

## ANALISIS ESTIMASI BIAYA PROYEK PENINGKATAN JALAN BETON DI KABUPATEN TANGERANG DENGAN METODE *COST SIGNIFICANT MODEL*

Rijal Muhammad Fikri<sup>1</sup>, Jane Sekarsari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti, Jakarta  
Jl. Kyai Tapa No.1 Grogol Jakarta Barat 11440  
Email: kujaisembilanpuluh@yahoo.co.id,  
tamтана.js@gmail.com

### Abstrak

*Pada tahap awal perencanaan proyek, pemilik proyek memerlukan estimasi biaya untuk menyusun anggaran proyek. Selama ini, estimasi biaya proyek peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang menggunakan parameter volume jalan, namun masih terdapat beberapa kendala seperti tingkat akurasi yang masih rendah. Untuk itu perlu dikembangkan model estimasi biaya yang lebih baik, mudah digunakan, serta dapat dipertanggung jawabkan. Cost Significant Model merupakan salah satu metode estimasi biaya proyek yang telah banyak diterapkan dengan hasil yang cukup akurat menurut beberapa penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian sebelumnya juga telah menggunakan metode CSM, namun metode ini belum pernah digunakan untuk proyek peningkatan jalan beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan estimasi biaya proyek peningkatan jalan beton dengan metode Cost Significant Model serta untuk mengetahui tingkat akurasinya dengan membandingkan dengan metode estimasi biaya menggunakan parameter volume jalan. Penelitian ini menggunakan data series berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB) kontrak peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang sebanyak 61 paket pekerjaan dari tahun anggaran 2012 sampai dengan 2014 menghasilkan suatu persamaan regresi berganda. Hasil penelitian menunjukkan model estimasi biaya dipengaruhi oleh biaya pekerjaan drainase, biaya pekerjaan beton dan biaya pekerjaan lapisan bawah tanah serta bahwa pekerjaan beton berpengaruh secara significant terhadap biaya peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang. Sebesar 85,6% total biaya peningkatan jalan beton dipengaruhi oleh pekerjaan beton sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sebab-sebab lain. Dari perbandingan harga diketahui estimasi biaya model lebih mendekati rata-rata biaya riil proyek dibandingkan dengan estimasi biaya metode parameter volume jalan. Hal ini menunjukkan bahwa estimasi biaya model lebih baik dan metode Cost Significant Model dapat diterapkan pada tahap awal untuk mengestimasi biaya proyek peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang. Dengan formulasi yang relevan dengan system Algorithmic (Parametric), metode ini berpeluang untuk dikembangkan dengan menggunakan Artificial Neural Network (ANN) sehingga lebih memberikan manfaat dalam melakukan estimasi biaya proyek.*

**Kata kunci :** *estimasi biaya; cost significant model; peningkatan jalan beton*

### Pendahuluan

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, bahkan siklus proyek konstruksi dapat terhenti (*cut off*), Biemo W. Soemardi dkk. (2010). Kondisi ini berakibat kurang baik pada pihak-pihak yang terlibat didalamnya. Secara fungsional, estimasi biaya juga dimaksudkan untuk penyusunan system pembayaran, penjadwalan, dan prediksi kejadian pada proses pelaksanaan suatu kegiatan proyek konstruksi. Kontraktor yang tidak punya

pengalaman tentang komponen biaya, termasuk biaya tidak langsung akan meningkatkan terjadinya resiko dan *exposure* mereka terhadap kegagalan yang tidak perlu, BiemoW. Soemardi dkk. (2010).

Dari perspektif pemilik proyek (*owner*), estimasi biaya sangat signifikan pengaruhnya dan menjadi salah satu tolok ukur penting dalam mengevaluasi keberhasilan suatu proyek konstruksi. Selain itu, estimasi biaya juga menjadi unsur determinan dan menjadi pegangan dalam menformulasikan kebijakan yang akan ditempuh utamanya dalam menentukan besarnya biaya investasi atau anggaran yang harus dialokasikan setiap tahunnya.

Secara umum, keberhasilan kontraktor-kontraktor dalam menangani ketidakpastian biaya terletak pada sebaik apa mereka mampu menghasilkan estimasi biaya yang akurat. Sebagai pedoman, semakin akurat perkiraan biaya yang dihasilkan, semakin berkurang resiko akibat perubahan biaya yang akan dihadapi, Iman Soeharto (1995). Selain itu, adanya kesalahan dalam melaksanakan estimasi biaya mengakibatkan kerugian finansial, dan dalam konteks tender atau pelelangan akan menentukan berhasil tidaknya menang dan mendapatkan pekerjaan, Biemo W. Soemardi dkk. (2010).

Kegiatan proyek peningkatan jalan di Kabupaten Tangerang biasanya dilakukan dengan tiga cara yaitu :

1. Peningkatan jalan dengan *hotmix*/perkerasan lentur (*flexible pavement design*) /jalan aspal.
2. Peningkatan jalan dengan beton semen *Portland*/perkerasan kaku (*rigid pavement design*), biasa disebut peningkatan jalan beton.
3. Peningkatan jalan dengan menggunakan *paving block*.

Ketiga cara ini tentunya memiliki karakteristik dan teknik pengerjaan yang berbeda-beda namun secara faktual, proyek peningkatan jalan di wilayah Kabupaten Tangerang hampir 90% berupa jalan beton semen *Portland*/perkerasan kaku atau yang biasa disebut *rigid pavement design*. Hal ini dilakukan dengan beberapa pertimbangan antara lain :

1. Kondisi geografis wilayah Kabupaten Tangerang.
2. Lintas Harian Rata-rata (LHR) (padat).
3. Beban muatan kendaraan yang melintas tinggi (truk dan kontainer).
4. Tipikal drainase *flat*.

Asosiasi Kontraktor Kabupaten Tangerang (2012).

### **Bahan dan Metode Penelitian**

Peningkatan jalan beton adalah suatu kegiatan peningkatan jalan dengan struktur plat beton yang dilengkapi dengan tulangan/besi *dowel* dan struktur pelengkap lainnya sesuai dimensi dan karakteristik struktur yang direncanakan. Peningkatan jalan ini biasanya dilakukan untuk memperbaiki jalan aspal yang sudah rusak atau dapat juga dilakukan pada jalan yang hanya berupa hamparan agregat atau jalan tanah yang telah dipadatkan.

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) atau juga dikenal perkerasan jalan beton semen *portland* terdiri dari pelat beton semen *portland* dan lapisan pondasi (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari struktur beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan. Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perancangan perkerasan jalan beton semen *Portland* adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya (tebal pelat betonnya), tetapi untuk disain badan jalan (tanah dasar) perlu kajian geoteknik tersendiri jika ditemukan klasifikasi tanah yang masuk kategori tidak baik sebagai tanah dasar, Ari Suryawan (2009).

Pelaksanaan estimasi biaya awal proyek peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang sejauh ini masih menggunakan metode sederhana yaitu dengan mengestimasi parameter volume jalan dan kemudian menghitung biaya untuk setiap  $1\text{m}^3$  volume jalan berdasarkan data proyek sebelumnya, *Anonim*, SOP Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Tangerang (2011). Namun demikian, pelaksanaan estimasi biaya proyek dengan metode ini masih kurang optimal dan sering kali timbul permasalahan di lapangan seperti kurangnya data-data yang tersedia dan minimnya waktu survey lapangan sehingga pada saat proyek konstruksi ini dilaksanakan timbul ketidakcocokan antara rencana anggaran biaya dengan kebutuhan riil di lapangan.

Seiring dengan perkembangan pengetahuan di bidang jasa konstruksi dan mempertimbangkan tingginya kebutuhan akan terwujudnya efisiensi proyek konstruksi dewasa ini, perlu dikembangkannya suatu

teknik pembuatan model estimasi biaya yang sederhana dalam peningkatan jalan beton. Pembuatan model estimasi biaya pada tahap awal perencanaan proyek konstruksi dimaksudkan untuk membantu implementasi pekerjaan proyek konstruksi sehingga diharapkan proyek konstruksi dapat dilaksanakan secara baik dan tepat waktu. Oleh karenanya model estimasi biaya yang akan disusun harus cepat, mudah dalam penggunaannya, akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Metode *Cost Significant Model* yang akan dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan memberi jawaban terhadap tuntutan akan tersedianya estimasi biaya awal proyek konstruksi peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang lebih sederhana, akurat dan tidak membutuhkan waktu yang lama.

Dalam kajian Vijaya Wable dan S.M. Shinde (2014), disebutkan bahwa banyak *algorithmic models* yang dapat dipakai untuk mengestimasi biaya proyek konstruksi atau kegiatan-kegiatan lain seperti *Sourceline of code*, *Seer-Sem*, *Linear model* (diadopsi oleh *Cost Significant Model*), *CoCoMo (Constructive Cost Model)* dan *Putmat's model*, namun yang terpenting adalah memilih model estimasi yang paling bermanfaat. Pemilihan *Linear model* sebagaimana yang diadopsi oleh *Cost Significant Model* dapat menjadi satu pilihan yang cukup baik karena model ini lebih sederhana dan jelas persamaan matematisnya. Selain itu, dari sekian banyak macam teknik estimasi pemilihan metode sangat tergantung dari tujuan yang ingin dicapai penggunaannya.

Metode estimasi biaya dengan *Cost Significant Model* telah banyak dilakukan penelitian sebelumnya untuk mengestimasi biaya beberapa kegiatan proyek konstruksi seperti bangunan gedung, infrastruktur pengairan, pemeliharaan fasilitas bandara, dan pemeliharaan jalan. Untuk studi ini, referensinya mengacu kepada estimasi biaya objek pemeliharaan berkala jalan aspal di Kabupaten Jembrana Bali dan proyek pemeliharaan fasilitas bandara Ngurah Rai Bali. Penelitian yang akan dilakukan kali ini bertujuan untuk menganalisis estimasi biaya proyek peningkatan jalan beton dengan metode *Cost Significant Model* sekaligus memperkuat akurasi estimasi biaya proyek pada penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga dimaksudkan untuk membandingkan tingkat akurasi estimasi biaya proyek peningkatan jalan beton antara metode *Cost Significant Model* dengan metode parameter volume jalan di Kabupaten Tangerang.

### ***Cost Significant Model***

Menurut Poh dan Horner (1995), secara prinsip *cost significant model* dapat digunakan oleh seluruh pihak terkait seperti pemilik proyek dan pelaksana proyek 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 dengan jenis pekerjaan yang sejenis. Data dan informasi bias didapat dengan mengumpulkan arsip penawaran terdahulu untuk proyek sejenis yang memenangkan tender atau proyek yang telah dilaksanakan.

Menurut Penayun (2003), *Cost Significant Model* adalah salah satu model peramalan biaya total konstruksi berdasarkan data penawaran yang lalu, yang lebih mengandalkan pada harga paling signifikan didalam mempengaruhi biaya total proyek sebagai dasar peramalan (estimasi), yang diterjemahkan kedalam perumusan regresi berganda.

*Cost Significant Model* adalah salah suatu model peramalan biaya total sebuah proyek berdasarkan data biaya yang lalu dimana lebih mengandalkan pada harga paling signifikan di dalam mempengaruhi biaya total proyek sebagai dasar peramalan (estimasi) yang diterjemahkan ke dalam perumusan regresi berganda yang diformulasikan ke dalam pemodelan regresi berganda (Indra dan Sonny, 2011).

Untuk melakukan estimasi biaya konsep dari *Cost Significant Model* adalah dengan mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik, bahwa 80% dari nilai total biaya proyek termuat didalam 20% item-item pekerjaan yang paling mahal. Untuk proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, item-item *cost significant* secara kasar adalah sama.

### **Data Penelitian**

Data penelitian diambil dengan melaksanakan pengumpulan data Rencana Anggaran dan Biaya (RAB) berkas penawaran pada kontrak para pemenang lelang proyek pembangunan jalan beton dari T.A. 2012 s/d 2014 yang memiliki karakteristik pembiayaan hampir sama dan dananya bersumber pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Kabupaten Tangerang. Data penelitian terdiri dari data-data anggaran dan paket pekerjaan sebagai berikut :

Tabel 1: Obyek Penelitian

No.	Tahun Anggaran	APBD/APBD Perubahan	Jumlah Paket
1	2012	APBD	12
2	2013	APBD	38
3	2014	APBD	11
TOTAL PAKET			61

#### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode observasi langsung sebagai berikut:

- Mengumpulkan data histori penawaran proyek berupa RAB pada kegiatan peningkatan jalan beton
- Data yang dikumpulkan adalah data RAB paket pekerjaan pada Tahun Anggaran 2012 s/d 2014 yang bersumber dari APBD dan APBD perubahan dengan jumlah total 61 buah.
- Data-data RAB berasal dari para rekanan/kontraktor/pemborong yang memenangkan tender untuk masing-masing paket pekerjaan
- Harga-harga yang telah dikumpulkan dari RAB tersebut tidak memasukkan Pajak Pertambahan Nilai (PPN)
- Harga-harga untuk tahun 2012 dan 2013 memperhitungkan *time value* dengan perhitungan tingkat inflasi di Kabupaten Tangerang
- Data-data tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan jenisnya dan disusun pada kolom-kolom yang telah diatur berdasarkan tahun dan sumber pendanaannya untuk mempermudah proses penelitian selanjutnya.

#### Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan satu variabel terikat (Y) dan sembilan variabel bebas (X) dengan perincian sebagai berikut :

Variabel terikat (Y) : Jumlah biaya total/biaya riil pekerjaan

Variabel bebas (X) : terdiri 9 variabel yaitu :

Tabel 3 : Variabel yang digunakan

No.	Variabel	Deskripsi
1	X1	Biaya pekerjaan persiapan
2	X2	Biaya pekerjaan bongkaran
3	X3	Biaya pekerjaan tanah
4	X4	Biaya pekerjaan turap (pasangan batu kali)
5	X5	Biaya pekerjaan drainase
6	X6	Biaya pekerjaan beton
7	X7	Biaya pekerjaan tambahan beton
8	X8	Biaya pekerjaan besi
9	X9	Biaya pekerjaan lapisan bawah tanah

#### Tahapan Analisis Data *Cost Significant Model*

Sebagai langkah awal, analisis data *Cost Significant Model* dilakukan dengan menentukan pengaruh *time value* terhadap harga-harga yang dikumpulkan pada tahun-tahun sebelumnya dengan mempertimbangkan tingkat inflasi yang terjadi pada wilayah tersebut. Beberapa tahapan yang harus dilaksanakan adalah :

- Perhitungan terhadap pengaruh *time value*;
- Menentukan *cost significant item*;
- Pengujian model

#### Analisis Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan metode *Cost Significant model*, penyaringan data dilakukan terhadap komponen-komponen biaya yang kecil pengaruhnya dan tidak konstan ada di setiap paket pekerjaan yaitu biaya pekerjaan bongkaran (X2) dan biaya pekerjaan turap (pasangan batu kali) (X4) dapat dihilangkan, sedangkan penyaringan terhadap data baris dilakukan untuk empat baris karena tidak konstan ada di setiap paket pekerjaan sehingga jumlahnya menjadi 57 baris/paket pekerjaan. Hasil penyaringan data dengan *Cost Significant Model*, seperti tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4: Persentasi terhadap Total Biaya

NO	ITEM PEMBIAYAAN	VARIABEL	JUMLAH (Rp)	PERSENTASE TERHADAP TOTAL BIAYA (%)
	BIAYA TOTAL	Y	57,503,718,4580.10	100
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	X1	1,028,881,745.78	1.78924
2	PEKERJAAN TANAH	X2	1,260,693,202.91	2.19237
3	PEKERJAAN DRAINASE	X3	3,343,710,261.10	5.81477
4	PEKERJAAN BETON	X4	34,827,571,245.98	60.5658
5	PEKERJAAN TAMBAHAN BETON	X5	3,059,429,215.45	5.32040
6	PEKERJAAN BESI	X6	4,644,230,595.01	8.07640
7	PEKERJAAN LAPISAN BAWAH TANAH	X7	5,782,030,261.84	10.05505
	TOTAL		53,946,546,528.07	93.81

#### Menentukan *Cost Significant Items*

Dalam menentukan *Cost Significant Factor* item-item biaya yang akan dipakai minimal atau sama dengan 80% saja. Dari tabel di atas, terdapat 2 item pembiayaan yang dihilangkan yaitu untuk pekerjaan persiapan (X1) dan pekerjaan tanah (X2). Hal ini dilakukan mengingat item pembiayaan tersebut hanya memiliki kontribusi kurang dari 5% tidak berpengaruh secara significant dan tidak mempengaruhi formulasi perhitungan lebih lanjut. Hasil penyaringan data menghasilkan *Cost Significant Factor* sebagaimana tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 : *Cost Significant Factors*

NO	ITEM PEMBIAYAAN	VARIABEL	JUMLAH ITEM PEMBIAYAAN	PERSENTASE TERHADAP TOTAL BIAYA (%)
1	Total Biaya	Y		100
2	Pekerjaan Drainase	X3	Rp 3,343,710,261.10	6%
3	Pekerjaan Beton	X4	Rp 34,827,571,245.98	61%
4	Pekerjaan Tambah Beton	X5	Rp 3,059,429,215.45	5%
5	Pekerjaan Besi	X6	Rp 3,059,429,215.45	5%
6	Pekerjaan Lapisan bawah Tanah	X7	Rp 4,644,230,595.01	8%
TOTAL	Rp 48,934,370,532.99	85%		

Dari Tabulasi yang menghasilkan *Cost Significant Item* diperoleh item-item pembiayaan yaitu jumlah biaya total/biaya riil proyek, (Y), sebagai variable terikat, dan variabel bebas adalah : pekerjaan pekerjaan drainase (X3), pekerjaan beton (X4), pekerjaan tambahan beton (X5), pekerjaan besi (X6) dan pekerjaan lapisan bawah tanah (X7). Langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data untuk tabel yang memuat tabulasi data per M<sup>2</sup> luas yang telah diproyeksikan pada Tahun Anggaran 2014 sehingga sudah memasukkan nilai time value untuk data-data yang ada pada Tahun Anggaran 2012 dan 2013. Sebagian hasil pengolahan data ini termuat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 Input Data SPSS

	BIAYA TOTAL  (Y) (Rp)	PEKERJAAN PERSIAPAN  (X1) (Rp)	PEKERJAAN TANAH  (X2) (Rp)	PEKERJAAN DRAINASE  (X3) (Rp)	PEKERJAAN BETON  (X4) (Rp)	PEKERJAAN TAMBAHAN BETON  (X5) (Rp)	PEKERJAA N BESI  (X6) (Rp)	PEKERJAAN LAPISAN BAWAH TANAH  (X7) (Rp)
1	330,590.58	3,164.47	7,649.24	4,554.18	218,040.19	21,741.07	28,424.45	40,527.11
2	383,844.93	3,397.74	10,151.96	15,061.78	243,237.38	22,596.76	32,297.98	44,128.59
3	564,024.25	16,646.66	33,700.38	55,822.76	231,232.95	19,460.11	27,752.33	68,775.48
4	365,936.96	1,801.45	5,634.07	7,280.35	220,609.29	20,557.00	29,250.68	60,492.35
5	515,145.76	1,037.49	29,270.44	51,664.72	218,512.24	27,861.70	29,012.20	49,638.99
6	337,604.44	7,829.71	7,418.38	7,887.59	214,154.65	19,956.587	27,950.18	49,396.78
7	385,117.89	5,155.51	6,192.20	571.56	223,092.24	20,860.59	29,539.68	72,083.15
8	309,306.57	3,955.74	3,478.38	981.80	218,000.86	19,167.73	27,598.74	36,123.32
9	347,140.55	4,224.51	7,175.78	13,910.43	221,501.87	20,630.15	29,262.62	50,435.17
10	373,383.03	3,241.01	5,499.34	68,091.82	212,488.04	19,699.36	28,214.97	36,148.49
11	367,812.22	2,748.09	15,719.48	4,996.08	220,962.38	23,699.80	28,606.81	55,559.28
12	369,478.29	6,663.19	5,111.99	15,658.70	231,325.81	15,697.18	30,472.94	42,227.57
13	378,232.00	7,426.34	4,654.26	32,550.79	244,556.12	25,838.98	34,843.40	28,362.12
14	384,489.15	6,577.27	4,147.78	21,848.91	226,596.96	15,373.66	29,838.28	34,262.70
15	348,898.17	6,786.46	4,616.40	3,535.17	237,692.20	21,493.21	31,372.93	38,133.78
16	444,665.69	7,278.12	3,461.52	82,507.74	235,448.19	16,039.85	36,227.12	28,593.89
17	334,595.13	5,902.70	3,486.03	15,523.70	230,225.28	17,969.29	32,691.81	28,796.32
18	355,011.17	11,818.20	18,351.28	1,964.72	228,134.20	18,991.83	16,114.26	23,247.84
19	484,640.42	6,600.08	4,186.25	142,857.79	231,186.26	23,000.05	33,604.15	43,205.82
20	399,758.13	6,863.03	3,544.88	37,827.50	239,511.50	25,665.73	34,747.26	29,282.48
21	388,893.49	13,438.86	4,375.91	29,049.59	230,321.41	16,094.29	29,647.49	39,532.13
22	383,958.81	5,809.67	10,471.36	5,109.91	223,363.55	15,045.06	29,023.05	52,119.88
23	308,560.72	5,348.87	1,290.21	1,726.93	224,974.67	18,499.04	28,304.33	25,252.28
24	618,514.12	9,964.12	43,395.07	25,001.64	236,232.70	12,694.07	31,165.34	48,641.72
25	323,599.54	5,747.21	4,571.51	3,321.50	239,969.50	16,334.48	31,619.09	22,036.25
26	362,371.57	5,186.00	2,789.14	4,465.53	223,971.21	22,323.72	31,367.85	36,268.13
27	446,428.78	6,561.31	5,073.32	110,808.65	225,019.94	24,343.55	32,714.75	41,907.35
28	474,475.60	7,472.68	4,126.00	27,164.20	237,545.56	25,801.39	34,500.97	34,082.82
29	455,443.25	6,367.81	11,092.29	2,291.09	228,619.86	15,620.12	30,038.52	48,428.97
30	437,562.69	6,247.15	7,435.48	4,383.80	234,229.79	18,071.89	29,759.07	57,262.59
31	357,810.92	5,702.06	9,192.05	2,083.26	232,044.61	15,784.60	30,653.48	34,015.73
32	316,544.16	5,557.80	4,924.17	3,648.25	228,334.45	19,926.15	30,784.63	23,368.71
33	418,813.39	6,889.50	8,829.95	6,137.46	225,216.90	95,341.22	31,021.38	35,446.68
34	329,598.63	21,489.63	24,731.08	4,036.64	182,989.24	10,855.86	23,787.34	59,937.17
35	409,385.07	6,309.82	2,727.68	8,612.14	239,181.15	14,884.98	29,657.78	91,341.65
36	401,235.87	7,751.41	43,184.47	27.00	231,612.31	34,983.05	141.15	72,195.42
37	371,464.67	5,307.15	5,863.26	5,737.27	232,006.76	13,473.16	29,554.10	52,362.51
38	362,162.18	10,851.18	6,142.68	22,633.74	228,205.30	25,463.88	27,475.12	27,479.63
39	334,711.85	12,037.34	4,794.35	10,570.92	232,161.20	28,032.22	27,933.91	17,879.58
40	366,709.20	9,808.95	12,518.07	7,388.86	219,549.92	26,193.61	26,437.42	31,351.37
41	345,876.26	8,856.10	5,712.92	5,053.26	229,033.41	27,411.60	27,597.52	23,762.60
42	331,655.14	6,716.46	6,117.72	6,467.82	238,151.55	17,159.69	31,426.23	17,641.47
43	357,784.11	10,668.72	2,887.26	5,230.80	238,346.18	16,997.96	31,797.52	21,291.02
44	453,760.90	12,639.96	10,600.49	4,424.54	234,006.62	15,933.39	30,823.94	21,188.80
45	343,072.84	5,530.50	6,934.88	17,216.53	232,800.95	15,250.35	29,006.16	35,287.93
46	515,244.84	6,222.40	1,574.30	152,185.15	238,259.87	22,934.40	35,117.48	56,436.03
47	326,093.01	9,302.50	5,549.16	5,587.98	230,700.86	16,581.81	30,231.59	26,899.39
48	333,930.25	77.99	10,071.38	5,276.38	227,462.00	16,250.37	30,149.18	28,692.24
49	367,207.01	6,697.72	4,373.94	37,403.42	232,327.64	22,132.54	37,499.79	26,766.96
50	291,348.92	4,879.80	2,474.66	6,734.91	209,623.28	15,181.79	31,822.47	20,318.63
51	301,108.35	3,505.22	4,703.44	807.07	199,123.13	14,910.15	29,001.66	49,057.68
52	349,088.50	6,718.58	5,346.79	16,257.95	192,936.97	13,685.68	28,402.54	47,083.48
53	294,868.68	4,776.95	3,255.45	9,984.46	205,646.91	14,078.19	30,416.80	17,709.86
54	292,226.23	5,205.67	5,615.29	2,526.35	198,357.35	15,324.10	28,544.14	26,239.66
55	298,383.08	4,516.11	3,001.80	13,970.94	206,623.98	13,470.80	30,332.58	26,466.86
56	281,077.13	5,902.17	2,941.73	4,830.06	206,797.29	13,475.81	25,240.49	21,889.78

Dari input data statistik dengan menggunakan program SPSS disajikan data deskripsi statistic seperti tabel di bawah ini

Tabel 7 : Mean and Standard Deviation

NO	ITEM PEMBIAYAAN	MEAN	STANDARD DEVIATION	N
1	Biaya Total	350241.4532	73865.04352	57
2	Biaya Pekerjaan Drainase	20973.4998	32389.25526	57
3	BiayaPekerjaan Beton	228586.3772	29448.75886	57
4	BiayaPekerjaan Tambahan Beton	20565.3065	11183.22969	57
5	BiayaPekerjaan Besi	30123.6151	7023.5283	57
6	BiayaPekerjaan Lapisan Bawah	38710.1230	15881.18293	57

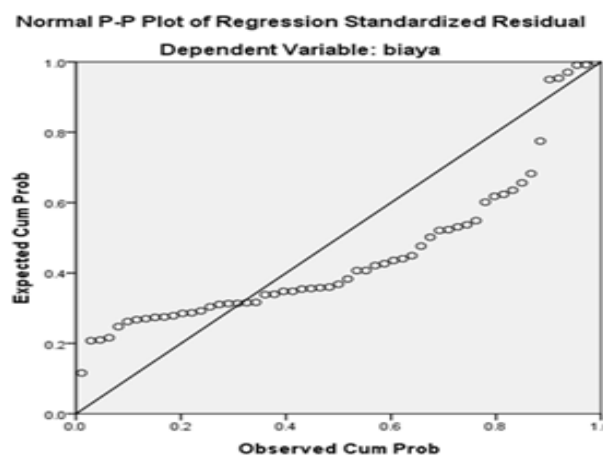
### Uji Normalitas

Pengujian normalitas data berdasarkan *Kolmogrov-Smirnov*, dilaksanakan berdasarkan pedoman perbandingan nilai probabilitasnya dengan nilai signifikansinya ( $\alpha = 0,05$ ). Persyaratan data tersebut jika probabilitasnya atau  $p > 0,05$ , Rangkuman hasil uji normalitas berdasarkan nilai *Kolmogrov-Smirnov* dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 8 : Tabel Uji Normalitas

Tabel Uji Normalitas berdasarkan nilai <i>Kolmogrov-Smirnov</i>				
No	Uraian	Simbol	Probabilitas (Sig)	Kesimpulan
1	Jumlah Biaya	Y	0.800	Normal
2	Pekerjaan Drainase	X3	0.000	Normal
3	Pekerjaan Beton	X4	0.001	Normal
4	Pekerjaan Tambahan Beton	X5	0.261	Normal
5	Pekerjaan Besi	X6	0.962	Normal
6	Pekerjaan Lapisan Bawah	X7	0.000	Normal

Gambar grafik normal P-P Plot, menunjukkan bahwa sebaran titik-titik residual berada di sekitar garis normal. Hal tersebut terjadi karena titik titik residual tersebut berasal dari data dengan distribusi normal, dengan demikian disimpulkan bahwa regresi telah memenuhi persyaratan normalitas.



Hasil analisis korelasi secara parsial pada masing-masing variabel bebas diketahui bahwa Variabel Pekerjaan drainase (X3), pekerjaan beton (X4), dan Pekerjaan lapisan bawah tanah (X7) memiliki nilai probabilitas kurang dari 0,500, artinya bahwa variabel Pekerjaan drainase (X3), pekerjaan beton (X4), dan Pekerjaan lapisan bawah tanah (X7) memberikan pengaruh pada selang kepercayaan 95 persen atau pada alfa sebesar 5 persen. Untuk nilai Sig 000 berarti selang kepercayaan 100% atau alfa = 0%

Tabel 9 : Pengaruh Variabel terhadap Biaya Total

Tabel Pengaruh Variabel Terhadap Biaya Total				
No	Uraian	Simbol	Pearson Correlation	Sig P
1	Pekerjaan Drainase	X3	0.471	0.000
2	Pekerjaan Beton	X4	0.534	0.000
3	Pekerjaan Tambahan Beton	X5	0.126	0.175
4	Pekerjaan Besi	X6	0.341	0.005
5	Pekerjaan Lapisan Bawah	X7	0.371	0.002

Dari tabel pengaruh variable terhadap biaya total/biaya riil proyek diketahui Nilai koefisien korelasi (R) yang paling besar adalah pekerjaan beton (X4) sebesar 0,534. Hal tersebut menyatakan bahwa antara total biaya (Y) dengan pekerjaan beton sangat kuat dan berkorelasi positif, yang artinya kenaikan dan penurunan nilai pekerjaan beton (X4) akan diikuti oleh kenaikan dan penurunan total biaya (Y).

Tabel 10: Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square change	F Change	df1	df2	Sig.F change	
1	.934	.856	.834	488802.26	.602	15.458	5	51	0	2.06

a. Predictors : (constant), lapbwhntn, tamton, beton, drainase, besi

b. Dependent Variable : biaya

Dari tabel model summary diketahui angka koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,856 menunjukkan bahwa 85,6% total biaya dipengaruhi oleh pekerjaan beton (X4). Sedangkan sisanya (100% - 85,6% = 14,4%) dipengaruhi oleh sebab-sebab lain. *Standar error of the estimate* = 48802,85 < *Standar deviasi* = 73865,04353 (sesuai tabel *Descriptive Statistics* (SPSS) menyatakan bahwa model regresi layak digunakan.

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients		t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistic		
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero Order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1 (Const)	14475.332	56737.22		.255	.800	-	128380.0						
draina	.998	0	.438	3.629	.000	99429.39	53	.534	.544	.409	.873	1.146	
beton	1.145	.216	.556	4.622	.001	0	1.430	.471	.452	.320	.491	2.036	
tamton	.673	.316	.102	1.137	.261	.555	1.779	.126	.157	.100	.972	1.029	
besi	.68	.592	.006	.048	.962	.510	1.860	.341	.007	.004	.423	2.361	
lapbwh	1.739	1.427	.374	3.999	.000	-.515	2.933	.371	.489	.353	.892	1.121	
		.435				-2.796	2.612						
						.866							

a. Dependent variable : biaya

Dari tabel *coefficients* di atas, diketahui nilai signifikansi pekerjaan drainase (X3), pekerjaan Beton (X4) dan pekerjaan lapisan bawah tanah (X7) < 0,05, hal ini menyatakan bahwa ketiga item pekerjaan ini berpengaruh signifikan terhadap total biaya (Y) pada taraf kepercayaan 95%. Nilai  $\beta_{\text{constant}} = 14475,332$  menyatakan bahwa jika pekerjaan drainase, pekerjaan beton, dan pekerjaan lapisan bawah tanah diabaikan, maka total biaya jalan beton adalah sebesar Rp.14475,332 Nilai  $\beta$  (X3) = 0,998 menyatakan bahwa setiap



penambahan biaya pekerjaan drainase Rp 1,-, total biaya jalan beton per cm akan mengalami peningkatan sebesar Rp.0,998. Nilai  $\beta(X4) = 1.145$  menyatakan bahwa setiap penambahan biaya pekerjaan beton Rp. 1,-, total biaya jalan beton per cm akan mengalami peningkatan sebesar Rp.1.145. Nilai  $\beta(X7) = 1.739$  menyatakan bahwa setiap penambahan biaya pekerjaan lapisan bawah tanah Rp. 1,-, total biaya jalan beton per cm akan mengalami peningkatan sebesar Rp 1.739. Nilai signifikansi pekerjaan drainase ( $X3$ ) = 0.000 < 0,05 menyatakan bahwa pekerjaan drainase ( $X3$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya ( $Y$ ) pada taraf kepercayaan 100%. Nilai signifikansi pekerjaan beton ( $X4$ ) = 0,001 < 0,05 menyatakan bahwa pekerjaan beton ( $X4$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya ( $Y$ ) pada taraf kepercayaan 95%. Nilai signifikansi pekerjaan lapisan bawah tanah ( $X7$ ) = 0,000 < 0,05 menyatakan bahwa pekerjaan lapisan bawah tanah ( $X7$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya ( $Y$ ) pada taraf kepercayaan 100%.

Berdasarkan nilai  $\beta$  constant dan  $\beta X3$ ,  $\beta X4$ , dan  $\beta X7$  pada tabel maka dapat dibuat persamaan regresi :

$$Y = 14475,332 + 0,998 X3 + 1.145 X4 + 1,739 X7$$

Dengan:

- = Biaya Total Peningkatan Jalan Beton
- = Biaya Pekerjaan Drainase
- = Biaya Pekerjaan Beton
- = Biaya Pekerjaan Lapisan Bawah Tanah

### Pengujian Model

Dalam penelitian ini estimasi biaya model dihitung dengan memasukkan harga pekerjaan Drainase ( $X3$ ), pekerjaan Beton ( $X4$ ), dan pekerjaan Lapisan Bawah Tanah ( $X7$ ) ke dalam persamaan regresi berganda  $Y = 14475,332 + 0,998 X3 + 1.145 X4 + 1,739 X7$ . Untuk mencari *Cost Model Factor (CMF)*, Hasil estimasi biaya model yang didapat dengan persamaan regresi di atas, dibagi dengan biaya actual/biaya riil proyek. Dari hasil perhitungan seperti tabel di bawah diketahui rata-rata  $CMF = 0.91$

NO	TA	PEKERJAAN DRAINASE (X3) (Rp/M2)	PEKERJAAN BETON (X4) (Rp/M2)	PEKERJAAN LAPISAN BAWAH TANAH (X7) (Rp/M2)	BIAYA ESTIMASI MODEL (Y) (Rp/m2)	BIAYA TOTAL/BIAYA RIIL PROYEK (Rp/M2)	COST MODEL FACTOR
1	2014	4,554.18	218.040.19	40,527.11	339,153.08	350,590.58	1.03
2	2014	15,061.78	243.237.38	44,128.59	384,753.41	383,844.93	1.00
3	2014	55,822.76	213,232.95	68,775.48	433,938.73	564,024.25	0.77
4	2014	7,280.35	220,609.29	60,492.35	379,534.95	365,936.96	1.04
5	2014	51,664.72	218,512.24	49,638.99	402,555.45	515,145.76	0.78
6	2014	7,887.59	214,154.65	49,396.78	353,455.21	337,604.44	1.05
7	2014	571.56	223,092.24	72,083.15	395,838.95	385,117.89	1.03
8	2014	981.80	218,000.86	36,123.32	327,884.61	309,306.57	1.06
9	2014	13,910.43	221,501.87	50,435.17	369,684.35	347,140.55	1.04
10	2014	68,091.82	212,488.04	36,148.49	388,529.00	373,383.03	1.00
11	2014	4,996.08	220,962.38	55,559.28	369,080.94	367,812.22	0.93
12	2013	14,232.59	210,257.96	42,227.57	342,858.57	369,478.29	0.92
13	2013	29,586.25	222,283.33	28,362.12	347,838.57	378,232.00	0.86
14	2013	19,859.03	205,959.79	34,262.70	347,838.54	384,489.15	0.95
15	2013	3,213.21	216,044.54	38,133.78	329,701.43	348,898.17	0.86
16	2013	74,993.40	214,004.90	28,593.89	331,367.76	444,665.69	0.95
17	2013	14,109.89	209,257.66	28,796.32	384,078.12	334,595.13	0.83
18	2013	1,785.79	207,357.02	23,247.84	318,233.82	355,011.17	0.95
19	2013	129,847.11	210,131.15	43,205.82	294,109.34	484,640.42	0.87
20	2013	34,382.39	217,698.15	29,282.48	459,797.83	399,758.13	0.90
21	2013	26,403.92	209,345.03	39,532.13	348,975.56	388,893.49	0.89
22	2013	4,644.53	203,020.86	52,119.88	349,272.87	383,958.81	0.95
23	2013	1,569.65	204,485.25	25,252.28	342,206.92	308,560.72	0.59
24	2013	22,724.63	214,717.96	48,641.72	294,091.17	618,514.12	0.94
25	2013	3,018.99	218,114.43	22,036.25	367,594.53	323,599.54	0.96
26	2013	4,058.83	203,573.18	36,268.13	305,550.35	326,371.57	0.73
27	2013	100,716.82	204,526.40	41,907.35	314,687.61	446,428.78	0.74
28	2013	24,690.24	215,911.25	34,082.82	422,050.33	474,475.60	0.83
29	2013	2,082.43	207,798.45	48,428.97	345,604.60	455,443.25	0.94
30	2013	3,984.55	212,897.46	57,262.59	338,700.80	437,562.69	0.75
31	2013	1,893.53	210,911.30	34,015.73	361,799.15	357,810.92	0.95
32	2013	3,315.99	207,539.04	23,368.71	317,011.86	316,544.16	1.05
33	2013	5,578.50	204,705.42	35,446.68	296,055.08	418,813.39	0.95
34	2013	3,669.01	166,323.61	59,937.17	316,072.15	329,598.63	0.95

35	2013	7.827.79	217,397.89	91,341.65	312,808.28	409,385.07	0.88
36	2013	24.54	210,518.37	72,195.42	430,051.18	401,235.87	0.83
37	2013	5,214.75	210,876.90	52,362.51	381,091.19	371,464.67	0.86
38	2013	20,572.38	207,421.65	27,479.63	352,192.11	362,162.18	0.90
39	2013	9,608.18	211,017.27	17,879.58	320,291.44	334,711.85	0.66
40	2013	6,715.93	199,554.56	31,351.37	296,771.67	366,709.20	0.97
41	2013	4,593.04	208,174.34	23,762.60	304,187.83	345,876.26	0.97
42	2013	5,878.77	216,462.05	17,641.47	208,741.98	331,655.14	0.94
43	2013	4,754.40	216,638.95	21,291.02	298,869.92	357,784.11	0.92
44	2013	4,021.58	212,694.62	21,188.80	304,296.91	453,760.90	0.91
45	2013	15,648.55	211,598.76	35,284.93	298,871.53	343,072.84	0.99
46	2013	138,324.99	216,560.51	56,436.03	333,738.86	515,244.84	0.87
47	2013	5,079.05	209,689.93	26,899.39	498,627.71	326,093.01	0.88
48	2013	4,795.84	206,746.04	28,692.24	306,417.24	333,930.25	0.89
49	2013	33,996.93	211,168.55	26,766.96	305,881.60	367,202.01	0.93
50	2012	5,861.29	182,432.00	20,318.63	264,543.63	291,348.92	0.93
51	2012	702.38	173,293.88	49,057.68	298,909.10	301,108.35	0.89
52	2012	14,149.05	167,910.15	47,083.48	302,731.38	349,088.50	
53	2012	8,689.33	178,971.42	17,709.86	258,866.99	294,868.68	
54	2012	2,198.64	172,627.43	26,239.66	259,958.75	292,226.23	
55	2012	12,158.70	179,821.75	26,466.86	278,531.49	298,383.08	
56	2012	4,203.53	179,972.57	21,889.78	262,805.38	281,077.33	
57	2012	28,053.98	370,016.32	29,412.82	517,290.79	579,122.54	
<b>RATA – RATA CMF</b>							<b>0.91</b>

Tingkat akurasi dapat diketahui dengan cara perbandingan harga yaitu mencari selisih (*variance*) maksimum dan minimum dari estimasi biaya model dibandingkan dengan rata-rata biaya riil proyek yang ditinjau. Sebagai perbandingan dengan cara yang sama dihitung juga akurasi terhadap estimasi biaya dengan metode yang selama ini digunakan yaitu dengan metode parameter volume ( $M^3$ ) jalan terhadap biaya pelaksanaan (biaya riil) proyek yang ditinjau. Metode estimasi biaya dengan parameter volume ( $M^3$ ) yang selama ini digunakan, setiap tahun mengalami perubahan sesuai berubahnya harga pasaran dan pengaruh perubahan nilai uang.

### Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil olah data dengan SPSS dan pengujian model diperoleh hasil sebagai berikut :

- 1 Pekerjaan beton berpengaruh secara significant terhadap biaya peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang, dimana 85,6% total biaya peningkatan jalan beton dipengaruhi oleh pekerjaan beton. Sedangkan sisanya (100% - 80,7% = 14,4%) dipengaruhi oleh sebab-sebab lain.
- 2 Model estimasi biaya peningkatan jalan beton dengan metode *Cost Significant Model* di Kabupaten Tangerang dengan tebal plat beton sebesar 20 cm mempunyai persamaan regresi yaitu :

$$Y = 14475,332 + 0,998 X_3 + 1,145 X_4 + 1,739 X_7$$

Dengan:

Y	=	Biaya Total Peningkatan Jalan Beton
X <sub>3</sub>	=	Biaya Pekerjaan Drainase
X <sub>4</sub>	=	Biaya Pekerjaan Beton
X <sub>7</sub>	=	Biaya Pekerjaan Pekerjaan Lapisan Bawah

Dari persamaan regresi tersebut di atas, dapat diketahui nilai *Cost Significant Factor (CMF)* yaitu sebesar : 0.91.

3. Dari metode perbandingan harga antara estimasi biaya model dan estimasi biaya metode parameter volume jalan terhadap rata-rata biaya riil proyek yang ditinjau diketahui bahwa estimasi biaya model dengan CSM lebih baik

No	TAHUN	RATA-RATA BIAYA REAL PROYEK (Rp/M <sup>2</sup> )	ESTIMASI BIAYA MODEL CSM(Rp/M <sup>2</sup> )		ESTIMASI BIAYA DENGAN PARAMETER VOLUME JALAN (Rp/M <sup>2</sup> )	
			Variance		Variance	
			Min	Max	Min	Max
1	2014	Rp 389,082.47	Rp 490.47	Rp 61,197.86	Rp 136,917.53	Rp 136,917.53
2	2013	Rp 351,769.34	Rp 422.77	Rp 146,858.37	Rp 154,230.66	Rp 154,230.66
3	2012	Rp 292,331.30	Rp 6,557.80	Rp 218,381.69	Rp 203,668.70	Rp 203,668.70
AVARAGE			Rp 2,490.35	Rp 142,145.97	Rp 164,938.96	Rp 164,938.96

Dari tabel diketahui nilai rata-rata variance minimum/maksimum estimasi biaya model yaitu Rp. 2.490,35/M<sup>2</sup>/ Rp. 142.145,97/M<sup>2</sup> dan estimasi biaya parameter volume jalan Rp. 164.938,96/M<sup>2</sup> / Rp. 164.938,96/M<sup>2</sup>

### Kesimpulan

1. Dengan mengacu kepada analisis hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Metode *Cost Significant Model* yang diadopsi dari penelitian-penelitian sebelumnya dan dengan teknik elaborasi yang sesuai dapat diterapkan untuk mengestimasi biaya peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang pada tahap awal.
2. Pekerjaan beton berpengaruh secara significant terhadap biaya peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang, dimana 85,6% total biaya peningkatan jalan beton dipengaruhi oleh pekerjaan beton, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sebab-sebab lain.
3. Estimasi model CSM lebih akurat (lebih mendekati nilai rata-rata biaya riil proyek yang ditinjau).
4. Estimasi biaya pada tahap awal proyek peningkatan jalan beton di Kabupaten Tangerang dengan tebal plat beton 20 cm menjadi lebih mudah untuk diestimasi biayanya dengan menggunakan persamaan regresi tersebut di atas, karena dengan mengetahui biaya pekerjaan drainase, pekerjaan beton dan pekerjaan lapisan bawah tanah sudah dapat diketahui total biaya pekerjaan peningkatan jalan beton.

### Saran

1. Berdasarkan akurasi model yang didapatkan, maka estimasi biaya dengan metode *Cost Significant Model* lebih akurat dibandingkan dengan metode parameter volume jalan sehingga dapat dikembangkan lagi dan dapat dipergunakan untuk mengestimasi biaya peningkatan jalan beton pada tahap awal perencanaan.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi yang lebih baik, perlu dilakukan penelitian kembali dengan mengambil sampel RAB kontrak untuk paket pekerjaan peningkatan jalan beton yang mempunyai tebal plat beton lebih bervariasi yaitu 17 cm, 25 cm dan 27 cm, dengan item pekerjaan yang lebih spesifik.
3. Metode estimasi biaya dengan *Cost Significant Model* dapat dikembangkan untuk diterapkan pada masa yang akan datang dengan mengadopsi system *Artificial Neural Network (ANN)*. Hal ini terungkap dari kajian yang dilakukan Richika Chadha dan Shakti Nagpal (2014) yang menyebutkan bahwa ada banyak teknik-teknik estimasi biaya dalam industri *software*, beberapa teknik diantaranya adalah *Algorithmic (Parametric)*. Model ini menggunakan persamaan matematis untuk mengestimasi biaya. Persamaan matematis tersebut didasari oleh penelitian, data-data historis berupa angka seperti fungsi-fungsi yang membentuk angka. *Cost Significant model* merupakan salah satu metode estimasi biaya yang dalam prosesnya menggunakan deskripsi *parametric* dan data-data historis.

### Daftar Pustaka

- Biemo W Soemardi dan Reni G. Kusumawardani, (2010) Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi, *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 2010*
- Poh, Paul SH dan Horner R Malcolm W.(1995). *Cost-Significant Modelling-Its Potential For Use In South-East Asia: Paper in Engineering, Construction and Architectural Management.*
- Reni Dewita, I G A. Adnyana Putera. (2013) Model Biaya Pemeliharaan Fasilitas Banda Udara Ngurah Rai Bali, *Jurnal Spektran Vol 1 No. 2 Juli*
- Richika Chadla dan Shakti Nagpal (2014) *Analysis of Different Techniques for Optimizing (Cost Constructive Model II) COCOMO II Model Coefficients, International Journal of Science and Research, Volume 3 Issue 8 Paper ID : 020115514*
- Vijaya Wable dan S.M. Shinde (2014) Ranking and Clustering of Software Cost Estimation Models, *International Journal of Science and Research, : Volume 3 Issue 7 Paper ID : 020141125*
- Asiyanto. (2005) *Construction Project Cost Management* : Jakarta PT. Pradnya Paramita
- E. Paul DeGarmo dkk.(1997). *Ekonomi Teknik.Jakarta* : PT. Ikrar Mandiriabadi

- Gede Sony Indrawan, (2011), *Estimasi Biaya Pemeliharaan Jalan Dengan Cost Significant Model, Studi Kasus di Kabupaten Jembrana Bali*
- Giatman M. (2006). *Ekonomi Teknik*. Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Gregory A Garret. (2008). *Cost Estimating and Contract Pricing: Tools, Techniques and Best Practices*. Kindle matchbook
- Hajek, VictorG. (1994). *Manajemen Proyek Perencanaan*. Jakarta: Erlangga.
- Istimawan Dipohusodo, (1996). *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 2*. Yogyakarta: Kanisius.
- Anonim.(2007). *Klasifikasi Jaringan Jalan Menurut Fungsi (Peranan) Dan Status (Wewenang Pengaturan)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga.
- Anonim. (2011). Keputusan Bupati Tangerang Nomor 761/Kep.539-Huk/2011 tentang *Penetapan Status Jalan Kabupaten* : Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Tangerang
- Anonim.(2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.34 Tahun 2006*
- Anonim (2006), *Tentang Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga.
- Purwantara Harry, Dachwan Aberor (2011). *Manajemen Proyek Jalan*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum PT. Mediatama Saptakarya
- Anonim.(2004). *Spesifikasi Teknis Jalan Beton Semen Portland*. Jakarta : PT. Jasa Marga
- Sugiyono, (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R &D* : Alfabeta Bandung
- Suryawan Ari. (2009). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Yogyakarta : Beta Offset Yogyakarta
- Imam Soeharto.(1995). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.