

Buku ini membahas tentang cost variables yang mempengaruhi biaya konstruksi bangunan gedung. Setiap proyek mempunyai signifikan cost variables yang berbeda, sehingga diperlukan kajian evaluasi terkait cost variables yang mempengaruhi akurasi dari proyek tersebut.

Hasil LR menunjukkan faktor biaya untuk desain dan faktor spesifik proyek sangat berpengaruh dalam meningkatkan keakuratan estimasi biaya dibandingkan dengan faktor biaya lainnya. Untuk proyek konstruksi gedung di wilayah Sumatera Barat, setelah dilakukan kajian evaluasi terkait cost variables pada 81 proyek gedung pemerintah dari Tahun 2005 s/d 2015, terdapat 3 signifikan cost variables yang mempengaruhi biaya proyek tersebut.



Dr Dwifitra Jumas, ST.,MSCE ,. Lahir di Pariaman, Sumatra Barat, pada 4 September 1977. Menyelesaikan studi S1 di Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andalas pada tahun 2000. Selanjutnya menyelesaikan pendidikan S2 dibidang Construction Management di Faculty Engineering University of Kentucky, USA tahun 2004.

Tahun 2019 menyelesaikan S3 di bidang Quantity Supervising di Faculty of the Built Environment, University of Malaya. kuliah S2 telah menjadi Research Assistant di pusat studi Construction Management di Faculty Engineering University of Kentucky, USA. Sejak Tahun 2005 tercatat sebagai dosen tetap di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta. Sebelum melanjutkan S3 pada akhir tahun 2014 pernah menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik Ekonomi Konstruksi (2009-2013). Kepala studio Teknik Ekonomi Konstruksi (2013-2015) dan Sekretaris KKN Universitas Bung Hatta (2013-2014). Disamping itu, penulis juga aktif dalam kegiatan penelitian baik mandiri ataupun pendanaan dari Pemerintah. Hasil dari penelitian tersebut telah di publikasikan di beberapa jurnal internasional terindex Scopus serta journal local dalam bidang Construction cost and building, construction project management, dan value engineering.

ISBN 978-623-95326-7-3



COST VARIABLES PADA BAGUNAN GEDUNG

COST VARIABLES PADA BAGUNAN GEDUNG

DR. DWIFITRA JUMAS, S.T.,M.S.C.E



LPPM UNIVERSITAS BUNG HATTA

COST VARIABLES PADA BANGUNAN GEDUNG



LPPM Universitas Bung Hatta

Judul : **Cost Variables Pada Bangunan Gedung**

Penulis : Dr. Dwifitra Jumas ,ST, MSCE

Sampul: Dr. Dwifitra JUmaira, ST, MSCE

Pewajahan: **LPPM Uiversitas Bung Hatta**

Diterbitkan oleh **LPPM Universitas Bung Hatta** Mei 2021

Alamat Penerbit:

Badan Penerbit Universitas Bung Hatta

LPPM Universitas Bung Hatta Gedung Rektorat Lt. III

(LPPM) Universitas bung hatta

Jl.Sumatra Ulak Karang Padang, Sumbar,Indonesia

Telp. (0751) 7052678 Ext.323, Fax . (0751)7055475

e-mail: lppm_bunghatta@yahoo.co.id

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak Sebagian atau
seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis penerbit

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Cetakan Pertama : Mei 2021

Dr. Dwifitra Jumas, ST, MSCE

Cost Variables Pada Bangunan Gedung

Oleh: Dr. Dwifitra Jumas, ST, MSCE,

Padang : LPPM

Universitas Bung Hatta, Mei 2021

55 Hlm + iii;

ISBN 9786239532673<

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa. Dia selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku monograf yang berjudul *Cost Variables pada Bangunan Gedung*.

Buku monograf ini secara garis besar membahas tentang faktor biaya yang mempengaruhi biaya konstruksi bangunan. Sistematika penyajian dan isi dibuat dengan tujuan yang mudah dicerna pembaca. Penulis berusaha menyampaikan permasalahan dengan memunculkan studi kasus yang mengandung kebaharuan, metodologi pemecahan masalah serta dukungan data beserta kesimpulan.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini, terutama LPPM Universitas bung Hatta yang telah membantu proses penerbitan buku ini. Dan akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan buku ini untuk yang akan datang.

Padang, April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	1
DAFTAR ISI	2
BAB 1 PENDAHULUAN	4
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	10
2.1 Keakuratan Estimasi.....	10
2.2 Penelitian Sebelumnya	13
2.3 Pengelompokan Cost Variables	14
2.4 Faktor Design dan Spesifik Proyek.....	166
BAB 3 METODE	19
3.1 Data Peneltian	19
3.2 Teknik Penentuan Variables.....	20
3.2.1 Pemilihan Variabel sebagai <i>Predictors</i>	21
3.2.2 <i>Exclusion of Variables</i>	21
3.2.3 <i>Transformation of Variables</i>	21
3.3 <i>Multiple Regression Analysis</i> (MRA)	22
BAB 4 PEMBAHASAN	24
4.1 Data Historis Proyek	24
4.2 Data Karateristik Proyek	25
4.3 Penyesuaian <i>Cost Data</i> Proyek	29
4.3.1 <i>Construction Cost Index</i> (CCI).....	29
4.3.2 Inflansi	31

4.3.3	Hasil Penyesuaian <i>Cost Data</i>	33
4.4	Analisis Data	37
4.4.1	Variable pada Bangunan Gedung	37
4.4.2	Data Examination & Transformation	46
4.4.3	<i>Multiple Regression Analysis (MRA)</i>	48
BAB 5 KESIMPULAN		50
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN A		58
LAMPIRAN B		59

1.1 Latar Belakang

Dalam literatur, estimasi pada tahap awal yang disediakan konsultan biaya konstruksi yang terlibat biasanya masih banyak masalah terkait dengan rendahnya kualitas perkiraan anggaran. Pertama karena standarisasi proses dan dampak professional judgement terhadap perumusan saran harga anggaran proyek gedung (Fortune, 2006). Setelah pertimbangan profesional terlibat secara ekstensif selama pembuatan perkiraan biaya, banyak asumsi dibuat (Rush & Roy 2001a). Hasil perkiraan biaya ini rentan terhadap bias, misalnya; subjektif, tujuan politik, tergantung pada tingkat pengalaman, proses yang tidak konsisten dan tidak terstruktur, dan juga sulit untuk digunakan kembali dan dimodifikasi untuk perkiraan biaya yang akan dihitung pada proyek sejenis (Datta & Roy, 2010; Rush & Roy 2001a).

Kedua, keakuratan biaya bangunan dapat dipengaruhi oleh korelasi banyak variabel biaya dengan parameter yang berbeda (Azman et al., 2012; Elfaki et al.,

2014; Shane et al., 2009). Sebagian besar studi estimasi biaya berfokus pada metode estimasi spesifik sebagai teknik umum dan sedikit perhatian yang diberikan pada persyaratan unik di setiap tahap proyek. Selain itu, negara yang berbeda memiliki variabel biaya yang berbeda untuk pertimbangan dan proses estimasi biaya konstruksi memerlukan apresiasi evaluasi terhadap parameter yang mempengaruhi praktek (Liu & Zhu, 2007; Toh, Ting, Ali, & Aliagha, 2012). Oleh karena itu, setiap parameter variabel biaya harus ditangani dengan benar untuk menjaga tingkat akurasi yang dapat diterima selama tahap awal.

Ketiga, keakuratan estimasi biaya konstruksi dipengaruhi oleh validitas data biaya historis dari proyek sebelumnya (Moon, Kim & Kwon, 2007; Riquelme & Serpell, 2013). Data biaya historis menawarkan informasi penting tentang kinerja pekerjaan konstruksi masa lalu yang akan diperlukan untuk mengembangkan model dalam estimasi biaya. Estimasi dengan analogi adalah metode estimasi biaya yang umum diterapkan yang didasarkan pada kemampuan untuk menentukan biaya historis dari kegiatan atau item dan menggunakannya sebagai referensi untuk memprediksi biaya kegiatan baru atau item yang diusulkan (Greves & Joumier, 2003).

Akurasi menyiratkan kedekatan dengan nilai sebenarnya. Itu berarti kurangnya kesalahan. Ini juga terdiri dari dua aspek dalam istilah "bias" dan "konsistensi"

(Ashworth, 1995; Skitmore, 1991). Bias berkaitan dengan “perbedaan rata-rata antara nilai aktual dan prakiraan”; ukuran konsistensi berkaitan dengan "tingkat variasi di sekitar rata-rata". Karena faktor-faktor yang berkontribusi pada bias estimasi dapat dipengaruhi oleh lebih banyak penyebab dan antar korelasi antara banyak variabel yang berbeda (Azman, Samad, & Ismail, 2012; Elfaki, Alatawi, & Abushandi, 2014; Shane, MoBenaar, Anderson, & Schexnayder, 2009), setiap variabel harus ditangani dengan benar untuk menjaga tingkat akurasi yang dapat diterima selama proses. Oleh karena itu, proses estimasi biaya konstruksi memerlukan apresiasi evaluasi suatu proyek tentang faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Beberapa studi telah diidentifikasi oleh banyak literatur terkait tentang faktor-faktor yang mempengaruhi estimasi biaya pada bangunan gedung atau sering juga disebut dengan *cost variables*. Hal ini menjadi tantangan bagi seorang *Quantity Surveyor* (QS) atau estimator adalah menghasilkan perkiraan biaya yang akurat. Untuk itu, penulis akan menyajikan hasil penelitian terkait tentang *cost variables* apa saja yang mempengaruhi estimasi biaya bangunan dari segi persyaratan teknis untuk bangunan gedung di wilayah Sumatera Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari tinjauan literatur, model estimasi biaya yang ada memiliki kekurangan dalam data biaya yang tersedia untuk pengembangan estimasi (Moon et al., 2007; Riquelme & Serpell, 2013). Hal ini juga termasuk di Indonesia. Selain itu, ada kebutuhan untuk menentukan kriteria yang lebih obyektif dan konsisten untuk pemilihan data historis proyek konstruksi sebelumnya untuk estimasi pada tahap awal (Flyvbjerg, Holm, & Buhl, 2002; Riquelme & Serpell, 2013).

Biaya dan justifikasi waktu dan sumber daya untuk mendukung proses pengumpulan, peninjauan dan pengorganisasian data historis dalam suatu proyek dapat menjadi tantangan yang signifikan bagi para peneliti (Figueiredo & Philipenko, 2010). Jadi, ini penting karena pengetahuan yang terbatas tentang pentingnya dan aplikasi potensial dari data historis ini. Secara ringkas, maka identifikasi masalah terdiri dari:

- 1) Apasaja faktor-faktor yang mempengaruhi estimasi biaya proyek?
- 2) Apakah faktor-faktor yang dominan dari cost variables pada estimasi biaya awal untuk bangunan gedung pemerintah?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan khusus penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu:

- 1) Mengidentifikasi karakteristik faktor yang mempengaruhi biaya proyek gedung
- 2) Menentukan faktor yang dominan dari cost variables pada pengembangan biaya awal pada bangunan gedung pemerintah

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di empat kabupaten di Provinsi Sumatera Barat: Padang, Pariaman, Solok dan Batusangkar. Penelitian dipersempit pada kajian dan analisis gedung pemerintah yang telah dilaksanakan di Sumatera Barat dari tahun 2005 hingga 2015. Jenis gedung pemerintah tersebut adalah gedung pendidikan, perkantoran dan rumah sakit.

Ruang lingkup studi penelitian ini berfokus pada estimasi biaya parametrik, berdasarkan fungsi analisis dari sekumpulan parameter terhadap karakteristik proyek gedung pemerintah di Sumatera Barat, Indonesia. Karena penelitian ini bersifat eksploratif, maka penelitian terhadap data biaya yang digunakan adalah total biaya dari proyek sebelumnya dalam dokumen kontrak, tanpa adanya perubahan biaya lain serta biaya yang terkait dengan biaya perencanaan, pengawasan dan pengelolaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Kontribusi besar pertama dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi cost variables pada bangunan gedung di Sumatera Barat, sebagai faktor biaya yang signifikan untuk biaya konstruksi bangunan gedung. Temuan ini berkontribusi pada pengetahuan terkini tentang menghitung biaya bangunan pada tahap awal dengan dan, atau dapat berfungsi sebagai panduan yang berguna untuk upaya pengumpulan data di masa mendatang dan pengembangan model estimasi biaya.

Pengumpulan data cost variables ini dalam bentuk database elektronik untuk semua proyek pembangunan gedung baru yang dibangun di Sumatera Barat dari tahun 2005-2015 menjadi upaya awal dalam pengembangan model estimasi biaya parametrik dalam memperkirakan biaya konstruksi gedung per meter². Database tersebut dianggap dapat dianalisis lebih lanjut untuk menyelidiki pola lain dalam data atau tren biaya. Dengan perkembangan awal ini akan membuka jalan untuk pengumpulan data di masa mendatang. Dan diharapkan nanti lebih banyak data yang akan dikumpulkan sehingga memungkinkan analisis yang lebih baik daripada prosedur saat ini. Perlu dicatat bahwa ketersediaan data telah dan masih merupakan salah satu masalah utama yang menghambat sebagian besar upaya penelitian.

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Keakuratan Estimasi

Estimasi pada tahap awal adalah aktivitas fundamental dari banyak keputusan teknik dan bisnis, dan biasanya melibatkan perkiraan jumlah tenaga kerja, bahan, utilitas, ruang lantai, biaya overhead, waktu dan biaya lain untuk serangkaian periode waktu tertentu. Dalam estimasi tahap awal, pemilik harus membuat keputusan apakah akan menjalankan proyek atau tidak dan seorang engineer harus mengatur ruang lingkup karakteristik ruang proyek yang telah ditetapkan jika tetap dijalankan.

Keputusan dalam penetapan batasan biaya penting untuk menentukan kelayakan proyek, sehingga perkiraan awal ini sering kali hasilnya diragukan. Estimasi pada biaya awal ini sering dipertanyakan karena sering dihitung dalam batas waktu yang terbatas mulai dari beberapa hari hingga beberapa jam, dan dalam banyak kasus terdapat kekurangan data harga historis yang relevan. Selain itu, keakuratan perkiraan ini jarang terjadi dipantau dan/ atau dipublikasikan.

Akurasi menyiratkan kedekatan dengan berbagai nilai aktual. Definisi akurasi adalah tidak adanya kesalahan dalam

perhitungan nilai, atau pernyataan bahwa semakin kecil kesalahan, semakin tinggi akurasi dan sebaliknya (Flanagan dan Norman, 1983). Ukuran akurasi biasanya didefinisikan dalam hal rasio penawaran terendah terhadap prakiraan, persentase di mana tawaran terendah melebihi perkiraan, atau perbedaan antara penawaran terendah dan perkiraan, dan jumlah total dari kesalahan.

Menurut AACE 18R-97 (2005), ada lima kelas tingkatan akurasi berdasarkan fase siklus hidup proyek konstruksi seperti yang tercantum pada Tabel 2.1. Lima kelas tingkatan tersebut dari 1 hingga 5, dengan kelas 1 menjadi estimasi paling akurat yang membutuhkan upaya maksimal, sedangkan kelas 5 adalah yang paling tidak akurat dan membutuhkan jumlah upaya minimum untuk mempersiapkan estimasi pada tahap tersebut.

Table 2.1: Cost Estimate Classification Matrix, AACE 18R-97 (2005)

Estimate Class	Project Definition (% of complete definition)	End Usage (typical purpose of estimate)	Methodology (typical estimating method)	Accuracy Range (% of variation in low and high ranges) [a]	Preparation Effort (index relative to project cost) [b]
Class 5	0 -2	Concept screening	Capacity factored, parametric models, judgment or analogy	L: -20 to -50 H: 30 to 100	1
Class 4	1-15	Study or feasibility	Equipment factor and parametric model	L:-15 to -30 H: 20 to 50	2 to 4

Table 2.1: Cost estimate classification matrix (Cont')

Estimate Class	Project Definition (% of complete definition)	End Usage (typical purpose of estimate)	Methodology (typical estimating method)	Accuracy Range (% of variation in low and high ranges) [a]	Preparation Effort (index relative to project cost) [b]
Class 3	10-40	Budget authorization or cost control	Semi-detailed unit cost with assembly level line items	L:-10 to -20 H: 10 to 30	3 to 10
Class 2	30-70	Control of bid or tender	Detailed unit cost with forced detailed take off	L:-5 to -15 H: 5 to 20	4 to 20
Class 1	50-100	Check estimate, bid or tender	Detailed unit cost with detailed take off	L:-3 to -10 H: 3 to 15	5 to 100

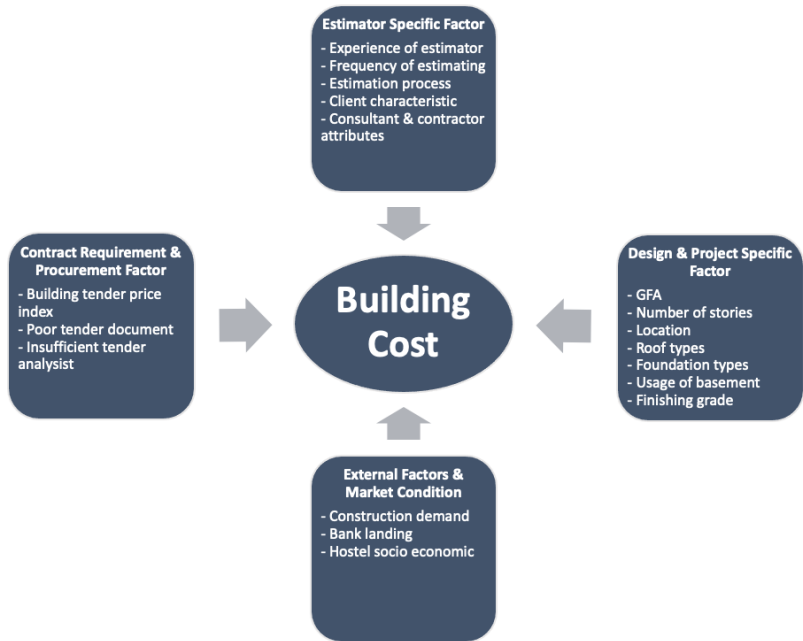
NB: [a] The availability of applicable reference cost data can affect the range markedly; [b] If the range index value of "1" represents 0.005% of project cost, then an index value of 100 represents 0.5%. Estimate preparation is highly dependent upon the size of the project and the quality of the estimating data

Seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 diatas, lima kelas dari tingkatan estimasi diberi label dari 1 hingga 5, dengan kelas 1 sebagai estimasi paling akurat yang membutuhkan upaya paling besar, sedangkan kelas 5 adalah tingkat akurasi yang paling rendah dan membutuhkan sedikit upaya untuk mempersiapkan. Tingkat informasi proyek yang diperlukan meningkat ketika estimasi berubah dari kelas 5 ke kelas 1. Metodologi yang digunakan juga berubah dari *judgmental* atau *stochastic* untuk kelas 5 menjadi metode *deterministic* sepenuhnya untuk kelas 1. Hal ini karena pada

kelas 5, tingkat informasi yang tersedia terbatas, sehingga hanya mengarah pada proses estimasi *judgmental* atau stochastic dan begitu sebaliknya.

2 2 Penelitian Sebelumnya

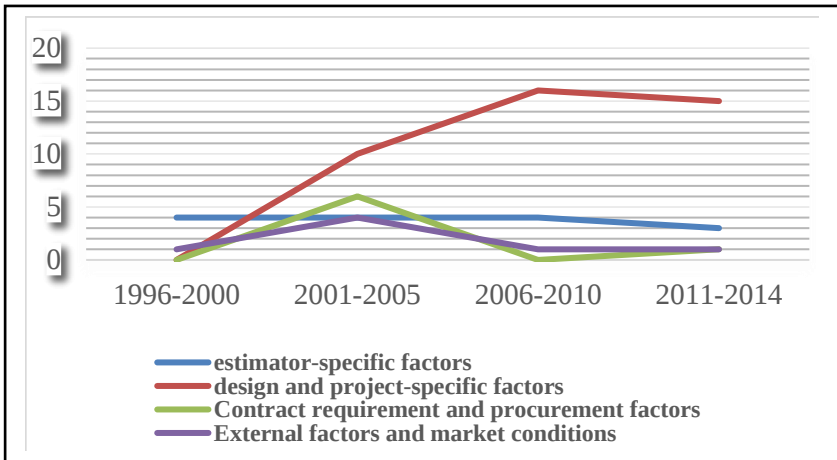
Banyak peneliti yang telah mempelajari cost variables yang mempengaruhi biaya konstruksi dari berbagai perspektif. Penelitian tersebut difokuskan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap keakuratan estimasi pekerjaan konstruksi. Berdasarkan studi sebelumnya, Akintoye & Fitzgerald (2000); Cheng (2014); Elhag dkk., (2005); Enshassi, Mohamed, & Madi (2005); Liu & Zhu (2007); Toh dkk.,(2012); Trost & Oberlende (2003) mengklasifikasikan cost variables menjadi 5 kategori yaitu: 1) informasi konsultan, 2) karakteristik proyek, 3) karakteristik klien, 4) persyaratan kontrak dan metode pengadaan, serta 5) faktor eksternal dan kondisi pasar. Sedangkan Akinci & Finchers (1998), Elfaki dkk (2014) mengkatogorikan cost variables diatas menjadi dua kelompok yang berbeda yaitu; 1) faktor estimator/quantity Surveyor dan 2) faktor desain dan spesifik proyek. Gambar 2.1 dibawah ini adalah cost variables yang mempengaruhi biaya konstruksi berdasarkan 5 kategori.



Gambar 2.1: Cost Variables yang Mempengaruhi Estimasi

2.3 Pengelompokan Cost Variables

Dalam penelitian sebelumnya, Jumas (2018) menggabungkan cost variables dari beberapa peneliti menjadi 5 kategori yaitu estimator or consultant factors, design and project specific factors, construction requirement and procurement factors, serta external dan market condition factor. Faktor design dan karakteristik proyek menjadi topik yang menarik minat bagi para peneliti untuk dikaji seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini:



Ada tren pertumbuhan faktor desain dan spesifik proyek yang diterapkan untuk penelitian tersebut dengan total 41 artikel di semua periode. Sebaliknya, tren berubah menjadi *estimator-specific factors*. Pada pengelompokan dua tahun awal (1996-2000; 2001-2005), estimator-specific factor masih tetap stabil dan menurun pada tahun berikut. Dan begitu juga dengan 2 faktor lain yaitu persyaratan kontrak dan faktor pengadaan serta faktor eksternal dan kondisi pasar memiliki kecenderungan tetap dan menurun.

2.4 Faktor Design dan Spesifik Proyek

Table 2.2: Daftar cost variables untuk Faktor design dan spesifik proyek dari penelitian sebelumnya yang sejenis

Variables	References
<u>Dependent Variables</u>	
<u>Used</u>	
Building cost	Sonmez, Rifat (2004, 2008); Ji, Sae-Hyun et al (2010); Li, Heng and Shen (2005); Gunaydin and Dogan (2004); Kim, G.H. et al (2005); Cheng, MY. et al (2010)
Building cost per gross floor area (GFA)	Lowe et al (2006); Stoy et al. (2008); Cheung (2005); Cheng, MY et al (2009);
<u>Independent Variables</u>	
<u>Used</u>	
Gross floor area	Bala et al (2014); Sonmez (2011); Ji, Sae-Hyun et al (2010); Sonmez, Rifat (2008); Stoy et al. (2008); Lowe et al (2006); Li, Heng and Shen (2005); Cheung (2005); Kim et al (2005); Sonmez (2004); Gunaydin & Dogan (2004);
Number of storey	Gunaydin & Dogan (2004); Sonmez (2004); Cheung (2005); Kim et al (2005); Sonmez, Rifat (2008); Ji, Sae-Hyun et al (2010); Sonmez (2011); Bala et al (2014)
Average height	Li, Heng and Shen (2005)
Total height	Bala et al (2014); Lowe et al (2006);

	Li, Heng and Shen (2005); Cheung (2005)
The ratio of the typical floor area to the total area of the building	Gunaydin & Dogan (2004); Sonmez (2011)
Compactness (external wall area/ gross external floor area)	Stoy et al. (2008); Bala et al (2014)
Proportion of openings (external window and door area +prefabricated façade area /external wall area) *100 %	Stoy et al. (2008); Bala et al (2014)
City (region) cost index	Sonmez (2004); Kim et al (2005); Sonmez, Rifat (2008); Stoy et al. (2008); Sonmez (2011); Bala et al (2014)
Area of basement	Cheung (2005)
Total gross building area per residential unit	Sonmez, Rifat (2008)
Area of site	Sonmez, Rifat (2008)
Area of basement wall	Cheung (2005)
Number of basements	Li, Heng and Shen (2005)
Number of above-ground storey	Li, Heng and Shen (2005)
Construction cost index	Sonmez (2011)
Time index (%)	Bala et al (2014)
Number of elevator	Sonmez, Rifat (2008); Ji, Sae-Hyun et al (2010); Stoy et al. (2008)
Project duration	Kim et al (2005); Stoy et al. (2008); Sonmez, Rifat (2008); Sonmez (2011); Bala et al (2014)
External wall area	Lowe et al (2006)
Area of roof	Cheung (2005)
Area of elevation	Cheung (2005)

The number of households (NH)	Ji, Sae-Hyun et al (2010)
Number of piloti with household scale	Ji, Sae-Hyun et al (2010)
NH of unit floor per elevator	Ji, Sae-Hyun et al (2010)
Percent area of facilities in building area	Sonmez (2008); Sonmez (2004)
Type of construction (i.e., foundation, roof, etc)	Gunaydin & Dogan (2004); Kim et al (2005)

METODE

3

3.1 Data Penelitian

Data yang diperlukan untuk penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu data historis dari proyek gedung sebelumnya dan *cost indexs*. Informasi data historis dari proyek sebelumnya dan *cost indexs* dikumpulkan secara manual dari tahun 2005 sampai tahun 2015. Kriteria yang digunakan untuk data penelitian dari data historis proyek sebelumnya adalah:

1. Proyek gedung baru bukan renovasi
2. Mempunyai bill off quantity atau rencana anggaran biaya (RAB) beserta Analisa Harga Satuan (AHS)
3. Gambar rencana

Sifat data yang dikumpulkan seperti data rinci dari dokumen kontrak untuk data diatas dan jumlah kasus dari proyek yang diteliti tidak hanya menentukan variable atau parameter bangunan tetapi juga mempengaruhi hasil analisi data.

Cost Indexs sangat diperlukan karena berkaitan dengan analisis biaya untuk informasi data historis proyek konstruksi (Ferry, Brandon, Ferry, & Kirkham, 2010). *Cost indexs* diperlukan untuk mengukur perubahan harga suatu barang atau kelompok barang dari satu titik ke titik yang lain. Dengan adanya informasi biaya, dapat diperoleh jumlah titik yang berbeda ke basis yang sama dengan menggunakan indeks. Proses ini juga dengan normalisasi biaya proyek. *Cost indexs* penelitian ini mengacu pada indeks biaya kota dan indeks biaya historis. Total biaya proyek yang lalu harus disesuaikan dengan perbedaan lokasi dan waktu yang terkait dengan proyek tersebut. Hanya dengan cara ini, biaya proyek dapat dibandingkan dan dianalisis dengan benar

3.2 Teknik Penentuan Variables

Untuk mengidentifikasi *cost variables* sebagai variable independen dan dependent digunakan data pada penelitian sebelumnya dari kajian pustaka seperti yang terdapat pada Tabel 2.2 di Bab 2.

Selain itu, untuk menentukan *cost variables* yang mempengaruhi biaya konstruksi gedung di Sumatera Barat, maka pemilihan *cost variables* juga harus memenuhi criteria sebagai berikut: (Phaobunjang, 2002)

1. Variabel harus ditetapkan dan didefinisikan dengan jelas untuk meminimalkan ambiguitas dan inkonsistensi
2. Variabel harus memiliki nilai yang dapat diukur

3. Nilai variable harus ada dengan akurasi yang wajar

3.2.1 Pemilihan Variabel sebagai *Predictors*

Variabel yang telah didapatkan dari data historis proyek bangunan gedung yang sesuai dengan cost variables pada Tabel 2.2, selanjutnya dilakukan analisis parametric untuk menentukan variable sebagai predictor. Metode yang biasa digunakan adalah simultaneous regression (enter method) karena dapat membantu untuk menentukan variabel yang tepat sebagai prediktor dan memberikan tingkat signifikan berdasarkan jumlah prediktor (Leech et al., 2011).

3.2.2 Exclusion of Variables

Variabel yang dipilih sebagai predictor melalui *simultaneous regression* (enter method) adakalanya tidak memenuhi syarat yang disebabkan oleh *multicollinearity*. Hal ini terjadi karena jika dua atau lebih predictor memiliki korelasi yang sangat tinggi. Salah satu cara untuk menghindari adanya *multicollinearity* adalah dengan menggabungkan atau menghilangkan prediktor berkorelasi tinggi satu sama lain (Leech et al., 2011). Korelasi antar prediktor $> 0,5$ menunjukkan adanya masalah *multicollinearity*

3.2.3 Transformation of Variables

Transformasi data diperlukan untuk memperbaiki *violation of statistical* atau untuk meningkatkan hubungan antar variabel (Hair et al., 1998). Transformasi dilakukan

berdasarkan sifat data dan justifikasi logis untuk memfasilitasi penjelasan hasil dari hasil analisi data. Untuk itu transformasi data harus dilakukan secara ketat dan benar. Cara yang paling mudah untuk melakukan transformation adalah memulai dengan non-transformed variables kemudian diteruskan dengan mengurangi negative skew atau positive skew seperti pada table dibawah ini.

Tabel 3.2: Transformation Ladder (Leech dkk, 2011)

When to use	Transformation	SPSS Syntax
To reduce negative skew	X^3	VAR= (X)**3
	X^2	VAR= (X)**2
Non-transformed variable (Start Here)	X	
To reduce positive skew	Log X	VAR= LG 10 (X)
	$\sqrt{X}$	VAR= SQRT (X)
	$1/X$	VAR= 1/ (X)
	$1/X^2$	VAR= 1/ (X)**2
To stretch both tails of the distribution (proportion data)	Arcsine X	VAR= ARSIN (X)

3.3 *Multiple Regression Analysis (MRA)*

MRA merupakan teknik statistic yang digunakan untuk menganalisis hubungan signifikan antara variable dependen dengan variabel independen (*predictor*). Umumnya hasil

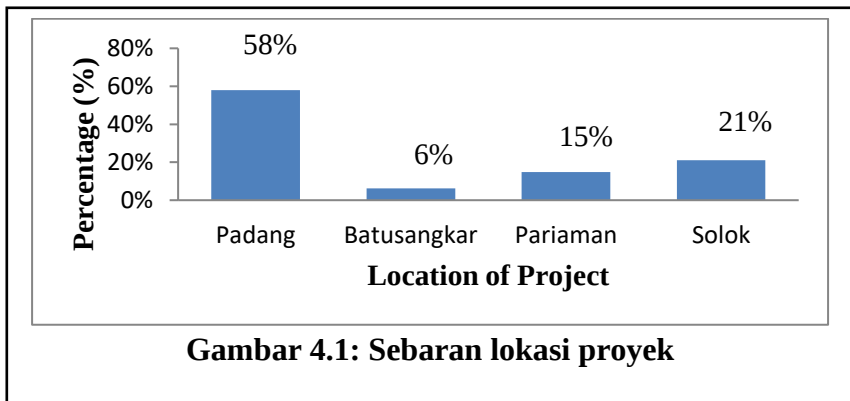
penilaian dari MRA ditunjukkan dalam bentuk persamaan dibawah ini:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

Dimana Y merupakan variabel dependen yaitu variabel terikat atau variabel yang ketergantungan dengan adanya variabel lain. Pada penelitian ini variabel dependen adalah total biaya bangunan per luas lantai (gross floor area/ GFA). $X_1, X_2, \dots, X_n$ adalah variabel independen yaitu variabel bebas seperti yang terdapat pada Tabel 3.1 diatas yang digunakan untuk memprediksi nilai Y. $b_0, b_1, \dots, b_n$ adalah nilai koefisien regresi parsial yang akan dihitung menggunakan software SPSS.

4.1 Data Historis Proyek

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab sebelumnya, data historis proyek dikumpulkan dari tahun 2005 sampai dengan 2015. Sebanyak 81 proyek gedung baru dikumpulkan dari wilayah Sumatera Barat seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1 dibawah ini.

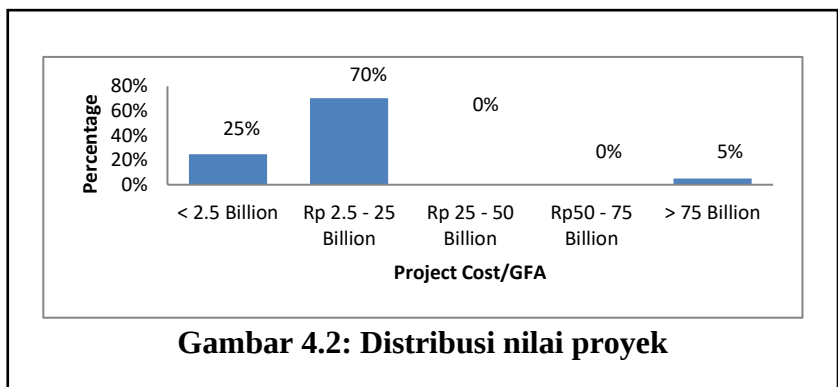


Dari gambar diatas, sebaran daata proyek yang terbanyak terdapat di kota Padang yaitu sebanyak 47 proyek (58%). Selanjutnya diikuti oleh Solok dan Pariaman sebanyak 17 proyek (21%) dana 12 proyek (15%). Data proyek yang paling

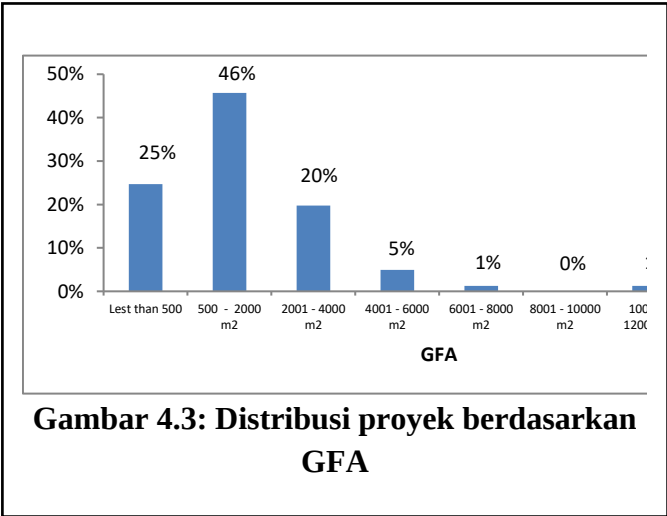
sedikit terdapat di daerah Batusangkar sebanyak 5 proyek (6%).

4.2 Data Karakteristik Proyek

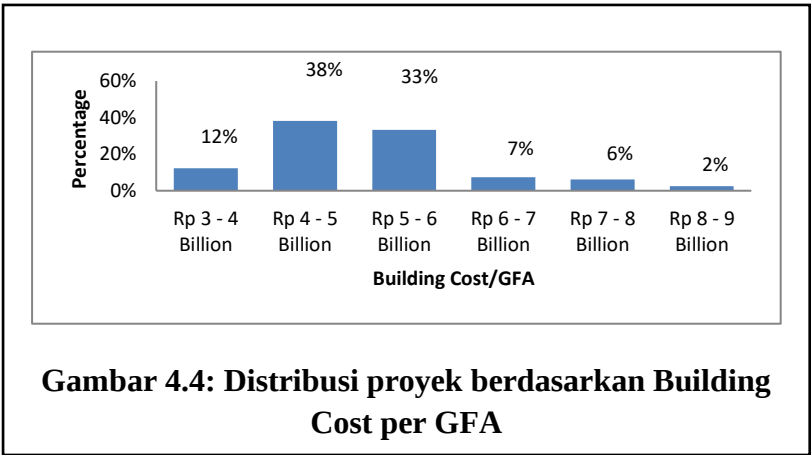
Building cost (Rp)



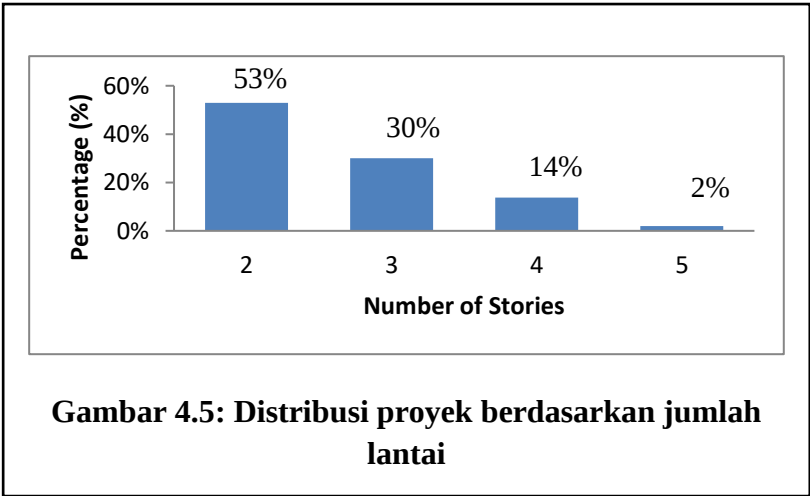
Gross Floor Area (GFA)



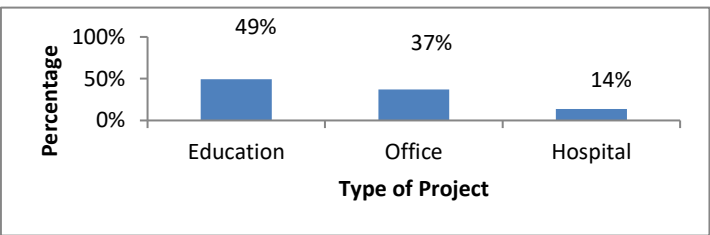
Building height



Number of stories



Type of Project



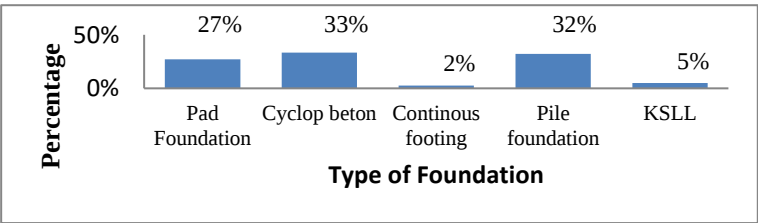
Gambar 4.6: Distribusi proyek berdasarkan fungsi bangunan

Type of Roof

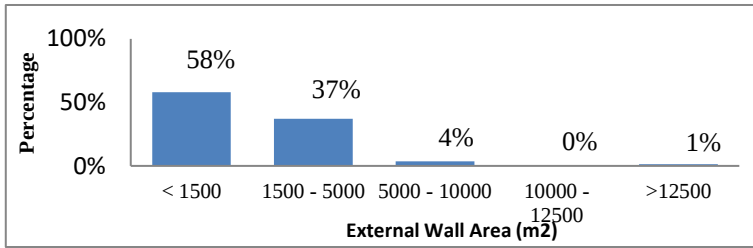
Table 4.1: Distribusi proyek berdasarkan tipe jenis atap dan fungsi bangunan

Roof Shape	Type of Use			Number of Story			
	Office	Education	Hospital	2	3	4	5
Ordinary	18	38	11	39	17	9	2
Bagonjong	12	2	0	4	7	3	0

Type of Foundation

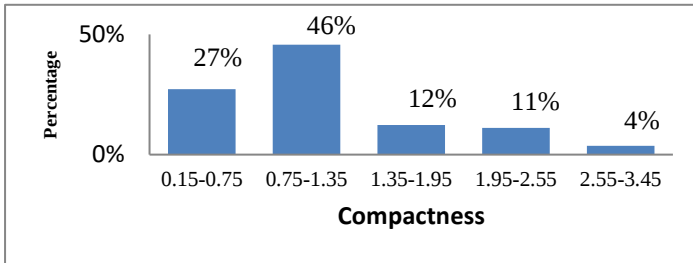


Gambar 4.7: Distribusi proyek berdasarkan tipe pondasi

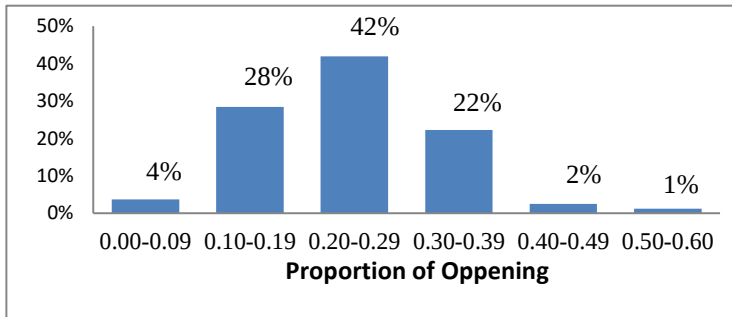


Gambar 4.7: Luas dinding luar

Karakteristik Lainnya



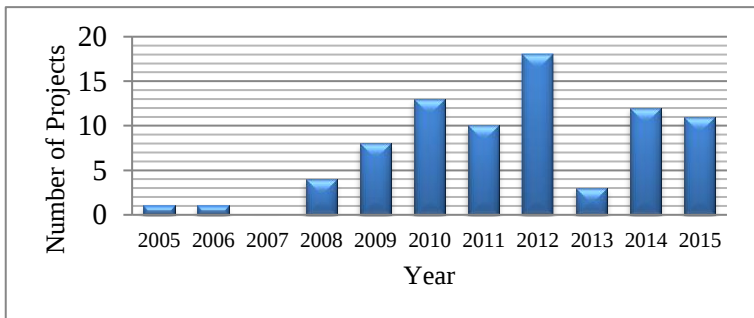
Gambar 4.8: Compactness (Luas dinding luar/ GFA)



Gambar 4.9: Proportion of opening

4.3 Penyesuaian Cost Data Proyek

Sebelum analisis di mulai, semua data cost proyek perlu disesuaikan atau di normalisai (Ji dkk, 2010: Phaobunjong, 2002). Data yang diperlukan untuk penyesuaian cost data untuk dijadikan tahun dan lokasi yang sama adalah Construction Cost Index dan inflansi (Sonmez, 2004). Gambar 4.10 dibawah ini adalah distribusi data historis proyek berdasarkan tahun dibangunnya.



Gambar 4.10: Distribusi proyek berdasarkan tahun dibangunnya

4.3.1 Construction Cost Index (CCI)

Indek biaya konstruksi sangat penting untuk menyesuaikan perubahan harga dari suatu waktu ke waktu yang lain (deret waktu). Menurut Ferry dkk (2010), indek harga konsumen (Consumer Price Index/ CPI) dapat mewakili rasio pertukaran uang dengan barang yang di konsumsi yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS).

Indek CCI merupakan gabungan dari 33 harga bahan konstruksi, 6 biaya sewa alat, dan 8 biaya tenaga kerja konstruksi. Dengan menggunakan indek CCI ini, kita dapat membandingkan harga untuk satu lokasi yang berbeda dengan tahun yang sama. Untuk meng-konversi nilai biaya dari satu lokasi ke lokasi lain digunakan rumus dibawah ini;

$$C_j = C_i \frac{\text{cost index}_j}{\text{cost index}_i}$$

Dimana:

C_j = cost pada lokasi j

C_i = cost pada lokasi i

Table 4.2: Construction Cost Index (CCI)

Nama Kab/Kota	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kab Kepulauan Mentawai	111.73	112.88	176.09	187.76	181.95	162.9
Kab Pesisir Selatan	92	91.10	94.74	95.23	95.86	99.21
Kab Solok	85.38	87.10	85.45	91.63	92.31	94.71
Kab Sawahlunto/ Sijunjung	87.47	85.82	96.54	101.39	101.48	92.82
Kab Tanah Datar	84.68	86.23	88.11	95.16	95.3	90.43
Kab Pdg/Pariaman	84.95	86.39	91.72	102.49	100.40	91.18
Kab Agam	88.34	92.31	98.68	97.44	99.60	91.44
Kab 50 Koto	85.42	84.22	94.51	96.41	98.96	87.74
Kab Pasaman	85.76	85.60	86.71	98.37	96.07	88.22
Kab Solok Selatan	85.97	84.13	80.92	98.05	95.25	101.97
Kab Dhamasraya	86.82	83.51	86.78	94.00	96.78	91.44
Kab Pasaman Brt	90.63	90.02	92.99	95.18	99.08	101.29
Kota Padang	82.83	84.10	104.82	101.94	100.68	97.27
Kota Solok	85.08	84.42	91.41	99.56	96.45	101.51
Kota Sawah Lunto	85.47	83.86	80.56	93.49	91.55	95.42
Kota Pdg Panjang	86.02	84.75	87.05	98.32	97.16	98.01

Kota Bukittinggi	86.93	88.83	94.71	100.28	99.05	94.04
Kota Payakumbuh	84.9	84.86	88.71	98.05	99.08	88.33
Kota Pariaman	83.21	82.90	89.82	95.7	89.96	96.78

4.3.2 Inflansi

Dalam ilmu ekonomi, inflasi adalah peningkatan berkelanjutan dari harga barang dan jasa dalam suatu perekonomian selama periode waktu tertentu (Blanchard, 2000). Inflasi mempengaruhi perekonomian dengan berbagai efek negative dan positif. Efek negatif dari inflasi diantaranya adalah peningkatan biaya produksi, bertambahnya uang yang beredar di masyarakat, dan ketidakseimbangan antara permintaan dan penawaran. Efek positif termasuk mengurangi beban riil hutang publik dan swasta, menjaga suku bunga nominal di atas nol sehingga bank sentral dapat menyesuaikan tingkat suku bunga untuk menstabilkan perekonomian, dan mengurangi pengangguran karena kekakuan upah nominal (Mankiw, 2002).

Tabel 4.3 menyajikan perkembangan laju inflasi di Kota Padang yang mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Akibat gejolak politik, Indonesia pernah mengalami hiperinflasi, terutama inflasi tahunan antara tahun 2007 dan 2008. Dalam masa pemulihan dan pertumbuhan ekonomi beberapa tahun terakhir ini, pemerintah berupaya untuk menurunkan laju inflasi. Namun demikian, tampaknya inflasi Indonesia dipengaruhi oleh fluktuasi global dan persaingan pasar domestik. Pada tahun 2013 hingga 2015, tingkat inflasi

masing-masing berada pada kisaran 10,87%, 11,90% dan 12,74%.

Tabel 4.3: Pertumbuhan inflasi tahunan di Kota Padang

Year	Inflation (%)
2006	8.05
2007	6.90
2008	12.68
2009	2.05
2010	7.84
2011	5.37
2012	4.16
2013	10.87
2014	11.90
2015	12.74

Untuk mengubah biaya dari satu waktu (tahun) ke tahun lain, digunakan rumus berikut:

$$C_j = C_0 + ((I_{0+1} + I_{0+1} + \dots + I_{0+n}) \times C_0)$$

Dimana:

C_j = Cost pada tahun yang diinginkan

C_0 = Cost pada tahun yang diketahui

I_{0+1} = Inflasi pada tahun yang diketahui + 1 tahun

I_{0+2} = Inflasi pada tahun yang diketahui + 2 tahun

I_{0+n} = Inflasi pada tahun yang diketahui + n tahun

4.3.3 Hasil Penyesuaian Cost Data

Tabel 4.4 menyajikan hasil data biaya setelah penyesuaian. Seluruh data biaya telah melalui proses penyesuaian (normalisasi) ke lokasi dan tahun yang sama yaitu Kota Padang dan tahun 2015.

Tabel 5.5: Hasil cost data setelah normalisasi

No	Project ID	Project	Project Value (Rp)	GFA (m2)	Building Cost Per GFA (Rp)
1	EA1	Gedung Kuliah IAIN Iman Bonjol Padang	3,836,820,893	1059	3,624,772
2	EA2	Kampus II UBH Gedung III	16,009,080,000	3746	4,273,647
3	OA1	Kantor Balai Karantina Pertanian Kelas I	5,375,633,906	1013	5,306,647
4	OA2	Gedung Lembaga KAM Prov. Sumbar	10,917,865,614	1254	8,706,432
5	OA3	Kantor Camat Lubuk Begalung	3,500,054,296	884	3,959,337
6	OA4	Kantor BPS Prov. Sumbar	8,670,050,707	2060	4,209,784
7	OA5	Dinas Pertenakan Kota Padang	15,071,116,288	2548	5,915,113
8	OA6	Gedung Kejaksaan Tinggi Sumbar	53,772,832,411	6709	8,015,029
9	OA7	Kantor Camat Kuranji	3,899,015,844	837	4,658,322
10	EA3	Kampus II UBH Gedung II	9,317,793,186	1869	4,985,443
11	OA8	Gedung Percontohan PIP2B Sumbar	3,814,988,382	805	4,739,351
12	EA4	Gedung Pusat Bahasa Unand	10,065,979,139	2202	4,570,511
13	EA5	Gedung Dekanat Fak. Kedokteran Unand	17,742,644,322	4056	4,373,902
14	EA6	Gedung Pasca Sarjana Unand	9,644,817,764	2599	3,711,430
15	EA7	Gedung Jurusan Teknik Industri Unand	5,904,420,030	1452	4,067,750

16	EA8	Gedung Histologi, dll Fak. Kedokteran Unand	5,287,329,587	1140	4,636,992
17	EA9	Poliklinik Gigi Fak. Kedokteran Unand	4,831,824,330	950	5,083,990
18	EA10	Gedung Kuliah Kedokteran Gigi Unand	2,631,526,912	525	5,013,578
19	EA11	Gedung Jurusan Teknik Industri Unand	2,258,070,382	431	5,238,365
20	EA12	Gedung Pusat Pelayanan & Fasilitas Mhs. Unand	3,152,933,922	778	4,054,699
21	EA13	Gedung Kuliah Tutorial Fakultas Kedokteran Unand	4,831,531,961	1,253	3,855,479
22	EA14	Gedung Kuliah Bersama Unand	4,064,376,869	871	4,666,805
23	EA15	Gedung Convention Hall Koperasi Andalas	5,628,951,951	1018	5,528,879
24	OA9	Gedung Dinas P3 dan Energi	3,284,506,528	540	6,086,646
25	EA16	SMA Don Bosco Padang	9,163,994,183	1784	5,136,307
26	OA10	Gedung Perpustakaan Sumatera Barat	24,629,558,455	3508	7,021,970
27	OA11	Gedung UPTD Balai Koperasi	11,721,471,560	1747	6,709,486
28	OA12	Gedung Budaya	11,630,320,900	2131	5,457,170
29	EA17	Gedung Fakultas Farmasi	18,675,779,592	3902	4,786,207
30	HA1	Gedung Rawat Jalan dan Poliklinik RS.DrM Jamil	82,621,062,955	1105 1	7,476,647
31	OA13	Gedung Polda Sumatera Barat	73,259,342,522	1296 0	5,652,727
32	EA18	Kampus II UBH Gedung I	6,747,457,700	1268	5,321,339
33	EA19	Gedung Laboratorium FT UNP	9,128,457,359	1530	5,964,850
34	EA20	Gedung Labor Pembinaan Olah Raga Berpretasi	3,972,046,107	844	4,707,610
35	EA21	Gedung Pusat Kegiatan Mhs FT UNP	1,637,524,898	284	5,769,549

36	EA22	Gedung Labor Terpadu Ilmu Ekonomi UNP	21,397,946,068	4760	4,495,253
37	EA23	Gedung Labor Pengembangan Ilmu Olah Raga UNP	29,346,273,168	4788	6,129,130
38	EA24	Gedung Pasca Sarjana UNP	20,522,210,537	3493	5,875,576
39	EA25	Gedung Pusat Studi Agama Islam	16,610,564,414	2715	6,119,199
40	EA26	Gedung Labor Kimia FMIPA UNP	12,208,898,370	2206	5,535,208
41	OB14	Gedung Kantor BPD Cab. Batusangkar	16,140,836,698	2271	7,108,544
42	OB15	Istano Basa Pagaruyung	12,175,515,422	1678	7,254,758
43	OC16	Kantor SKPD Dinas Pekerjaan Umum	5,127,120,342	1098	4,668,738
44	OC17	Kantor Dinas SKPD Bappeda	4,791,250,512	1025	4,675,485
45	OC18	Kantor Dinas SKPD DPPKA	7,265,145,153	1546	4,698,558
46	OC19	Kantor Camat 2x11 Kayu Tanam	1,486,246,902	442	3,362,550
47	OC20	Kantor Camat V Koto Kampung Dalam	1,311,432,052	355	3,699,385
48	HC2	Gedung kantor RS Parit Malintang	2,350,469,955	466	5,041,763
49	OC21	Gedung IGD Kebidanan RSUD Pariaman	4,067,568,670	869	4,680,746
50	OC22	Kantor BPS Kab. Padang Pariaman	1,147,318,597	320	3,589,577
51	HC3	Gedung ICU RSUD Pariaman	2,509,481,846	426	5,890,802
52	HC4	Gedung Instalasi Rawat Jalan RSUD Pariaman	3,271,193,863	967	3,382,827
53	OC23	Gedung Kantor Dinas Kesehatan Kota Pariaman	3,319,279,821	878	3,781,362
54	OE24	Gedung Kantor Inspektorat Kota Solok	1,901,250,125	420	4,526,786
55	OE25	Gedung Kantor Lurah KTK Kota Solok	1,197,180,065	275	4,353,382

56	OE26	Gedung Kantor Lurah Sinapa Piliang Solok	1,302,335,536	299	4,362,933
57	OE27	Gedung Pasar Raya Solok	22,925,862,999	4072	5,630,124
58	OE28	Kantor Lurah Kampung Jawa	1,179,699,614	273	4,329,173
59	HC5	Gedung IGD Balai Pengobatan Paru Lubuk Alung	6,891,193,988	1350	5,104,588
60	OA29	Gedung Sarana dan Prasarana UPTD BPTPH Sumbar	3,803,237,154	715	5,319,510
61	OA30	Gedung Kantor Walikota Padang	93,353,898,121	1396 1	6,686,763
62	EA27	SD 06 Lapai Padang	3,083,926,344	574	5,372,694
63	EE28	SDN 06 Tanah Garam	1,408,450,591	302	4,657,575
64	EE29	SDN 07 Kampung Jawa	1,962,222,221	423	4,644,093
65	EE30	SDN 10 Nan Balimo	1,907,735,455	410	4,648,478
66	EE31	SDN 08 VI Suku	1,672,342,122	464	3,605,923
67	EE32	SDN 22 Nan Balimo	1,774,756,603	389	4,560,012
68	EE33	SDN 18 Tanjung Paku	1,363,117,184	302	4,507,663
69	EE34	SDN 04 IX Korong	2,127,813,478	527	4,041,431
70	EE35	SDN 11 Tanah Karam	1,308,376,251	281	4,659,460
71	EE36	SDN 16 Tanah Karam	1,422,838,312	316	4,502,653
72	EE37	SD Muhamadiyah	1,574,196,364	363	4,331,260
73	EA38	Gedung Labor Micro Teaching UNP	15,206,211,921	2045	7,436,346
74	EA39	Gedung Pend. Kampus Unand	4,128,261,095	804	5,137,720
75	EA40	Gedung Lab School (SD&SMP) UNP	25,278,409,064	4965	5,091,321
76	HBC6	Gedung RSD Rawat Inap Batusangkar	17,716,928,710	3242	5,408,131
77	HEC7	RS IGD solok	7,775,153,918	1580	4,920,983

78	HEC8	Gedung Rawat Jalan dan Poliklinik RS Solok	14,086,395,741	2780	5,068,038
79	HBC9	Gedung ICU RSUD Batusangkar	5,147,618,749	985	5,226,009
80	HA10	Gedung Rawat Inap RS Dr M Jamil padang	10,490,080,344	1654	6,342,249
81	HB11	Gedung Kantor RSD Batusangkar	4,857,030,763	856	5,674,101

4.4 Analisis Data

Analisis data adalah proses untuk mengolah data mentah dan mengubahnya menjadi informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan. Untuk studi ini, analisis statistik dilakukan dengan menggunakan paket statistik, IBM SPSS. Peran statistik dalam penelitian berfungsi sebagai alat bantu dalam merancang penelitian, menganalisis datanya, dan menarik kesimpulan (Knoke et al, 1994; Kothari, 2004). Data historis dari proyek yang telah di normalisasi diperiksa dengan cermat dan dianalisis dengan Mutiple Regression Analysis (MRA) dengan transformasi logaritmik.

4.4.1 Variable pada Bangunan Gedung

Dependent Variables

Proses pertama dalam menurunkan persamaan model dengan menggunakan MRA adalah memilih variabel sebagai variabel dependen dan prediktor. Sonmez (2008); Ji et al. (2010); Stoy dkk. (2008); Li, Heng dan Shen (2005) telah menggunakan biaya total sebagai variabel dependen. Namun, Lowe et al. (2006); Cheung (2005); dan Stoy, C., Pollalis, S., &

Schalcher, H.R. (2008) telah menggunakan total biaya / m² sebagai pengganti total biaya.

Ada dua asumsi terbuka untuk dipertanyakan terkait variabel dependen. Yang pertama adalah bahwa deviasi standar nilainya tetap konstan. Artinya, biaya proyek kecil dapat bervariasi dengan jumlah yang sama dengan proyek besar. Pada Tabel 4.5, terdapat kisaran biaya proyek yang sangat besar yaitu Rp 92.206.579.523,7 dengan biaya minimum Rp. 1.147.318.597,2 dan biaya maksimum Rp. 93.353.898.120,9. Dibandingkan dengan biaya proyek per GFA, kisarannya adalah Rp. 5.343.882,4 dengan biaya minimum Rp.3.362.549,6 dan Rp. 8,706,431,9. Menurut Cheunga dan Skitmore (2006) dan Lowe et al. (2006), pemodelan regresi dapat meminimalkan kuadrat kesalahan, tetapi secara inheren bias meminimalkan kesalahan untuk proyek yang sangat besar, di mana kesalahan terbesar.

Asumsi kedua adalah bahwa pengaruh variabel apapun dinyatakan sebagai perubahan biaya tetap, misalnya, spesifikasi pelapis lantai diubah menjadi salah satu biaya yang lebih tinggi, maka biaya bangunan diperkirakan akan meningkat. Namun, biaya untuk sebuah bangunan kecil tidak diharapkan naik dengan jumlah yang sama dengan biaya sebuah bangunan besar dan kemungkinan besar biaya tersebut akan naik baik sebagai proporsi ukuran bangunan atau sebagai proporsi biaya bangunan (Lowe, et al., 2008). Oleh karena itu, dalam

penelitian ini biaya proyek per GFA akan digunakan sebagai variabel terikat sebagai pengganti biaya proyek.

Tabel 4.5: Perbandingan Biaya Proyek, N= 81

Dependent Variable	Range (Rp)	Minimum (Rp)	Maximum (Rp)	Std. Deviation
Project Cost	92,206,579,523	1,147,318,597	93,353,898,120	16,596,745,100
Project Cost per GFA	5,343,882	3,362,549	8,706,431	1,053,023

Independent Variables

Untuk mengidentifikasi variabel independen sebagai prediktor, proses dimulai dengan variabel yang digunakan dari penelitian sebelumnya seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1. Mengacu pada variabel biaya pada penelitian sebelumnya, beberapa variabel seperti jumlah rumah tangga (NH) per elevator, rasio luas lantai dasar terhadap total luas bangunan, total luas bruto bangunan per unit hunian, jumlah lift, luas basement, luas situs, luas dinding basement, jumlah basement, jumlah lantai di atas tanah, luas elevasi, jumlah rumah tangga (NH), jumlah piloti dengan skala rumah tangga dan persen luas fasilitas di luas bangunan tidak termasuk, karena data proyek historis tidak menyediakan semua data di atas. Variabel lainnya yang termasuk dalam model awal disajikan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6: Variabel Independen

Category		Variables/ information
Parameter	(X1)	Gross floor area (GFA)
	(X2)	Building height
	(X3)	Number of stories
	(X4)	Average height
	(X5)	External wall area
	(X6)	Compactness (external wall area/ gross external floor area)
	(X7)	Proportion of openings
	(X8)	City (region) cost index
	(X9)	Type of use
	(X10)	Type of roof
	(X11)	Type of foundation
	(X12)	The ratio of the typical floor area to the GFA
	(X13)	Construction cost index
	(X14)	Duration

Selected Variable

Untuk penelitian ini pemilihan variabel yang akan digunakan untuk model didasarkan pada penelitian sebelumnya. Prosedur regresi berganda yang cocok untuk semua kombinasi variabel digunakan yaitu dengan pemilihan variabel menggunakan regresi simultan (metode enter). Metode Enter (regresi simultan) dapat membantu menentukan variabel secara tepat sebagai prediktor dan memberikan tingkat signifikan berdasarkan jumlah prediktor (Leech et al., 2011). Semua variabel akan masuk / dipertimbangkan pada saat yang bersamaan.

Dalam mengamati variabel data biaya historis, secara intuitif beberapa variabel akan menunjukkan korelasi yang kuat di antara mereka sendiri. Korelasi yang tinggi antar variabel menunjukkan kemungkinan akan ada masalah dengan multikolinearitas. Dengan adanya multikolinearitas, koefisien regresi akan mengalami varians sampling yang terlalu besar yang mempengaruhi inferensi dan prediksi (Graham, 2013; Kibria, 2003).

Secara umum, koefisien korelasi di bawah -0,5 atau lebih dari 0,5 menunjukkan bahwa kedua prediktor tersebut memiliki korelasi yang kuat (Leech et al., 2011). Dari Tabel 4.7, matriks korelasi menunjukkan beberapa korelasi yang besar antara variabel dan masing-masing variabel berikut seperti yang dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 4.7: Analisis korelasi untuk 14 variabel

Pearson Correlation	Cost per GFA	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
X1	0.427	1.000													
X2	0.430	0.606	1.000												
X3	0.412	0.573	0.949	1.000											
X4	0.150	0.140	0.318	0.019	1.000										
X5	0.158	0.545	0.576	0.552	0.135	1.000									
X6	-0.331	-0.418	-0.271	-0.253	-0.082	0.216	1.000								
X7	-0.083	-0.065	-0.051	-0.096	0.029	-0.211	-0.144	1.000							
X8	-0.383	-0.337	-0.403	-0.378	-0.188	-0.357	0.199	0.152	1.000						
X9	0.210	0.128	0.144	0.135	0.085	-0.022	-0.123	0.023	0.218	1.000					
X10	0.334	0.201	0.122	0.147	-0.064	0.081	-0.072	-0.149	-0.204	0.139	1.000				
X11	0.340	0.428	0.504	0.529	0.022	0.366	-0.254	-0.088	-0.262	0.019	0.140	1.000			
X12	-0.036	-0.041	-0.035	-0.045	0.077	0.058	0.145	0.019	0.155	0.065	-0.363	0.212	1.000		
X13	-0.272	-0.117	-0.234	-0.216	-0.131	-0.133	0.218	0.125	0.468	-0.349	-0.275	-0.018	0.256	1.000	
X14	0.569	0.584	0.711	0.700	0.170	0.441	-0.465	-0.118	-0.543	-0.021	0.217	0.476	-0.084	-0.342	1.000

Tabel 4.8: High correlation diantara variabel

Pearson Correlation	Cost per GFA	X1	X2	X3	X8
X2		0.606			
X3		0.573	0.949		
X5		0.545	0.576	0.552	
X11			0.504	0.529	
X14	0.569	0.584	0.711	0.700	-0.543

Mengacu pada Tabel 4.8 diatas, terdapat 13 matriks korelasi dengan masalah multikolinearitas. Jika variabel prediktor berkorelasi sangat tinggi dengan yang lain, dan secara konseptual terkait, Leech et al. (2011) mengatakan variabel tersebut bisa digabungkan dengan tujuannya tidak hanya untuk mengurangi kemungkinan multikolinieritas tetapi juga untuk mengurangi jumlah prediktor. Selain itu, Leech et al. (2011) mengatakan bahwa jika variabel prediktor sangat berkorelasi tetapi secara konseptual sangat berbeda (sehingga agregasi tampaknya tidak sesuai), kita mungkin memutuskan untuk menghilangkan prediktor yang kurang penting sebelum menjalankan regresi.

X1 (GFA) berkorelasi tinggi dengan X2 (tinggi bangunan), X3 (jumlah lantai), X5 (luas dinding luar) dan X14 (durasi). Karena X2 dan X3 terkait satu sama lain, keduanya dapat digabungkan bersama dengan X4 (tinggi rata-rata bangunan). Namun, tinggi rata-rata bangunan menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang dengan biaya proyek per GFA

(ditunjukkan pada Lampiran A). Oleh karena itu, X4 akan dieliminasi.

Selanjutnya, tinggi bangunan (X2) dan jumlah lantai (X3) memiliki pengertian konseptual yang sama yang semuanya berkaitan dengan tinggi bangunan. Kita tahu dari Tabel 4.7 bahwa memasukkannya ketiga variabel terpisah menimbulkan masalah multikolinearitas terutama untuk variabel X2 dan X3. Namun, ketika memasukkan X3 saja, tidak ada masalah dengan multikolinearitas.

Variabel lain yang memiliki masalah multikolinearitas dengan X2 dan X3 adalah X5, X11 dan X14. Variabel luas dinding luar (X5) diwakili oleh X6. X6 tidak memiliki masalah multikolinearitas dengan prediktor lain. Namun, mengabung X6 dengan X5 seperti pada X5 dan X1 menimbulkan masalah dengan tingkat toleransi yang rendah ($t = 0,356$) seperti terlihat pada Lampiran A. Toleransi dan VIF memberikan informasi yang sama ($\text{toleransi} = 1 / \text{VIF}$) seperti pada Lampiran. B. Jika nilai toleransi rendah ($< 1 - R^2$), maka kemungkinan terjadi masalah multikolinearitas (Leech et al., 2011). Dalam hal ini, karena adjusted R^2 adalah 0,362 (dari Lampiran C), dan $1 - R^2$ sekitar 0,647, beberapa variabel memiliki nilai toleransi di bawah 0,647. Dan untuk X1 tidak akan dihapus karena semua peneliti memasukkan GFA sebagai predictor.

X8, X9, X11, X13 dan X14 memiliki nilai toleransi masing-masing sebesar 0.429, 0.526, 0.569, 0.457 dan 0.294 sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran A. Karena nilai

toleransi lebih rendah dari 0,647; X8, X9, X11, X13, dan X14 akan dieliminasi. Variabel lain yang akan dihapus adalah X7, X9 dan X12 karena tidak signifikan terhadap biaya proyek per GFA.

Setelah memilih variabel dengan metode simultan (metode enter) yang dijelaskan pada penjelasan di atas, variabel yang dipilih diaplikasikan kembali menggunakan metode simultan (metode enter) untuk mencari respon terhadap masalah multikolinearitas. Tabel 4.9 menunjukkan variabel yang dipilih dan dikeluarkan dalam model. Dan Tabel 4.10 menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut tidak ada masalah dengan multikolinearitas

Table 4.9: Variabel yang dipilih dan dikeluarkan

All variables (Enter Method)		Selected/ excluded
Gross floor area (GFA)	(X1)	Selected
Building height	(X2)	Exclude
Number of stories	(X3)	Selected
Average height	(X4)	Exclude
External wall area	(X5)	Exclude
Compactness (external wall area/ gross external floor area)	(X6)	Exclude
Proportion of openings	(X7)	Exclude
City (region) cost index	(X8)	Exclude
Type of use	(X9)	Exclude
Type of roof	(X10)	Selected
Type of foundation	(X11)	Exclude
The ratio of the typical floor area to the GFA	(X12)	Exclude
Construction cost index	(X13)	Exclude

Table 4.10: Correlation analysis untuk variabel terpilih

		Cost/ GFA	X1	X3	X10
Pearson Correlation	Cost/ GFA	1.000			
	X1	0.436	1.000		
	X3	0.421	0.493	1.000	
	X10	0.331	0.203	0.147	1.000
Sig. (1-tailed)	Cost/ GFA				
	X1	0.000			
	X3	0.000	0.000		
	X10	0.001	0.035	0.046	

4.4.2 Data Examination & Transformation

Data examination atau pemeriksaan data merupakan bagian penting dari teknik analisis multivariat yang bertujuan untuk melihat hubungan antara variabel. Transformasi atau manipulasi bertujuan untuk memodifikasi variabel. Menurut Hair et al. (1998), modifikasi mungkin diperlukan karena salah satu dari dua alasan yaitu (1) untuk mengoreksi pelanggaran asumsi statistik, atau (2) untuk meningkatkan hubungan antar variabel.

Univariate Analysis

Pemeriksaan data untuk penelitian ini dimulai dengan analisis univariat. Tabel 4.11 mengilustrasikan perhitungan statistik deskriptif untuk empat variabel yang dipertimbangkan dalam penelitian. Agar data terdistribusi normal, nilai skewness

dan kurtosis harus berada pada kisaran -1,96 hingga +1,96 (Piaw, 2013). Dalam hal ini terdapat 3 dari 4 variabel yang berdistribusi normal yaitu X3 dengan skewness (0,971) dan kurtosis (0,019); X10 dengan kemiringan (1.763) dan kurtosis (1.137); dan Cost/ GFA dengan skewnes (1,027) dan kurtosis (1,231). Luas lantai bruto X1 berkisar antara 273 hingga 13961 m2. Namun, rata-rata GFA adalah 1922,9 dan kemiringan 3,242, menunjukkan bahwa GFA untuk kumpulan data memiliki kemiringan positif.

Table 4.11: Descriptive Statistics of the Selected Variables

	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
					Statis -tik	Std. Error	Statis -tik	Std. Error
X1	273	13961	1922.90	2501.75	3.242	0.267	11.929	0.529
X3	2	5	2.67	0.82	0.971	0.267	0.019	0.529
X10	1	2	1.17	0.38	1.763	0.267	1.137	0.529
Cost/ GFA	3362550	8706432	5122703	1064449	1.027	0.267	1.231	0.529

Data Transformations

Tentu saja, model dengan variabel yang ditransformasi lebih rumit, lebih tidak dapat dijelaskan, dan lebih sulit untuk menafsirkan data daripada rekan-rekannya yang tidak ditransformasi. Menurut Leech et al. (2011), menemukan transformasi terbaik untuk suatu variabel mungkin diperlukan trial and error untuk menentukan transformasi yang berhasil.

Seperti yang disajikan di atas, distribusi GFA (X1) memiliki kemiringan positif yang kuat. Berdasarkan Tabel 4.12,

disarankan untuk menurunkan kemiringan positif dan naik untuk kemiringan negatif pada baris untuk hasil transformasi terbaik. Seperti terlihat pada Lampiran F, semua transformasi diupayakan agar distribusinya mendekati normal. Transformasi data dengan mengambil logaritma basis sepuluh untuk X1 disarankan untuk X1 dari sebagai berikut:

$$TX1 = \text{Log}(X1)$$

Table 4.12: Perbandingan hasil X1 and TX1

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
	Stat	Stat	Stat	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
X1	81	273	13961	1922.90	2501.75	3.242	11.929
TX1	81	2.44	4.14	3.0654	.41761	.451	-.264

4.4.3 Multiple Regression Analysis (MRA)

TX1 (GFA yang ditransformasikan) akan dimasukkan terlebih dahulu, lalu dilihat apakah X3, dan X10 memberikan kontribusi tambahan. Metode ini dimaksudkan untuk mengontrol atau menghilangkan pengaruh X1, X3, dan X10 pada prediksi biaya. Model 1, 2, 3 dan 4 akan dikontrol secara berbeda untuk melihat apakah setiap variabel pada model signifikan atau memiliki kontribusi lebih.

Table 6.9: Multiple Regression for CEM, N= 81

Variables in Regression Equation	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F (df)	Sig.
TX1	0.500	0.250	0.240	917854.99	26.297 (1,79)	0.00
TX1,X3	0.510	0.260	0.241	917134.82	13.731 (2,78)	0.00

TX1, X10	0.547	0.300	0.282	892560.21	16.675 (2,78)	0.00
TX1,X3,X10	0.558	0.311	0.284	890952.69	11.584 (3,77)	0.00

R adalah koefisien korelasi berganda yang menunjukkan korelasi antara nilai yang diamati dan diprediksi dari prediktor. Ini juga berguna untuk membandingkan R^2 yang disesuaikan untuk setiap model untuk melihat apakah R^2 yang disesuaikan meningkat setelah koreksi dalam menambahkan lebih banyak prediktor. R^2 umumnya digunakan untuk menentukan model mana yang terbaik. Model terbaik adalah model dengan nilai R^2 tinggi yang tidak mengandung terlalu banyak variabel (Leech et al., 2011) dan nilai R di atas 0,5 menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antar prediktor (Cohen, 1988; Pallant, 2005). Maka dari Tabel diatas, model 4 dengan 3 variabel memiliki nilai yang signifikan yaitu X1, X2 dan X10.

KESIMPULAN

5

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari peneliti sebelumnya, studi ini menemukan 26 faktor biaya pada desain dan faktor spesifik proyek dari berbagai jenis proyek bangunan antara lain bangunan tempat tinggal, gedung perkantoran, proyek apartemen, perumahan dan fasilitas bisnis.
2. Ketiga diterapkan pada 81 proyek gedung di Sumatera Barat, terdapat 14 variabel faktor biaya yang sesuai dengan jenis proyek yaitu gross floor area (GFA), building height, number of stories, average height, external wall area, compactness (external wall area/ gross external floor area), proportion of openings, city (region) cost index, type of use, type of roof, type of foundation, the ratio of the typical floor area to the GFA, construction cost index, duration
3. Dari ke-14 variabel diatas, setelah dilakukan analisis korelasi serta data examination dan transformation,

didapatkan 3 variabel significant yang mempengaruhi biaya bangunan yaitu GFA, jumlah lantai dan tipe atap.

4. Hasil penelitian ini menguatkan pendapat Liu & Zhu (2007) dan Toh et al. (2012) bahwa proses estimasi biaya konstruksi dipengaruhi oleh karakteristik bangunan itu sendiri dan akan berbeda-beda untuk setiap negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Akintoye, A., & Fitzgerald, E. (2000). A survey of current cost estimating practices in the UK. *Construction Management and Economics*, 18(161-172).
- Ashworth, A. (1995). *Cost studies of buildings* (Second ed.). England: Longman House, Burn Mill Harlow.
- Azman, M. A., Samad, Z., & Ismail, S. (2013). The accuracy of preliminary cost estimates in Public Works Department (PWD) of Peninsular Malaysia. *International Journal of Project Management*, 31, 994-1005.
- Bala, K., & Bustani, S. A. (2014). A computer-based cost prediction model for institutional building projects in Nigeria-An artificial neural network approach. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(4), 518-529.
- BPS. (2006). *Produk Domestik Regional Bruto Sumatera Barat menurut Lapangan Usaha 2002-2006*. Padang, Indonesia: BPS Provinsi Sumatera Barat.
- BPS. (2008). *Perkembangan Ekonomi Sumatera Barat Tahun 2004-2008 (Tinjauan PDRB Provinsi Sumatera Barat dan Kabupaten/Kota Menurut Lapangan Usaha)*. Padang, Indonesia: BPS Provinsi Sumatera Barat.
- BPS. (2012). *Produk Domestik Regional Bruto Sumatera Barat Menurut Lapangan Usaha 2008-2012*. Padang, Indonesia: BPS Provinsi Sumatera Barat.
- BPS. (2014). *Laporan Perekonomian Provinsi Sumatera Barat 2014*. Padang, Indonesia: BPS Provinsi Sumatera Barat.

- BPS. (2015). Pertumbuhan Ekonomi Indonesia tahun 2014. from BPS Pusat
- Cheng, M.-Y., Tsai, H.-C., & Hsieh, W.-S. (2009). Web-based conceptual cost estimates for construction projects using Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model. *Automation in Construction*, 18, 164-172.
- Cheng, M.-Y., Tsai, H.-C., & Sudjono, E. (2010). Conceptual cost estimates using evolutionary fuzzy hybrid neural network for projects in construction industry. *Expert Systems with Applications*, 37, 4224-4231.
- Cheng, Y.-M. (2014). An Exploration into cost-influencing factors on construction projects. *International Journal of Project Management*, 32, 850-860.
- Cheung, F. K. T., Wong, M. W. L., & Skitmore, M. (2008). A study of clients' and estimators' tolerance towards estimating errors. *Construction Management and Economics*, 26, 349-362.
- Cheunga, F. K. T., & Skitmore, M. (2006). Application of cross validation techniques for modelling construction costs during the very early design stage *Building and Environment*, 41, 1973-1990.
- Datta, P. P., & Roy, R. (2010). Cost modelling techniques for availability type service support contracts: A literature review and empirical study. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 3(2), 142-157.
- Elfaki, A. O., Alatawi, S., & Abushandi, E. (2014). Using intelligents techniques in construction project cost

estimation: 10-years survey. *Advances in Civil Engineering*, 2014, 11 pages.

Elhag, T. M. S., Boussabaine, A. H., & Ballal, T. M. A. (2005). Critical determinant of construction tendering cost: Quantity surveyors standpoint. *International Journal of Project Management*, 23, 538-545.

Enshassi, A., Mohamed, S., & Madi, I. (2005). Factors affecting accuracy of cost estimation of building contracts in the Gaza Strip. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 10(2), 115-125.

Ferry, D., Brandon, P., Ferry, J., & Kirkham, R. (2010). *Cost Panning of Building*. Liverpool: 9th edition Blackwell publishing.

Flyvbjerg, B., Holm, M. S., & Buhl, S. (2002). Underestimating costs in public works project: error or lie? *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279-295.

Fortune, C. (2006). Process standardisation and impact of professional judgement on formulation of building project budget price advice. *Construction Management and Economics*, 24, 1091-1098.

Graham, D., & Smith, S. D. (2004). Estimating the productivity of cyclic construction operations using case-based reasoning. *Advanced Engineering Informatics*, 18, 17-28.

Gunaydin, H. M., & Dogan, S. Z. (2004). A neural network approach for early cost estimation of structural systems

of buildings. *International Journal of Project Management*, 22, 595-602.

Ji, S.-H., Park, M., & Lee, H.-S. (2010). Data Preprocessing–Based Parametric Cost Model for Building Projects: Case Studies of Korean Construction Projects. *Journal Construction Engineering Management*, 138(8), 844-853.

Kim, G. H., Seo, D. S., & Kang, K. I. (2005). Hybrid models of neural networks and genetic algorithms for predicting preliminary cost estimates. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 19(2), 208-213.

Kothari, C. R. (2004). *Research Methodology: Method and Techniques*. New Delhi: New Age International (P) Ltd.

Leech, N. L., Barret, K. C., & Morgan, G. A. (2011). *IBM SPSS for Intermediate Statistics*. New York, NY 10017: Routledge, Taylor & Francis Group.

Li, H., & Shen, Q. P. (2005). Cost modelling of office buildings in Hong Kong: an exploratory study. *Facilities*, 23(9/10), 438-452.

Liu, L., & Zhu, K. (2007). Improving cost estimates of construction projects using phased cost factors. *Journal of Construction Engineering and Management*.

Lowe, D. J., Emsley, M. W., & Anthony, H. (2006). Predicting Construction Cost Using Multiple Regression Techniques. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(7), 750-758.

- Moon, S. W., Kim, J. S., & Kwon, K. N. (2007). Effectiveness of OLAP-based cost data mangement. *Automation in Construction*, 16, 336-344.
- Phaobunjong, K. (2002). *Parametric Cost Estimation Model for Conceptual Cost Estimation of Building Consruction Project*. Retrieved from Texas:
- Riquelme, P., & Serpell, A. (2013). Adding qualitative context factors to analogy estimating of construction projects. *Social and Behavioral Sciences*, 74, 190-202.
- Rush, C., & Roy, R. (2001a). Expert judgement in cost estimating: Modelling the reasoning process. *Concurrent Engineering*, 9(4), 271-284.
- Shane, J. S., Molenaar, Anderson, S. R., & Schexnayder. (2009). Construction project cost escalation factors. *Journal of Management in Engineering*, 25(4), 221-229.
- Skitmore, M. (1991). *Early stage construction price forecasting: a review of performance*. RICS London.
- Sonmez, R. (2004). Conceptual cost estimation of building project with regression analysis and neural network. *Canadian Journal Civil Engineering*, 31, 677-683.
- Sonmez, R. (2008). Parametric range estimating of building costs using regression models and bootstrap. *Journal Construction Engineering Management*, 134, 1011-1016.
- Sonmez, R. (2011). Range estimation of construction costs using neural networks with bootstrap prediction

intervals. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9913-9917.

Stoy, C., Pollalis, S., & Schalcher, H.-R. (2008). Drivers for cost estimating in early design: case study of residential construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(1), 32-39.

Toh, T. C., Ting, C., Ali, K.-N., & Aliagha, G.-U. (2012). Critical cost factor of building construction projects in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 57, 360-367.

Trost, S. M., & Oberlender, G. D. (2003). Predicting Accuracy of Early Cost Estimates Using Factor Analysis and Multivariate Regression. *Journal Construction Engineering Management*, 129, 198-204.

LAMPIRAN A
(Significant Value between Variables)

		Cost per GFA	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
Sig. (1-tailed)	Cost/ GFA															
	X1	0.000**														
	X2	0.000**	.000													
	X3	0.000**	.000	.000												
	X4	0.090	.106	.002	.433											
	X5	0.080	.000	.000	.000	.114										
	X6	0.001**	.000	.007	.011	.235	.026									
	X7	0.231	.283	.326	.198	.399	.030	.100								
	X8	0.000**	.001	.000	.000	.047	.001	.037	.088							
	X9	0.030	.128	.100	.114	.225	.423	.137	.418	.025						
	X10	0.001**	.036	.139	.096	.284	.235	.260	.092	.034	.108					
	X11	0.001**	.000	.000	.000	.424	.000	.011	.217	.009	.434	.106				
	X12	0.374	.357	.379	.344	.246	.303	.098	.435	.083	.282	.000	.029			
	X13	0.007**	.149	.018	.027	.121	.119	.025	.133	.000	.001	.006	.435	.011		
	X14	0.000**	.000	.000	.000	.065	.000	.000	.147	.000	.426	.026	.000	.227	.001	

LAMPIRAN B
Similarity to Correlation Coefficients for 14 variables

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
Constant	-486956.10	6046574.66		-.081	.936		
X1	76.91	65.63	.181	1.17	.246	.335	2.99
X2	93272.16	333963.56	.316	.28	.781	.006	160.70
X3	-387067.71	1377345.12	-.299	-.28	.780	.007	141.76
X4	-125807.76	888266.58	-.050	-.14	.888	.064	15.59
X5	-177.68	94.30	-.307	-1.88	.064	.301	3.32
X6	207454.12	255239.47	.121	.81	.419	.357	2.80
X7	-245228.92	1144119.35	-.022	-.21	.831	.780	1.28
X8	-198852.48	115166.71	-.235	-1.72	.089	.429	2.33
X9	385103.58	183948.92	.258	2.09	.040	.526	1.90
X10	496311.01	296890.60	.177	1.67	.099	.708	1.41
X11	56017.46	96539.47	.069	.58	.564	.569	1.756
X12	517072.07	923364.15	.061	.56	.577	.672	1.489
X13	35438.37	52603.98	.089	.67	.503	.457	2.189
X14	177302.36	59817.10	.488	2.96	.004	.294	3.396