

PENGEMBANGAN “COST SIGNIFICANT MODELLING” UNTUK ESTIMASI BIAYA PROYEK PENGAIRAN

Peter F Kaming, Wulfram I. Ervianto dan MG. Wara Kushartini

Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Program Pascasarjana, Fakultas Teknik,
Jalan Babarsari 44, P.O Box 1086, Yogyakarta, 55281.
Email: kaming @uajy.mail.ac.id

ABSTRAK

Banyak model biaya digunakan dalam industri konstruksi. Model biaya umumnya dipakai di Indonesia adalah Daftar Kuantitas dan Harga Tradisional. Perkembangan zaman menuntut adanya model biaya yang efektif dan mudah digunakan. Penelitian ini menjelaskan mengenai sifat dan kegunaan model biaya, serta prinsip biaya yang signifikan dapat menghasilkan metode pengukuran sederhana yang terstruktur dan cukup akurat. Penelitian ini menggunakan data histori proyek penawaran yang terdiri dari 29 buah bangunan Dam Konsolidasi, 13 buah Dam Penahan Sedimen dan 11 buah bangunan Saluran. Data statistik yang telah tersusun dan diolah dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda, masing-masing untuk biaya total estimasi Dam Konsolidasi, Dam Penahan Sedimen, dan Saluran. Hasil dari perhitungan dengan persamaan tersebut diuji dengan membandingkan biaya estimasi dan biaya aktual. Pengujian model tersebut dilakukan dengan empat proyek. Tingkat akurasi untuk dam konsolidasi berkisar 7% - 15%, dam penahan sedimen berkisar 7%, dan saluran berkisar pada 6%. Sedang tingkat akurasi di dalam kegiatan tender menurut penelitian berkisar antara 5% - 15%.

Kata kunci: Kontrol biaya, estimasi biaya, model signifikan, regresi linier berganda, proyek pengairan.

1. PENDAHULUAN

Harga penawaran suatu proyek yang didasarkan pada penaksiran biaya oleh penawar biasanya merupakan satu-satunya penentu bisa tidaknya mendapatkan kontrak. Manajer proyek harus mengetahui ambang biaya (*cost threshold*) yang menentukan antara kontrak yang menguntungkan dan yang tidak menguntungkan. Dalam perencanaan harga dasar suatu pekerjaan konstruksi sering dilakukan bersamaan dengan pembuatan penawaran, sehingga tidak mustahil akan terjadi keterlambatan dalam menentukan biaya minimum yang akhirnya akan berakibat tidak adanya peluang untuk memberikan banyak pilihan bagi keputusan penawaran final.

Dalam tahapan pelaksanaan suatu proyek sipil, yang sudah biasa terjadi di Indonesia adalah dengan menggunakan kombinasi antara lumpsom dan harga satuan, dimana item pekerjaan yang dicantumkan jumlahnya bisa ratusan. Kenyataan yang terjadi ialah dibutuhkannya waktu yang cepat untuk mengestimasi harga dari suatu pekerjaan konstruksi, walau sering pula terbentur pada situasi dimana data dan informasi proyek yang bersangkutan masih minim. Kenyataan bahwa waktu yang dialokasikan untuk mempelajari suatu proyek sangat terbatas, sehingga muncul tuntutan perlu dikembangkannya teknik pembuatan suatu model biaya atau *cost-significant modelling* yang sederhana yang bersifat internasional, terstruktur, efektif, cukup akurat dan *reliable*.

Menurut Poh dkk (1995) dalam papernya “*Cost-significant modelling-its potential for use in south-east Asia*”, bahwa proses tender di Indonesia kadangkala dipengaruhi oleh budaya setempat. Hubungan berdasarkan kepercayaan antara pelanggan (*owner*) dan kontraktor dapat mengurangi penghitungan proyek secara detail. Kontraktor cukup hanya mengidentifikasi proyek yang menggambarkan secara kasar kebutuhan pelanggan dan menegosiasikan harga berdasarkan perbedaan-perbedaan kecil yang terjadi dengan pelanggan. Dalam hal ini harga-harga satuan pekerjaan hanya akan disepakati untuk pekerjaan pokok (*mejer-item*) yang di dalamnya akan dimasukkan harga item-item yang lebih banyak tetapi kurang mahal. *Cost-significant modelling* mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik bahwa 80% dari nilai *bill* termuat di dalamnya 20% dari item-item yang paling mahal. Usaha pengidentifikasian item-item *cost-significance* yang sudah dimulai 20 tahun yang lalu, akhir-akhir ini diidentifikasi sebagai item-item yang nilainya lebih besar dari nilai *mean*. Untuk proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, item-item *cost-significance* secara kasar adalah sama.

Di Indonesia di samping menggunakan model *Lumpsom* juga menggunakan jenis model yang lain yaitu Harga Satuan, dimana model tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Aspek positif dari Harga Satuan adalah memberikan metode yang tepat dalam menetapkan harga *provisional sum* dan bagian pekerjaan lainnya yang tidak direncanakan sebelum kontrak. Pemakaian sistem Harga Satuan sangat tepat untuk penambahan nilai kontrak dan

bisa memberikan metode yang tepat dalam penghitungan nilai pekerjaan untuk *interim-payment* atau pembayaran sementara, misalnya pada *Monthly Certificate*. Sedang aspek negatifnya yaitu tidak menggambarkan operasi kerja di lapangan atau secara umum tidak menghubungkan biaya ke metode kerja kontraktor, sehingga sulit untuk mengevaluasi pengaruh perubahan secara sistematis. Sistem ini pun menghambat umpan balik dari biaya konstruksi aktual ke *designer*.

Poh dkk (1995) berpendapat bahwa metode pengukuran sekarang ini tidak perlu rumit dan detail, sehingga timbul tuntutan untuk memperbaiki sistem, misalnya dengan pengembangan *Cost Model*. Horner (Pembimbing Poh) telah mengidentifikasi sifat-sifat model ideal; yaitu sederhana, cukup akurat, dapat memberikan umpan balik yang cepat, terdiri dari elemen-elemen yang mudah untuk diukur, dan yang menggambarkan operasi kerja lapangan yang dapat digunakan untuk pengawasan pekerjaan maupun pelaksanaannya. Prinsip *Cost-significance* dapat digunakan untuk mengembangkan model yang mendekati ideal dengan lebih teliti. *Cost-significant modelling* mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik mengenai data dan informasi proyek terdahulu yang sejenis. Data dan informasi bisa didapat dengan mengumpulkan arsip penawaran terdahulu untuk proyek sejenis yang menang atau dikerjakan. Permasalahan baru yang akan muncul di sini adalah: 1) item-item pekerjaan apa saja yang dominan menentukan jumlah biaya total konstruksi; dan 2) apakah bisa dikembangkan suatu rumus model biaya untuk proyek Pengairan sehingga bisa digunakan secara cepat untuk menaksir biaya total konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi item *cost-significance* dalam suatu rencana anggaran belanja, kemudian mengembangkannya ke dalam suatu model perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi berganda. Rumusan model yang telah didapat digunakan untuk menaksir biaya total konstruksi, kemudian model dievaluasi untuk proyek lain yang telah dikerjakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cost Model

Thiry (1997) menyatakan bahwa salah satu alat yang digunakan untuk menyusun biaya estimasi ke dalam penawaran ialah *Cost Model* (model biaya). Model biaya bisa digunakan untuk mengorganisir dan mendistribusikan biaya perkiraan ke dalam bidang-bidang fungsional yang dapat dengan mudah didefinisikan dan dihitung kuantitasnya. Menurut Poh dkk (1995) bahwa cara yang paling umum ditemukan untuk menyatakan biaya suatu gedung adalah model parametrik, yaitu harga bangunan dipandang dari harga per satuan luas lantai. Pemakaian model parametrik ini paling sering digunakan untuk situasi pada studi kelayakan proyek. Sedang pada tahap perancangan, model yang sesuai adalah model elemental. Di sini struktur bangunan dibagi ke dalam elemen-elemen berdasarkan fungsinya, untuk diterapkan masing-masing tarif per satuan luas lantai. Model elemental bisa dibagi ke dalam bagian yang lebih kecil dan paling detail dimana *bill of quantity* berada. Pembuatan model biaya banyak berguna, praktis, mudah dikenali dan mudah didefinisikan. Estimator bisa berkreasi berdasarkan informasi dan bisa mengoperasikannya dengan menggunakan komputer program Excel atau Access. Untuk membuat suatu model biaya, estimator membagi biaya menurut proses struktur, tingkatan, sistem, dan beberapa identitas lain. Hal ini akan membantu estimator untuk mendapatkan *major cost*. Model biaya juga dapat ditampilkan dalam bentuk model *bar chart*, hirarki, matrix, dan tabel. Model biaya dapat pula disusun berdasarkan elemental, area, dan fungsi. Norton, dkk (1998) menyatakan bahwa model biaya dapat ditunjukkan ke dalam dua format dasar : bentuk diagram dan grafik. Pemilihan format biasanya didasarkan pada jenis pengalokasian biaya, meskipun keduanya sering memakai informasi yang sama. Model biaya dapat pula digunakan untuk menggambarkan biaya terpakai, seperti biaya operasi dan pemeliharaan. Thiry (1997) menyatakan bahwa di proyek konstruksi, dimungkinkan untuk menggunakan model biaya sebagai *Test Reference Building (TRB)*, yaitu suatu model imaginasi dari model ruang untuk menghitung harga proyek. Semua teknik pembuatan model ini dapat digunakan pada berbagai tingkat yang ditentukan berdasarkan ukuran dan kompleksitas proyek. Hajek dan Prijono (1994), mengungkapkan mengenai Hukum Pareto, yang mengidentifikasikan bahwa 80% dari biaya total konstruksi dibentuk atau ditunjukkan oleh 20% dari jumlah item pekerjaan.

Suharto (1995) menyatakan bahwa dalam Metode Parameter, pendekatan yang digunakan adalah mencoba meletakkan dasar hubungan matematis yang mengkaitkan biaya atau jam orang dengan karakteristik fisik tertentu dari obyek (volume, luas, berat, panjang, dan lain-lain). Santoso (1999) dalam penelitian mengenai Metode Parameter sebagai model biaya mendasarkan perhitungannya dengan menggunakan data histori penawaran perusahaan dari pekerjaan yang telah dilaksanakan dimana kondisi proyek yang sedang disiapkan serupa dengan proyek terdahulu. Wibisono (2000) mencoba mencari model biaya pada proyek jalan/transportasi menggunakan dengan mengaitkan biaya total proyek dan harga pekerjaan. Kaming dan Pemyun (2007) mempublikasikan hasil studi mengenai Estimasi Biaya Dengan Metode "Cost Significant Model" Pada Gedung Yang Memakai Arsitektural Bali. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun komponen arsitektur Bali wajib diadakan pada setiap bangunan di Bali, namun komponen tersebut bukan lagi komponen yang mempengaruhi biaya secara signifikan karena banyak

arsitek hanya menggunakan ornamen sekedar memenuhi persyaratan dan peraturan Pemerintah Lokal, bukan merupakan barang seni yang sungguh–sungguh dipasang karena nilai estetika.

Persamaan *Cost Model*

Teknik pembuatan model menurut Thiry (1997) dapat digunakan dalam banyak fase dari studi atau proyek; misalnya teknik pembuatan model membantu dengan mengidentifikasi optimisasi yang masih mungkin dalam fase informasi. Disiplin ilmu yang terlibat dalam fase ini biasanya disajikan dalam bentuk *bar chart* (diagram batang) atau *hierarchical* (struktur) rincian pekerjaan. Dalam fase analisa-fungsi, teknik pembuatan model dapat membantu dengan susunan (struktur) rincian fungsi dan model komponen. Dalam fase evaluasi, teknik pembuatan model membantu dalam membandingkan alternatif-alternatif dengan model-model terdahulu. Dalam fase rekomendasi, teknik ini membantu mengkomunikasikan dengan pelanggan. Norton, dkk (1998) mengatakan bahwa model biaya yang disajikan dalam bentuk grafis di antaranya *bar chart* (diagram batang), elemen biaya disusun dengan susunan naik atau turun untuk mempermudah interpretasi.

Menurut Oberlender (1993) bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi yang diinginkan dalam estimasi biaya ialah tergantung dari jumlah informasi biaya yang diketahui mengenai proyek, bisa berasal dari dua sumber yaitu catatan biaya dari proyek-proyek terdahulu yang sama tipe dan ukurannya, atau dari buku manual mengenai harga yang diterbitkan secara berkala oleh beberapa organisasi.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan data *histori* menurut Suharto(1995), adalah: a) data harus dari proyek yang sejenis, yang dikerjakan pada situasi yang serupa pula, agar didapat hasil yang cukup realistic; b) Penyesuaian yang meliputi hal-hal yang berhubungan dengan eskalasi dan perubahan (penambahan atau pengurangan) lingkup proyek; c) Perhitungan kenaikan harga karena perbedaan waktu atau tahun pelaksanaan (*time value*); d) kecenderungan harga-harga material dan peralatan di pasaran lokal maupun internasional; e) Perubahan tersedianya tenaga kerja dan tingkat upah tenaga; f) mengidentifikasi perbedaan teknis baik kualitas maupun kuantitas dari lingkup proyek terdahulu dengan yang akan diestimasi. Persamaan biaya yang dapat digunakan menurut Stewart dkk., adalah sebagai berikut: $y = b_0 + b_1 X$, dimana y = cost (biaya); b_0 = biaya tetap; b_1 = harga satuan; dan X = kapasitas

3. METODOLOGI PENELITIAN

Landasan teori

Sebagai dasar dari *Cost-significant modelling* pada penelitian ini adalah mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik bahwa 80% dari nilai daftar pekerjaan termuat di dalamnya 20% dari item-item yang paling mahal. Pada kurun waktu terakhir ini, item-item biaya signifikan (*cost-significance*) diidentifikasi sebagai item-item yang nilainya lebih besar dari nilai *mean*. Proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, item-item biaya signifikan secara kasar adalah sama. Salah satu cara untuk menentukan biaya total konstruksi berdasarkan data penawaran yang lalu yaitu menggunakan data statistik dengan metode analisis regresi berganda, karena analisis ini memungkinkan untuk digunakannya informasi yang lebih banyak untuk mengestimasi variabel terikat, sehingga hasilnya lebih akurat.

Metode regresi linier berganda ini menggunakan asumsi bahwa biaya total konstruksi sebagai variabel terikat dan item biaya signifikan sebagai variabel bebas, menurut Levin dan Rubin (1994), keduanya mempunyai hubungan regresi linier berganda dengan persamaan:

$$Y_i = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_i X_i + b,$$

dimana : Y_i = variabel terikat ; X_i = variabel bebas; a_i = nilai parameter ; dan b = komponen tetap.

Untuk mendapatkan apakah pasangan nilai variabel mempunyai hubungan linier atau tidak, dibuat diagram *scatter* dari masing-masing variabel bebas dan variabel terikat. Bagi kebanyakan orang, statistik dianggap suatu ilmu yang rumit, penuh dengan rumus-rumus yang rumit dan diperlukan ketelitian serta ketepatan dalam menghitungnya. Namun seiring dengan kemajuan pesat di bidang komputer, muncul berbagai program yang dibuat khusus untuk membantu pengolahan data statistik, sehingga menjadi lebih mudah tanpa mengurangi ketepatan hasil keluarannya.

Hipotesis

Untuk menguji apakah variabel tersebut ada hubungan atau memberikan sumbangan yang signifikan terhadap hasil keputusan maka dilakukan uji *hipotesis null*.

- H_0 = tidak ada hubungan yang signifikan antara item biaya signifikan dengan biaya total konstruksi.
- H_1 = ada hubungan yang signifikan antara item biaya signifikan dengan biaya total konstruksi.

Metode analisis

Prosedur analisis menurut Pace & Gilda ialah dengan menggunakan teknik analisa biaya dan analisa harga untuk menghitung kuantitas dan mengukur implikasi ekonomi untuk proyek tertentu. Teknik ini umumnya telah mengkonsentrasikan pada penggunaan prosedur siklus usia dan prosedur biaya perbandingan untuk menentukan salah satu dari alternatif biaya awal yang rendah atau alternatif pengembalian investasi yang tinggi. Dengan menggunakan pendekatan probabilistik, range biaya dan harga yang diharapkan dapat merefleksikan secara lebih akurat mengenai risiko dan biaya proyek.

Metode yang digunakan dengan mendasarkan pada analisa data proyek yang lalu seperti yang dilakukan oleh Poh dkk (1995) mempunyai langkah-langkah sebagai berikut :

1. Tidak mengikutsertakan item Pekerjaan yang terkadang jumlahnya cukup besar namun tidak setiap pekerjaan ada. Item-item tersebut sering merupakan variabel biaya tinggi dan tergantung sekali pada karakteristik lapangan dan persyaratan pelanggan, sehingga akan menghambat pengembangan model yang akurat.
2. Mengelompokkan item pekerjaan tersebut ke dalam *trade* primer dan sekunder. Penggabungan item-item pekerjaan bisa dilakukan apabila pekerjaan tersebut mempunyai satuan ukuran yang sama, harga satuannya tidak berbeda secara signifikan, atau bisa menggambarkan operasi kerja lapangan.
3. Menghitung pengaruh *time value* terhadap harga-harga item pekerjaan. Harga pekerjaan pada tahun pelaksanaan disesuaikan dengan harga pada tahun yang dipakai untuk acuan, dengan memperhitungkan bunga yang berlaku.
4. Mencari *cost-significant items*, yang diprediksi sebagai harga pekerjaan di atas *mean*.
5. Mencari faktor model, dicari dengan cara membagi biaya signifikan dengan total biaya aktual.

Wibisono (2000) dalam penelitiannya merumuskan model biaya untuk pekerjaan jalan dengan menggunakan analisa persamaan regresi linier berganda, sama seperti Levin dan Ruben (1994).

Pengujian model

Model biaya yang dikembangkan perlu diuji keakuratannya, dan menurut Poh dkk (1995), bahwa pengujian model bisa dilakukan dengan cara membagi jumlah nilai proyek yang telah diprediksi dengan menetapkan harga paket pekerjaan signifikan dengan faktor biaya model. Akurasi dalam bentuk prosentase, dievaluasi secara sederhana sebagai selisih antara harga yang diprediksi dengan harga yang sebenarnya.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data proyek

Data histori proyek didapat dari berkas kontrak bidang Pengairan di Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Proyek Gunung Merapi Jl. Magelang Km. 4 Yogyakarta, yaitu berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB). Proyek dilaksanakan oleh beberapa kontraktor berkualifikasi Besar, dengan batasan waktu pelaksanaan dari tahun anggaran 1998/1999 sampai tahun anggaran 2000/2001, berlokasi di Jawa Tengah dan DIY. Data ini terdiri dari 42 buah proyek sub bidang Bendung dan Bendungan (29 buah dam konsolidasi dan 13 buah dam penahan sedimen) serta 12 proyek sub bidang drainase dan jaringan pengairan, dapat dilihat Kushartini, (2002).

Pengolahan data

Prinsip yang digunakan untuk mendapatkan rumus model biaya adalah menggunakan regresi linier berganda. Sebelum semua data dimasukkan ke dalam program statistik, maka diperlukan pengolahan data sekunder yang telah didapat dari histori penawaran. Sebagai data awal adalah berupa Daftar Harga Pekerjaan secara lengkap seperti yang telah dilihat pada Kushartini (2002). Data yang lebih rinci, diambil contoh pekerjaan Pembangunan Dam Penahan Sedimen KR-D3, Proyek Merapi Paket M-1. Daftar Harga untuk pekerjaan tersebut bisa dilihat pada Kushartini (2002). Sebagai langkah berikutnya ialah tidak menyertakan biaya pekerjaan persiapan maupun pekerjaan lain-lain yang mempunyai jumlah harga besar, pekerjaan harian, pekerjaan *eksternal* atau tidak setiap saat ada. Biaya item ini dapat ditambahkan pada tahap akhir dari model dalam perhitungan total biaya perkiraan proyek. Tabel Daftar Harga Pekerjaan setelah pekerjaan persiapan dan pekerjaan khusus dikeluarkan bisa dilihat pada Kushartini (2002). Daftar harga pekerjaan pada awalnya adalah termasuk dalam kategori tingkat kedua, yang dirinci ke dalam paket-paket dibawa ke harga pada tahun yang ditentukan, dalam hal ini diambil tahun 2000. Akibatnya besar harga harus disesuaikan dengan bunga bank yang berlaku pada tahun itu. Sumber informasi Bunga Bank diambil dari Buletin Bulanan indikator Ekonomi, Badan Pusat Statistik Jakarta. Contoh penyesuaian harga menurut suku bunga yang berlaku dapat dilihat pada Kushartini (2002). Tabel 4.1 adalah harga final setelah penyesuaian *time value of money* dari berbagai jenis proyek dan tahun anggaran.

Perumusan model biaya

Pemakaian metode yang cepat dan praktis untuk menghitung harga total pekerjaan dari proyek yang sejenis, memacu dikembangkannya suatu *cost model* yang menggunakan persamaan linier regresi berganda. Pemakaian metode ini mempunyai keunggulan yaitu dimungkinkannya digunakan informasi yang cukup banyak untuk mengestimasi variabel terikat. Sebagai variabel terikat adalah biaya total dan variabel bebas adalah item pekerjaan yang signifikan. Secara sederhana hal tersebut bisa dituangkan ke dalam rumus seperti di bawah ini:

- XB₁ = Harga pekerjaan galian
 - XB₂ = Harga pekerjaan urugan
 - XB₃ = Harga pekerjaan timbunan
 - XB₄ = Harga pekerjaan beton
 - XB₅ = Harga pekerjaan pasangan batu.
- (Semua dalam jutaan rupiah)

Salah satu metode yang sering dipakai dalam analisis regresi berganda ialah dengan menggunakan *Stepwise Method*. Di sini variabel yang telah dimasukkan ke dalam model regresi bisa dikeluarkan lagi dari model. Metode ini dimulai dengan memasukkan variabel bebas yang mempunyai korelasi paling kuat dengan variabel terikat. Kemudian setiap kali pemasukan variabel bebas yang lain, dilakukan pengujian untuk tetap memasukkan variabel bebas atau mengeluarkannya.

Pembahasan

Pada proses analisis dengan menggunakan program komputer. Pada tipe dam konsolidasi, angka *R square* yang menunjukkan hubungan kuat dengan variabel terikat adalah yang terdapat pada model 1 dengan angka 0.954. Hal ini berarti 95.40% biaya total bisa dijelaskan oleh variabel biaya pekerjaan model 1 (pasangan batu). Sedangkan sisanya (100 % - 95.40 % = 4.60 %) dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain. Karena angka *Adjusted R square* paling besar di antara model di atas adalah model 1 yaitu 0,952 maka model 1 merupakan model yang paling baik sebagai model regresi. *Standard error estimate* adalah 150,42 atau Rp. 150.420.000,- (satuan yang dipakai adalah satuan dari variabel terikat, atau dalam hal ini adalah satuan biaya total yaitu rupiah).

Dari uji Anova, tingkat signifikansi 0,0000. Karena probabilitas (0,0000) jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi biaya total. Atau bisa dikatakan, pekerjaan pasangan batu, beton, galian, dan urugan secara bersama-sama berpengaruh terhadap biaya total. Dari diagram scatter (lihat Kushatini, 2002) bahwa titik-titik biaya pasangan batu terdistribusi mendekati satu garis lurus. Dari tabel *coefficients* hasil analisis menggambarkan persamaan regresi. Persamaan 1 adalah untuk proyek dam konsolidasi dengan R square = 0.95.

$$Y = 62.720 + 1.433X_{B5} \dots\dots\dots (1)$$

di mana :Y = biaya total; XB₅ = biaya pekerjaan pasangan batu; dan konstanta sebesar 62,720 menyatakan bahwa jika tidak ada biaya pasangan batu, maka biaya total adalah Rp. 62.720.000,-

Untuk proyek dam redimen Persamaannya adalah (R square = 0.96):

$$Y = 300.328 + 1.453X_{B5} \dots\dots\dots (2)$$

Untuk proyek saluran, persamaannya adalah (R square = 0.95):

$$Y = -180.642 + 1.620X_{B5} \dots\dots\dots (3)$$

Tabel 4.1 Rekapitulasi Harga Item Pekerjaan dalam jutaan rupiah

No	Nama Proyek	Jumlah Harga	Jml. Excluded	Excavat ion	Backfi ll	Embank ment	Concrete Works	Masonry Works
		Jutaan rp	Jutaan rp	Xb1	Xb2	Xb3	Xb4	Xb5
1	AP-D3	2,685	2,659	133	19	11	718	1,777
2	TR-D4	1,483	1,474	47	16	6	549	857
3	KR-D3	1,868	1,868	79	15	68	505	1,201
4	KU-D3	1,635	1,625	50	6	48	278	1,243
5	GE-D5	1,969	1,960	134	4	26	374	1,422
6	GE-D7	1,474	1,465	70	6	17	295	1,077
7	WO-D6	1,131	1,126	79	6	-	216	825
8	Dam Konsolidasi K Boyong BO-C5	1,529	1,509	135	6	5	356	1,009
9	Dam Konsolidasi K Boyong BO-C6	1,261	1,230	204	20	9	165	831
10	Dam Konsolidasi K Boyong BO-C7	598	575	21	1	19	249	284
11	Dam Penahan Sedimen K. Senowo (SE-D3)	3,039	3,025	295	29	36	790	1,874
12	Dam Penahan Sedimen K. Senowo (SE-D2)	284	283	2	0	-	234	46

No	Nama Proyek	Jumlah Harga	Jml. Excluded	Excavat	Backfi	Embank	Concrete	Masonry
		Jutaan rp	Jutaan rp	ion	ll	ment	Works	Works
				Xb1	Xb2	Xb3	Xb4	Xb5
13	Dam Konsolidasi K Pabelan (PA-C2)	2,926	2,897	172	16	183	629	1,897
14	Dam Penahan Sedimen K. Lamat (LA-D3)	2,444	2,418	180	17	14	637	1,569
15	Dam Penahan Sedimen K. Lamat (LA-D0)	3,183	3,162	272	27	19	809	2,036
16	Kuning River KU-C1	521	503	32	2	3	139	327
17	Gendol River GE-C12	1,434	1,317	91	4	2	365	854
18	Gendol River GE-C10	1,281	1,227	81	5	6	369	767
19	Boyong River BO-C8	517	476	23	6	7	138	302
20	Boyong River BO-C9	688	641	54	3	2	190	393
21	Boyong River BO-C10	330	301	13	2	1	125	160
22	Boyong River BO-C11	618	565	32	4	1	140	388
23	Boyong River BO-C11A	668	619	49	5	9	125	430
24	Boyong River BO-C12	790	729	66	5	2	174	483
25	Boyong River BO-GS2B	640	605	56	3	-	151	396
26	Boyong River BO-GS2A	762	712	100	15	1	177	420
27	Boyong River BO-GS1B	962	931	55	4	3	242	627
28	Boyong River BO-C1A	763	713	68	8	6	154	476
29	Krasak River KR-C Kembang	3,472	3,295	171	34	68	653	2,370
30	Krasak River KR-C Gedoyo	1,123	546	73	5	1	207	259
31	Dam Penahan Sedimen K. Krasak KR-C1	1,324	1,205	90	14	4	373	723
32	Dam Penahan Sedimen K. Krasak KR-C3	1,378	1,259	113	13	18	392	722
33	Dam Penahan Sedimen K. Krasak KR-C5	1,518	1,434	130	20	3	355	926
34	Dam Penahan Sedimen K. Krasak KR-C6	1,941	1,864	154	3	3	661	1,043
35	Dam Konsolidasi BL-C1	985	924	65	6	11	247	595
36	Dam Konsolidasi BL-C2	1,125	1,060	126	5	1	258	671
37	Dam Konsolidasi PA-C5	1,150	1,038	79	3	5	273	677
38	Dam Konsolidasi PU-C8A	1,468	1,412	112	17	11	405	867
39	Dam Penahan Sedimen PA-D1	1,221	1,120	49	5	17	287	762
40	Dam Konsolidasi PU-C0	1,037	959	80	4	1	217	656
41	Dam Konsolidasi PU-C2	440	412	25	2	1	92	293
42	WO-R7	426	417	53	3	18	235	107
43	WO-R11	1,423	1,336	77	17	44	545	653
44	WO-R13 Magelang, Jawa Tengah	2,101	1,975	165	23	275	736	776
45	Training Dike (Revertment)	795	739	29	7	-	20	683
46	Channel Works Kali Code A-11	1,431	1,358	313	10	4	183	850
47	Channel Works Kali Boyong M-7	2,187	1,993	267	11	52	281	1,382
48	Channel Works LA-CW	529	491	24	1	7	185	275
49	Channel Works BL-RV	628	580	50	2	28	40	460
50	Channel Works BL-R9	145	118	2	1	2	-	114
51	Channel Works K. Boyong BO-CW2	2,906	2,850	681	40	51	741	1,337
52	Channel Works	6,601	6,272	390	49	105	1,542	4,186
53	Jaringan Irigasi D.I. Pijenan Bantul, DIY	1,625	1,549	89	-	8	67	1,384

Sumber, diolah dari Kushartini (2002)

Pengujian model

Dalam penelitian ini harga estimasi yang dihitung dengan memasukkan harga pekerjaan yang signifikan ke dalam rumus persamaan regresi linier berganda dibandingkan dengan harga aktual dari proyek tersebut. Tingkat akurasi diukur dengan membandingkan selisih dari harga estimasi dan aktual dengan harga aktual, dikalikan 100%. Untuk kepentingan penelitian ini, sebagai bahan pengujian diambil 2 buah proyek dam konsolidasi dan masing-masing 1 buah proyek untuk bangunan dam penahan sedimen dan saluran, seperti yang terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengujian Model, Kushartini (2002)

NO	URAIAN	KR-C4	BA-C5	LA-D3	M-7
		(Dam Konsolidasi)	(Dam Konsolidasi)	(Dam Sedimen)	(Saluran)
	XB5	474	314	1,568	1,381
(A)	Biaya estimasi	741,962,000	512,682,000	2,578,632,000	2,056,578,000
(B)	Biaya aktual	868,065,573	478,954,882	2,417,688,514	2,187,319,888
(C)	Akurasi model	(14.53)*	7.04	6.66	(5.98)*
	$((A)-(C)) / (C) \times 100\%$				

Catatan * selisih negatif

Dari penelitian menunjukkan bahwa hasil prediksi harga sebuah proyek sejenis untuk bidang dam konsolidasi mencapai tingkat akurasi sekitar 7% sampai 15%. Sedangkan dam penahan sedimen mencapai tingkat akurasi sekitar 7% dan saluran mencapai tingkat akurasi sekitar 6%. Poh dkk (1995) dalam papernya memaparkan bahwa

dalam penelitian untuk suatu kegiatan penawaran pekerjaan, nilai akurasi akan berkisar antara 5% sampai dengan 15%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil Pengembangan “Cost Significant Modelling” untuk Estimasi Biaya Proyek Pengairan yang telah menggunakan data sekunder berupa 29 buah harga biaya pekerjaan Dam konsolidasi, 13 buah harga biaya Dam Penahan Sedimen, dan 11 buah harga biaya pekerjaan Saluran, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Dari sisi waktu, data proyek yang diperoleh dilaksanakan pada periode yang berdekatan, yaitu tahun anggaran 1998/1999 dan 1999/2000. Jangka waktu pelaksanaan proyek rata-rata hampir sama, yaitu 180 hari kalender. Dalam dokumen kontrak disebutkan bahwa harga eskalasi sudah diperhitungkan sampai masa berakhirnya pelaksanaan proyek. Hal ini akan memperkuat keseragaman data yang dipergunakan. Dari sisi lokasi, letak proyek saling berdekatan yaitu berada di DIY dan Jawa Tengah. Letak bangunan dam dan saluran berada di daerah hulu sungai dan berasal dari sumber yang sama yaitu dari gunung Merapi. Hal ini akan memperkuat keseragaman data yang diperoleh. Dari sisi fungsi bangunan, sebagai contoh bangunan dam, bisa dikelompokkan menjadi bangunan dam yang mempunyai fungsi sebagai dam konsolidasi atau sebagai dam penahan sedimen, sehingga dengan pengelompokan ini akan memperkuat keseragaman data.

Dari analisis dan pembahasan mengenai penelitian sejumlah 42 dam dan 12 saluran, didapati bahwa pekerjaan pasangan batu memberi pengaruh lebih dari 90%, sehingga perhitungan harga untuk pekerjaan pasangan batu dan komponennya harus benar-benar dilakukan secara teliti dan cermat. Dari persamaan 1, 2, dan 3..dapat melakukan prediksi harga sebuah proyek di masa mendatang dapat dilaksanakan dengan lebih sederhana, cepat, dan cukup akurat, sehingga memudahkan pemakaian bagi pihak pemilik, konsultan, maupun pelaksana. Model biaya ini juga sangat praktis digunakan baik untuk perkiraan biaya pada awal proyek, sebagai alat pengendali pelaksanaan proyek, maupun sebagai alat evaluasi pada masa selesainya proyek.

Saran

Dari analisis didapatkan bahwa pekerjaan pasangan batu merupakan pekerjaan yang signifikan, bahkan pengaruhnya mencapai di atas 90%. Pekerjaan pasangan batu juga terdiri dari beberapa komponen pekerjaan yang lain. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, perlu dikembangkan Model biaya yang lebih detail untuk pasangan batu. Model biaya yang mampu menggambarkan operasi kerja lapangan, diharapkan benar-benar dapat memberikan umpan balik bagi estimator dan designer untuk memperbaiki model dengan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Hajek, Victor G., Prijono, Arko, M.S.E (1994)., “*Manajemen Proyek Perekayasaan*”, Edisi Ketiga, Erlangga.
- Kaming,P.F. dan Pemayun, I.D.G.A (2007) Estimasi Biaya Dengan Motode “Cost Significant Model” Pada Gedung Yang Memakai Arsitektural Bali. Seminar Nasional Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar.
- Kushartini, M.G.W. (2002) *Pengembangan Cost Significant Modelling untuk Estimasi Biaya Proyek Pengairan*, Tesis, MTS, Program Pasca Sarjana, UAJY.
- Levin, R.I; Rubin D.S. (1994), “*Statistic for Management*”, Six Edition, Penerbit Prentice Hall International Editions
- Norton, Brian R. and McElligot, William C., (1998) “*Value Management in Construction*”. Van Nortrand.
- Oberlender, Garold D. (1993) “*Project Management for Engineering and Construction*”, McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series
- Pace, Clark & Gilda, Greg, P.E. (1998). “*Cost and Risk Analyses in Building Systems*”, Computing in Civil Engineering, Proceedings of International Computing Congress
- Poh, P. S.H., Horner, R. & Malcolm M.W., (1995). “*Cost-significant modelling-its potential for use in south-east Asia*”, Paper in Engineering, Construction and Architectural Management
- Santoso, R. T.,(1999). *Kajian “Cost Significance Model” dengan Metode parameter Estimasi pada Proyek-proyek Gedung*”, Tesis, MTS, Program Pasca Sarjana UAJY
- Santoso, S., “*SPSS Mengolah Data Statistik Secara Profesional*”, Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia-Jakarta (1999).
- Soeharto, I., “*Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*”, Penerbit Erlangga (1995).
- Stewart, R. D., Wyskida, Richard M., Johannes, James D., “*Cost Estimator’s Reference Manual*”, Second Edition.
- Thiry, M.. (1997) “*Value Management Practice*”, Project Management Institute (1997).
- Wibisono, YB. Widodo, (2000). “*Estimasi Nilai Proyek Jalan dengan Menggunakan parameter*”, Tesis, MTS Program Pasca Sarjana UAJY

*KoNTeKS 3, UPH – UAJY
Jakarta, 6 – 7 Mei 2009*