% ini dikategorikan sebagai item dominan. Data selain item dominan dipisahkan karena tidak akan digunakan lagi. Hal ini mengacu pada prinsip Pareto (aturan 80/20), yang menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% daripada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya.

e. Menghitung luas jembatan.

Langkah selanjutnya melakukan perhitungan luas jembatan. Rumus untuk mencari Luas jembatan adalah seperti persamaan (1).

$$\text{Luas.Jemba tan} = P_{sa} \times L_{sa} \quad (1)$$

Keterangan :

Psa = panjang struktur atas jembatan

Lsa = lebar struktur atas jembatan

Setelah semua jembatan dihitung luasnya, data tersebut ditabulasikan dalam sebuah tabel.

f. Menghitung quantities tertimbang.

Quantities tertimbang adalah kebutuhan item dominan per m^2 luas jembatan untuk IBJ Keseluruhan dan kebutuhan item dominan per m^2 luas bagian jembatan untuk IBJ Komponen. Formula untuk mencari angka quantities tertimbang tersebut adalah:

$$q = \frac{\text{volume.kebutuhan.item}}{\text{Luas.jemba tan}} \quad (2)$$

Keterangan :

q = quantities tertimbang

Langkah selanjutnya menggabungkan seluruh quantities tertimbang item dominan semua jembatan dalam satu tabel, lalu mencari nilai rata-rata quantities tertimbang dari tiap item tersebut.

g. Menghitung biaya jembatan per m^2 .

Tahap selanjutnya adalah menghitung biaya jembatan per m^2 (Biaya total) dengan rumus sebagai berikut:

$$BT = q \times HS \quad (3)$$

Keterangan :

BT = Biaya total

HS = Harga satuan, didapatkan dari Harga satuan item tertinggi dari

setiap data HS Proyek

h. Menghitung IBJ

Selanjutnya menghitung IBJ dengan rumus sebagai berikut ini.

$$IBJ = BT^0 / BT^i \quad (4)$$

$$BT^0 = HS^0 \times q$$

$$BT^i = HS^i \times q$$

Keterangan :

BT^0 = Biaya total pada tahun acuan

BT^i = Biaya total pada tahun tertentu

HS^0 = Harga satuan pada tahun acuan

HS^i = Harga satuan pada tahun tertentu

i. Membuat model estimasi biaya konseptual.

Angka IBJ ini diplotkan ke dalam sebuah grafik yang menghubungkan antara IBJ (sumbu-y) dan tahun (sumbu-x). Lalu dibuat *trendline* dalam bentuk (persamaan). Maka didapat persamaan yang digunakan sebagai model estimasi biaya konseptual pada proyek pembangunan jembatan beton bertulang

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengumpulan Data

Berdasarkan survei didapat data yang disajikan pada Tabel-1. Dari Tabel-1, data sungai Widoro tahun 2012 (Purbalingga) dan Kali Katal tahun 2016 (Brebes) tidak digunakan dalam menentukan IBJ karena digunakan sebagai data validasi.

Tabel-1. Jembatan beton bertulang yang di bangunan tahun 2012-2015.

No	Nama Jembatan	T.A.	Panjang (m)	Lebar (m)	RAB	Sumber Data
1	Widoro	2012	4,5	3,7	100.000.506,76	DPU Kab.Kebumen
2	Kali Kolong	2012	13,35	4,6	256.481.780,50	DPU Kab.Purbalingga
3	Wangon	2013	20	3	230.747.410,51	Dinas Sumber daya perairan dan Binamarga Kab. Banyumas
4	Yakup	2013	38,8	2	326.774.395,49	DPU Kab. Cilacap
5	Kali Kecek	2014	4,6	5	86.466.000,03	Dinas Binamarga Kab.Banjarnegara
6	Sidasari	2014	8	7	254.313.417,98	DPU Kab.Kebumen
7	Kali Jambe	2015	20	3	194.694.168,37	DPU Kab.Cilacap
8	Sungai Nyolek	2015	6	5	201,071,444.90	DPU Kab.Purbalingga
9	Kali Katal	2016	7	5,8	401,023,534.98	DPU Kab.Brebes

B. Menghitung Volume Kebutuhan Total dan Biaya Total

Berdasarkan Tabel-1, RAB masing-masing proyek kemudian di perinci (*breakdown*) berdasarkan komponen masing-masing. Terdapat tiga komponen utama dalam perhitungan volume kebutuhan total dan biaya total, yakni upah, material bangunan dan komponen peralatan konstruksi. Masing-masing komponen ini memiliki karakteristik nilai dan satuan yang berbeda, dimana komponen upah tenaga kerja satuan waktu sesuai dengan produktivitas tenaga kerja. Komponen material melibatkan jumlah volume atau kuantitasnya. Untuk komponen peralatan konstruksi pada bangunan jembatan, satuan waktu sesuai dengan produktivitas alat yang dipakai.

C. Menentukan Item Dominan

Tabel-2. Item dominan jembatan Sungai Nyolek.

No	Item Pekerjaan	Sat	Bobot (%)	Bobot Biaya Kumulatif (%)
1	Semen	kg	30,06	30,06
2	Besi Beton	kg	18,04	48,10
3	Batu Belah	m ³	16,64	64,73
4	Pasir	m ³	5,21	69,94
5	conc.mixer	Jam	4,30	74,24
6	Kayu Perancah	m ³	4,10	78,34
7	Pekerja	Jam	3,82	82,16
8	Bahan pilihan (M09)	m ³	3,68	85,85
9	Truck Mixer	Jam	3,46	89,31
10	Tukang	Jam	1,50	90,81
11	Agregat Kasar	m ³	1,37	92,18
12	Bulldozer	Jam	1,09	93,27
13	Pasir beton	m ³	1,09	94,36
14	Dudukan, mur, baut dll	Kg	1,05	96,47
15	Pipa d = 8.91 cm Galvanised	M ³	0,90	97,37
16	Alat Bantu	Ls	0,60	97,97
17	Dump Truck	Jam	0,57	98,55
18	Con Pan. Mixer	Jam	0,49	99,03
19	Excavator	Jam	0,21	99,24
29	Water Tanker	Jam	0,20	99,44
21	Paku	Kg	0,18	99,62
22	Tandem	Jam	0,13	99,76
23	Wheel Loader	Jam	0,08	99,84
24	Con. Vibrator	Jam	0,07	99,91
25	Kawat Beton	Kg	0,06	99,97
26	Motor Grader	Jam	0,03	100,00

Analisa ini bertujuan untuk mengidentifikasi item dominan yang nantinya akan dipakai sebagai dasar untuk menghitung angka indeks. Bobot biaya kumulatif diurutkan dari terbesar sampai terkecil. Untuk mengidentifikasi item yang dominan dilakukan dengan mengakumulasikan bobot rata-rata komponen material secara berurutan dari yang terbesar hingga mencapai bobot kumulatif sebesar $\pm 80\%$.

Dari Tabel-2, terlihat bahwa item dominan terdapat pada nomor 1-7 (ditandai dengan jumlah bobot biaya kumulatif sebesar $\pm 80\%$). Untuk pekerjaan 8-26 bukan merupakan item pekerjaan dominan yang untuk analisa selanjutnya tidak dipakai.

D. Menghitung IBJ Keseluruhan

Melakukan perhitungan IBJ Keseluruhan, dilakukan dengan menetapkan biaya jembatan tahun anggaran (T.A) 2012 sebagai acuan. Berdasarkan periode waktu, angka indeks di bedakan menjadi dua macam (Untuk mencari angka indeks, ada dua macam [10].

- Periode dasar (*base periode*), merupakan periode yang digunakan sebagai dasar perbandingan dalam menghitung angka indeks. Angka indeks pada periode dasar adalah 100. Periode dasar hendaknya merupakan periode (tahun) yang mempunyai keadaan perekonomian relatif mantap atau stabil dan tidak terlalu jauh dari periode-periode yang dibandingkan (periode berjalan).
- Periode yang bersangkutan atau sedang berjalan (*current period*), merupakan periode yang ditinjau dan akan dibandingkan terhadap periode dasar. Dari hasil perbandingan tersebut dapat diketahui besarnya perubahan yang terjadi pada periode berjalan.

Penetapan tahun acuan dapat dilakukan di semua tahun anggaran, untuk lebih mudah diambil tahun paling awal. Indeks biaya didapat dari pembagian biaya per m² dari tahun acuan dengan harga total pada tahun tertentu yang ditetapkan.

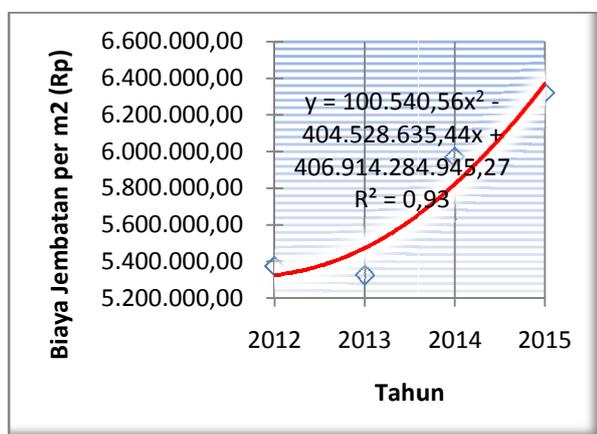
Tabel-3. Biaya per m² dan nilai IBJ keseluruhan.

No	T.A.	Biaya per m ² (Rp)	IBJ
1	2012	5.374.382,37	100,00
2	2013	5.324.126,41	99,06
3	2014	5.968.362,71	111,05
4	2015	6.320.268,98	117,60

Dari Tabel-3, terlihat bahwa IBJ tahun 2013 lebih kecil dibawah 0,94 dari tahun 2012, menunjukkan bahwa harga material, alat maupun tenaga kerja relative tidak terjadi perubahan. Disisi lain bahwa data proyek di tahun 2012 hanya terdapat satu data (Purbalingga) sehingga akan mempengaruhi representatif populasi yang berpengaruh pada besarnya indeks.

E. Model Estimasi Biaya Konseptual

Angka Indeks biaya ini diplotkan kedalam sebuah grafik yang menghubungkan antara IBJ (sumbu-y) dan tahun (sumbu-x), selanjutnya dibuat garis *trendline*. Model estimasi biaya konseptual tersaji dalam grafik hubungan biaya per m² jembatan dengan waktu (tahun anggaran).



Gambar-3. grafik hubungan biaya jembatan dengan waktu (tahun anggaran).

Berdasarkan Gambar-3, model *trendline* terbaik didapat dengan nilai $R=0,93$ adalah persamaan *polynomial*, yaitu: $y= 100.540,56t^2 - 404.528.636,58t + 406.914.286.088,58$ dengan $t =$ Tahun.

F. Pengujian Validasi

Untuk mengetahui seberapa besar nilai kesalahan dari pemodelan estimasi maka dilakukan uji validitas. Uji dilakukan dengan memasukkan data tahun anggaran pada persamaan, kemudian dari hasil persamaan dikalikan 110% (biaya per m² jembatan yang memperhitungkan PPN). Dari harga per m² dikalikan dengan luas jembatan rencana (pxl). Seberapa besar tingkat akurasi dari model ini dihitung dengan mencari nilai *error*. Nilai *error* yang dimaksud adalah perbandingan antara selisih biaya konseptual dengan RAB awal dibagi dengan RAB awal.

Berdasarkan Tabel-4, Untuk Jembatan Widoro setelah di validasi didapat nilai *error* sebesar -2,31%. Nilai *error* didapat dari selisih dibagi biaya awal (mengacu Tabel-1). Untuk Kali Katal Brebes didapat nilai *error* sebesar -20,60%. Nilai *error* proyek jembatan Kali Katal Brebes cukup besar karena proyek terletak di luar populasi kajian yaitu daerah eks Karesidenan Tegal, sehingga harga material, tenaga kerja dan alat juga berbeda yang berpengaruh pada biaya proyek. Dari hasil validasi dari kedua proyek, bahwa model mempunyai akurasi dalam rentang estimasi -30 s.d. +50%.

Tabel-4. Perhitungan biaya jembatan dengan model dan nilai *error*.

Data Awal Jembatan		Besarnya Biaya dengan Model			Selisih (Rp)	Error Value (%)
Lokasi Tahun	Luas (m ²)	BJ _i (Rp)	BJ _i x110% (Rp)	BJ _i L (Rp)		
Widoro Kebumen 2012	16,65 (4,5x3,7)	5.334.010,26	5.867.411,29	97.692.397,91	(2.308.108,85)	-2,31
Kali Katal, Brebes- 2016	40,6 (7x5,8)	7,130,121.60	7,843,133.76	318,431,230.66	(82,592,304.32)	- 20,60

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut ini.

1. Nilai Indeks biaya jembatan secara keseluruhan untuk tahun anggaran 2012, 2013, 2014 dan 2015 secara berurutan adalah 100; 99,6; 111,05 dan 117,60.
2. Model estimasi biaya konseptual jembatan beton bertulang dengan fondasi sumuran di wilayah Karesidenan Banyumas, secara keseluruhan berdasarkan luas adalah:

$$BJ_i = 100.540,56t^2 - 404.528.636,58t + 406.914.286.088,58$$

$$BJ_i L = BJ_i \times P \times W,$$

Dimana; t = Tahun,

P = Bentang Jembatan (m),

W = Lebar (m),

BJ_i = Biaya per m^2 jembatan beton bertulang pada tahun tertentu,

$BJ_i L$ = Biaya jembatan beton bertulang berdasarkan luas pada tahun tertentu.

B. Saran

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk model estimasi biaya konseptual dengan berbagai jenis struktur atas maupun struktur bawah dari jembatan dengan memperhitungkan faktor daerah yang berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahuja HN, Dozzi SP, Abou Rizk SM. *Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*. Edisi 2. New Jersey: Prentice Hall Inc. 1994.
- [2] Soeharto I. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga. 1997.
- [3] Roring HSD, Sompie BF, Mandagi RJM. Model Estimasi Biaya Tahap Konseptual Konstruksi Bangunan Gedung Dengan Metode Parametrik. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 2014 ; 4 (2) : 103-108.
- [4] Black JH, Jelen FC. *Cost and Optimization Engineering*. USA : McGraw-Hill Book Company. 1983.
- [5] Osgood N. *Award Methods & Project Estimation*. MIT Open Course Ware. 2004.
<http://www.ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Civil-and-Environmental-Engineering/1-040Spring-2004/5127B219-7DDF-4AC7-9EED36CA8FA28FB8/0/17estimationsp04.pdf>
- [6] Barrie DS, Paulsons BC. *Professional Construction Management*. New York: Mc.Graw-Hill. 1992.
- [7] Oberlender GD, Peurifoy RL. *Estimating Construction Cost*. USA: McGraw-Hill Book Company. 2002.
- [8] Schuette SD, Liska RW. *Building Construction Estimating*. Hightstown, NJ: McGraw-Hill Inc. 1994.
- [9] Latief Y. *Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi*. Jakarta: Universitas Indonesia. 2001.
- [10] Algifari. *Analisis Regresi, Teori, Kasus dan Solusi*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Penerbit BPFE UGM. 2010.
- [11] Sudiarta K. 2011. *Estimasi Biaya Konseptual Konstruksi Gedung dengan Faktor Kapasitas Biaya*. Tesis. Program Studi Teknik Sipil. Program Pascasarjana. Denpasar: Universitas Udayana.
- [12] Supriyadi B, Muntohar AS. *Jembatan*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Beta Offset. 2007.
- [13] Wariyatno, Nanang G, Haryanto Y. Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Sebagai Nilai Estimasi Kekuatan Sisa Pada Beton Serat Kasa Aluminium Akibat Variasi Suhu. *Jurnal Ilmiah Dinamika Rekayasa*. 2013; 9 (1) : 21-28.
- [14] Mulyono B, Apriyono A. *Model Estimasi Biaya Konseptual Bangunan Jembatan Beton Prategang*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 (KoNTekS 9). Makasar. 7-8 Oktober 2015: 567-571.