



**MODEL ESTIMASI BIAYA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG
LABORATORIUM 6 LANTAI UNIVERSITAS JEMBER
MENGUNAKAN *COST SIGNIFICANT MODEL***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Jember

Oleh :

Amaliyah Tulus Rahmatin

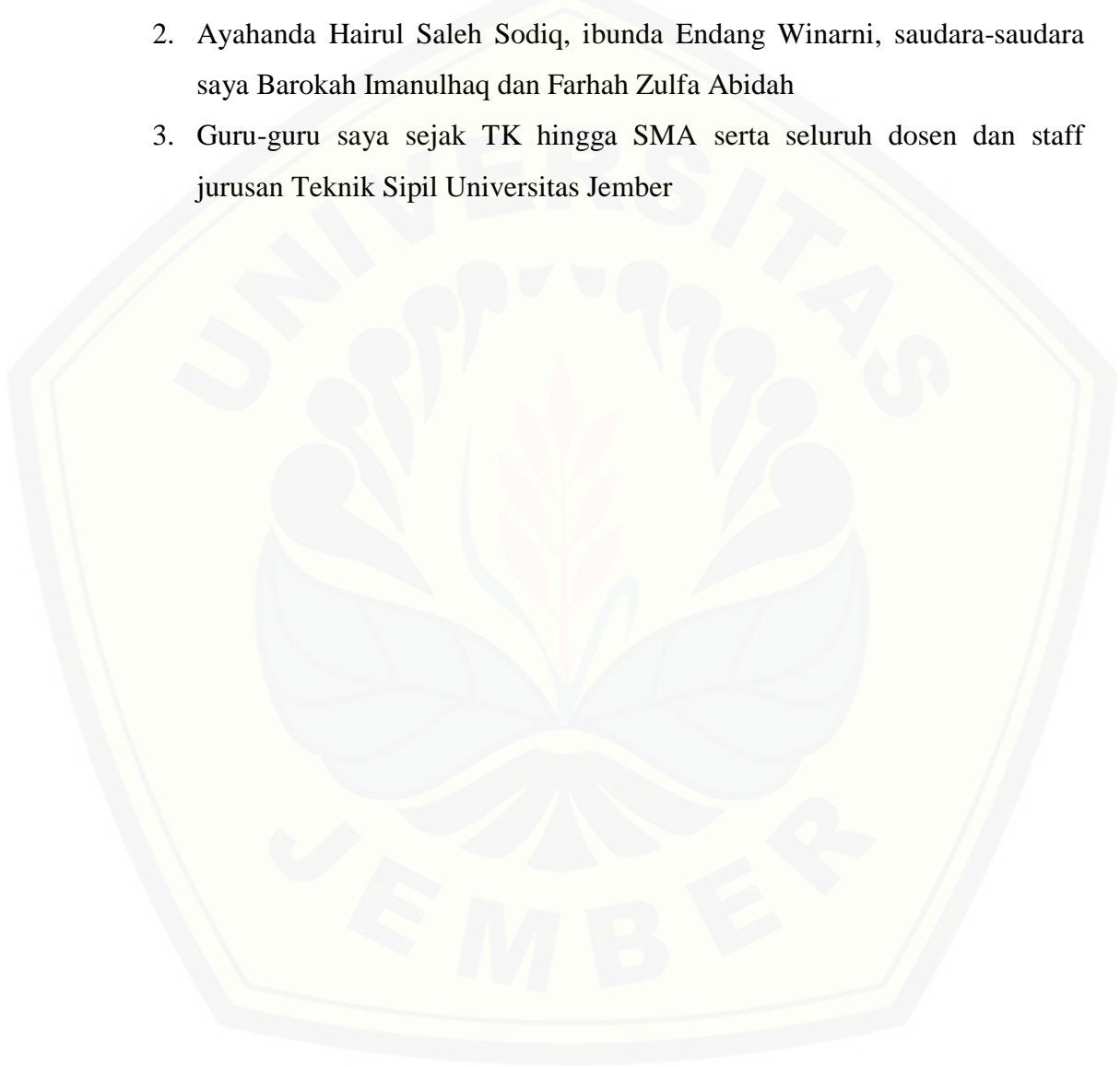
NIM. 151910301090

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, saya persembahkan karya ini kepada:

1. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
2. Ayahanda Hairul Saleh Sodiq, ibunda Endang Winarni, saudara-saudara saya Barokah Imanulhaq dan Farhah Zulfa Abidah
3. Guru-guru saya sejak TK hingga SMA serta seluruh dosen dan staff jurusan Teknik Sipil Universitas Jember



MOTTO

Man Shabara Zhafira.
(Pepatah Arab)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Amaliyah Tulus Rahmatin

NIM : 151910301090

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Model Estimasi Biaya Proyek Konstruksi Gedung Laboratorium 6 Lantai Menggunakan Cost Significant Model*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Oktober 2019
Yang menyatakan,

Amaliyah Tulus Rahmatin
NIM. 151910301090

SKRIPSI

**MODEL ESTIMASI BIAYA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG
LABORATORIUM 6 LANTAI UNIVERSITAS JEMBER
MENGUNAKAN *COST SIGNIFICANT MODEL***

Oleh :

Amaliyah Tulus Rahmatin
NIM. 151910301090

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng.
Dosen Pembimbing Anggota : Syamsul Arifin, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Model Estimasi Biaya Proyek Konstruksi Gedung Laboratorium 6 Lantai Universitas Jember Menggunakan Cost Significant Model*” karya Amaliyah Tulus Rahmatin telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Selasa, 29 Oktober 2019

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng.
NIP. 19760111 200012 1 002

Syamsul Arifin, S.T., M.T.
NIP. 19690709 199802 1 001

Tim Penguji,

Penguji Utama,

Penguji Anggota,

Anita Trisiana, S.T., M.T.
NIP. 19800923 201504 2 001

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP. 19731015 199802 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.
NIP. 19661215 195503 2 001

RINGKASAN

MODEL ESTIMASI BIAYA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG LABORATORIUM 6 LANTAI UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN *COST SIGNIFICANT MODEL*; Amaliyah Tulus Rahmatin, 151910301090, 2019; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Estimasi biaya pada tahap awal perencanaan atau tahap konseptual menjadi sangat penting terutama bagi *owner*. Hal ini menjadi sangat penting bagi *owner* untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan serta sebagai dasar dalam menyusun anggaran. Salah satu cara untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan, dapat menggunakan model matematis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model estimasi biaya gedung laboratorium 6 (enam) lantai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Cost Significant Model* dengan menggunakan analisis regresi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga tiap-tiap pekerjaan, yaitu harga pekerjaan persiapan, struktur, arsitektur, MEP, dan infrastruktur.

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, didapatkan persamaan $Y = -6200026,76 + 3,2647432 X_2$, dengan Y adalah harga bangunan gedung laboratorium 6 lantai (Rp/m²) dan X₂ adalah harga pekerjaan struktur (Rp/m²). Dari model matematis tersebut, tingkat kesalahan model dapat dihitung dengan membagi selisih antara biaya estimasi dan biaya aktual dengan biaya aktual. Didapatkan persentase tingkat kesalahan untuk bangunan gedung *Engineering Biotechnology* adalah 0,612%, *Laboratory For Plant and Natural Medicine* adalah 0,239%, *Laboratory Natural Science and Food Technology* adalah 0,473% dan -1,324% untuk *Laboratory For Health Science*. Persentase tingkat kesalahan dari model estimasi biaya gedung laboratorium 6 (enam) lantai Universitas Jember berkisar antara 0,239% hingga 0,612% dengan rata-rata 0,411% untuk yang bernilai positif dan 1,324% untuk yang bernilai negatif.

SUMMARY

COST ESTIMATION MODEL CONSTRUCTION PROJECT OF 6-FLOOR LABORATORY BUILDING UNIVERSITY OF JEMBER USING *COST SIGNIFICANT MODEL*; Amaliyah Tulus Rahmatin, 151910301090, 2019; Majoring in Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Cost estimation at the initial planning stage or conceptual stage becomes very important especially for the owner. This becomes very important for the owner to know the costs required as a basis for preparing a budget. One of a way to find out the cost needed, can use a mathematical model.

The purpose of this study was to determine the estimated model cost of a 6-floor laboratory building. The method used in this study is the Cost Significant Model using regression analysis. The variables used in this study are the price of each job, namely the price of preparatory, structure, architecture, MEP, and infrastructure.

Based on the results of the analysis conducted, the equation is $Y = -6200026.76 + 3.2647432 X_2$, where Y is cost of a 6-floor laboratory building (Rp/m²) and X₂ is cost of structural work (Rp/m²). From the mathematical model, the error estimate of the model can be calculated by dividing the difference between estimated cost and actual cost with actual cost. Obtained the percentage of error estimate for *Biotechnology Engineering* is 0.612%, *Laboratory for Plant and Natural Medicine* is 0.239%, *Laboratory for Natural Science and Food Technology* is 0.473% and -1.332% for *Laboratory For Health Science*. The percentage of error estimate from the estimated cost of the 6-floor laboratory building at the University of Jember ranged from 0.239% to 0.612% with an average of 0.411% for the positive value and 1.324% for the negative value.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir yang berjudul “*Model Estimasi Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Laboratorium 6 Lantai Menggunakan Cost Significant Model*” dapat terselesaikan. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

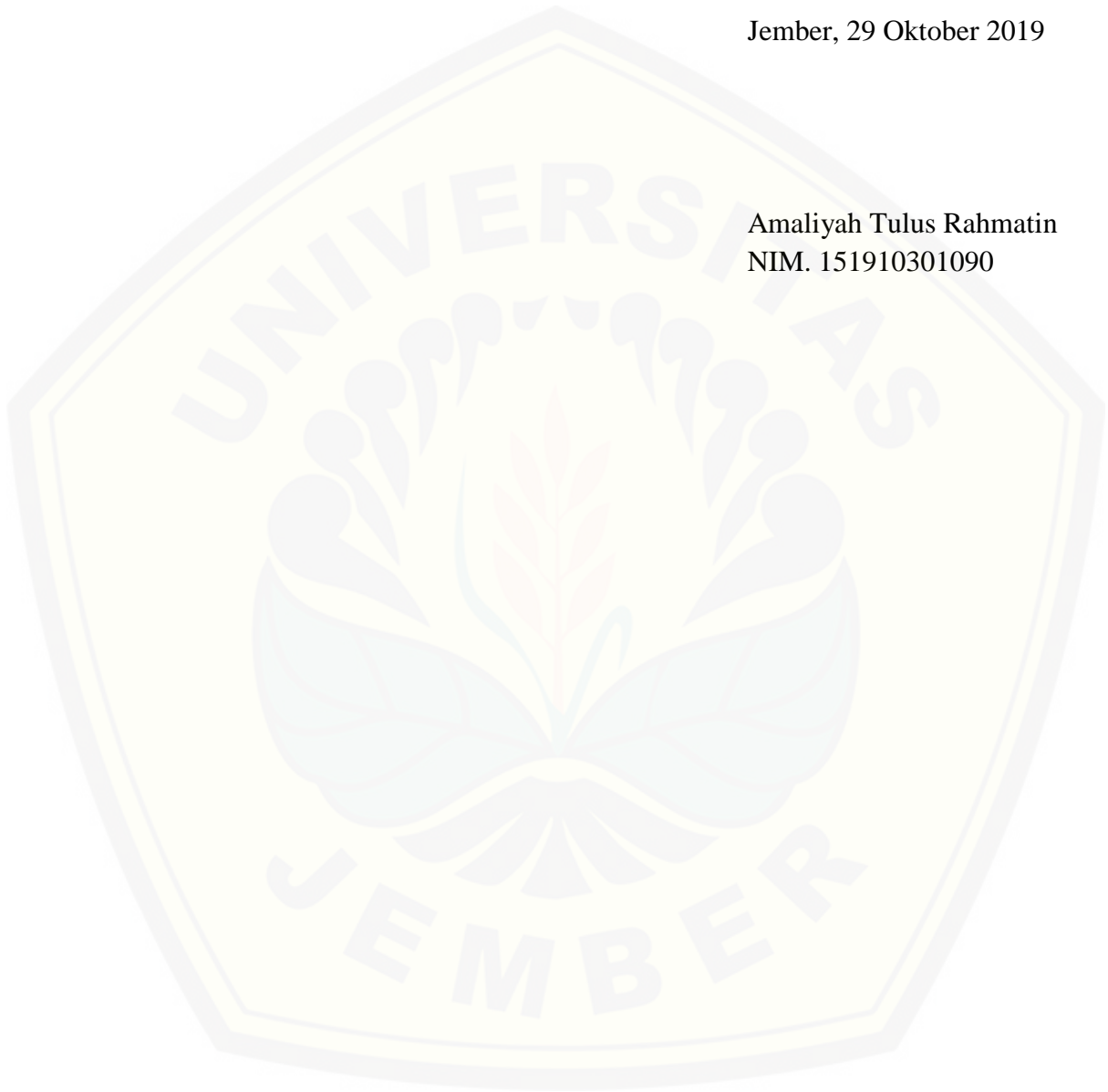
Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang senantiasa memberikan perhatian, bimbingan, dan petunjuk baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini pula, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Henu Suyoso, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng. dan Syamsul Arifin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Anita Trisiana, S.T., M.T. dan Dwi Nurtanto, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan menuju lebih baik dan masukan yang bermanfaat.
5. Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan semangat dan dorongan selama menjalani masa perkuliahan.
6. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dalam segala kekurangan dan kelebihan tugas akhir ini penulis berharap adanya saran dan kritik yang membangun. Akhirnya, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 29 Oktober 2019

Amaliyah Tulus Rahmatin
NIM. 151910301090

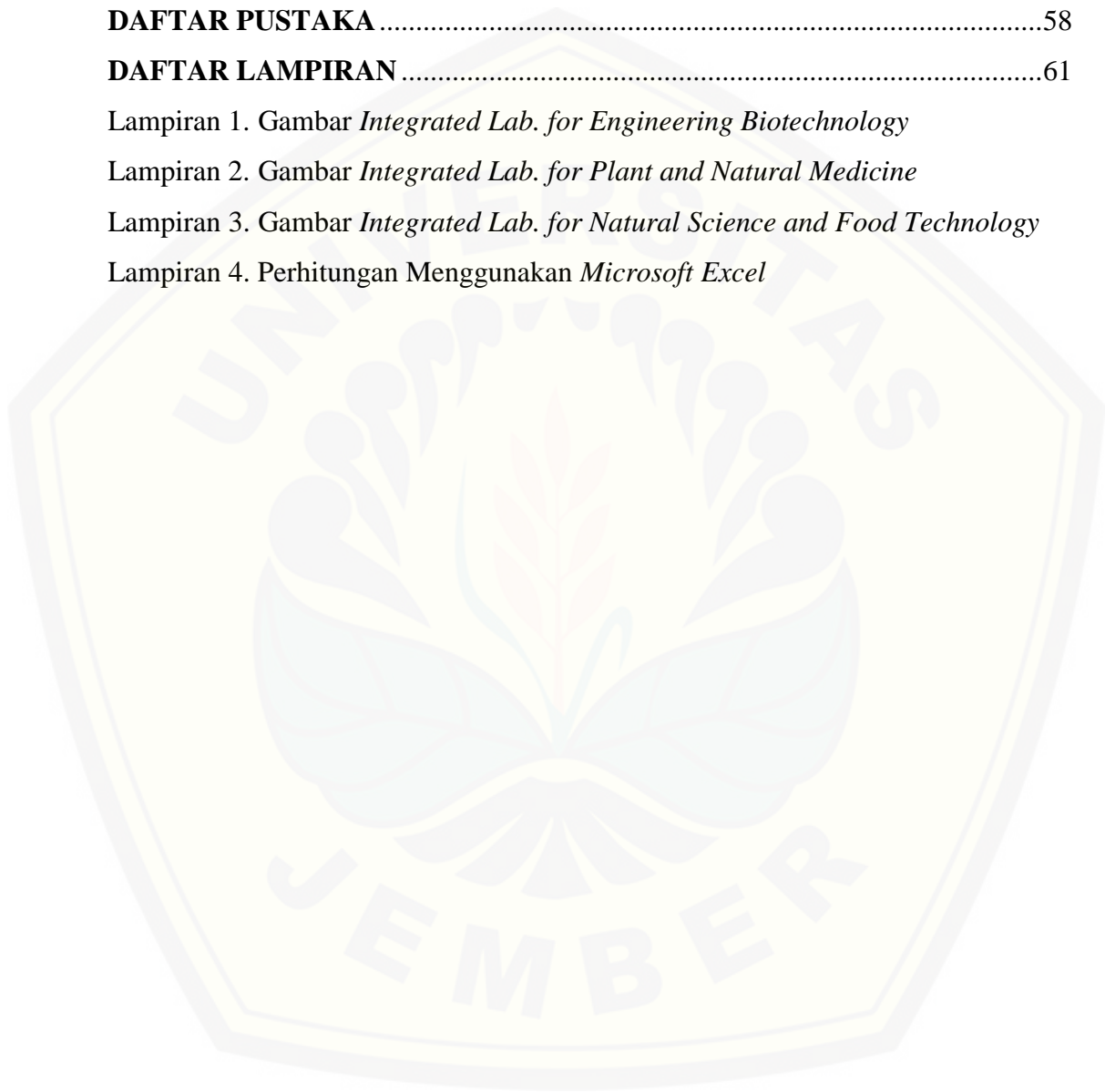


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
LEMBAR PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Estimasi Proyek Konstruksi	7
2.2.1 Jenis Estimasi Biaya Proyek Konstruksi.....	9
2.2.2 Metode Estimasi Biaya Proyek Konstruksi	11
2.2.3 Tingkat Keakurasian Estimasi Biaya Proyek	13
2.2.4 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proyek Konstruksi	14
2.3 Estimasi Biaya Konseptual	17
2.3.1 Tingkat Estimasi Biaya Tahap Konseptual.....	18

2.3.2 Karakteristik Estimasi Biaya Tahap Konseptual.....	19
2.3.3 Proses Estimasi Biaya Tahap Konseptual.....	20
2.3.4 Kualitas Estimasi Biaya Tahap Konseptual	22
2.4 Bangunan Gedung Negara	24
2.5 Pembiayaan Pembangunan Bangunan Gedung Negara	25
2.6 Dasar Perhitungan Metode Parametrik	29
2.7 Tahapan <i>Cost Significant Model</i>	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Populasi dan Sampel	32
3.2 Pengumpulan Data	33
3.3 Variabel Penelitian	33
3.4 Tahapan Penelitian	33
3.4.1 <i>Cost Significant Items</i>	34
3.4.2 Uji Normalitas	34
3.4.3 Analisis Data	34
3.4.4 <i>Cost Model Factor (CMF)</i>	34
3.4.5 Tingkat Kesalahan Model	35
3.5 Analisis Data	35
3.5.1 Regresi Linier	35
3.5.2 Korelasi (r)	37
3.5.3 Korelasi Parsial (r_{γ}).....	37
3.5.4 Koefisien Determinasi (r^2).....	38
3.5.5 Uji t.....	39
3.5.6 Analisis Ragam	40
3.6 Diagram Alir Penelitian	41
3.7 Rencana Penelitian	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Data Proyek.....	44
4.2 Pengolahan Data.....	46
4.3 Analisis Data	51
4.4 Pengujian Model	54

4.5 Aplikasi Model.....	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
DAFTAR LAMPIRAN.....	61
Lampiran 1. Gambar <i>Integrated Lab. for Engineering Biotechnology</i>	
Lampiran 2. Gambar <i>Integrated Lab. for Plant and Natural Medicine</i>	
Lampiran 3. Gambar <i>Integrated Lab. for Natural Science and Food Technology</i>	
Lampiran 4. Perhitungan Menggunakan <i>Microsoft Excel</i>	

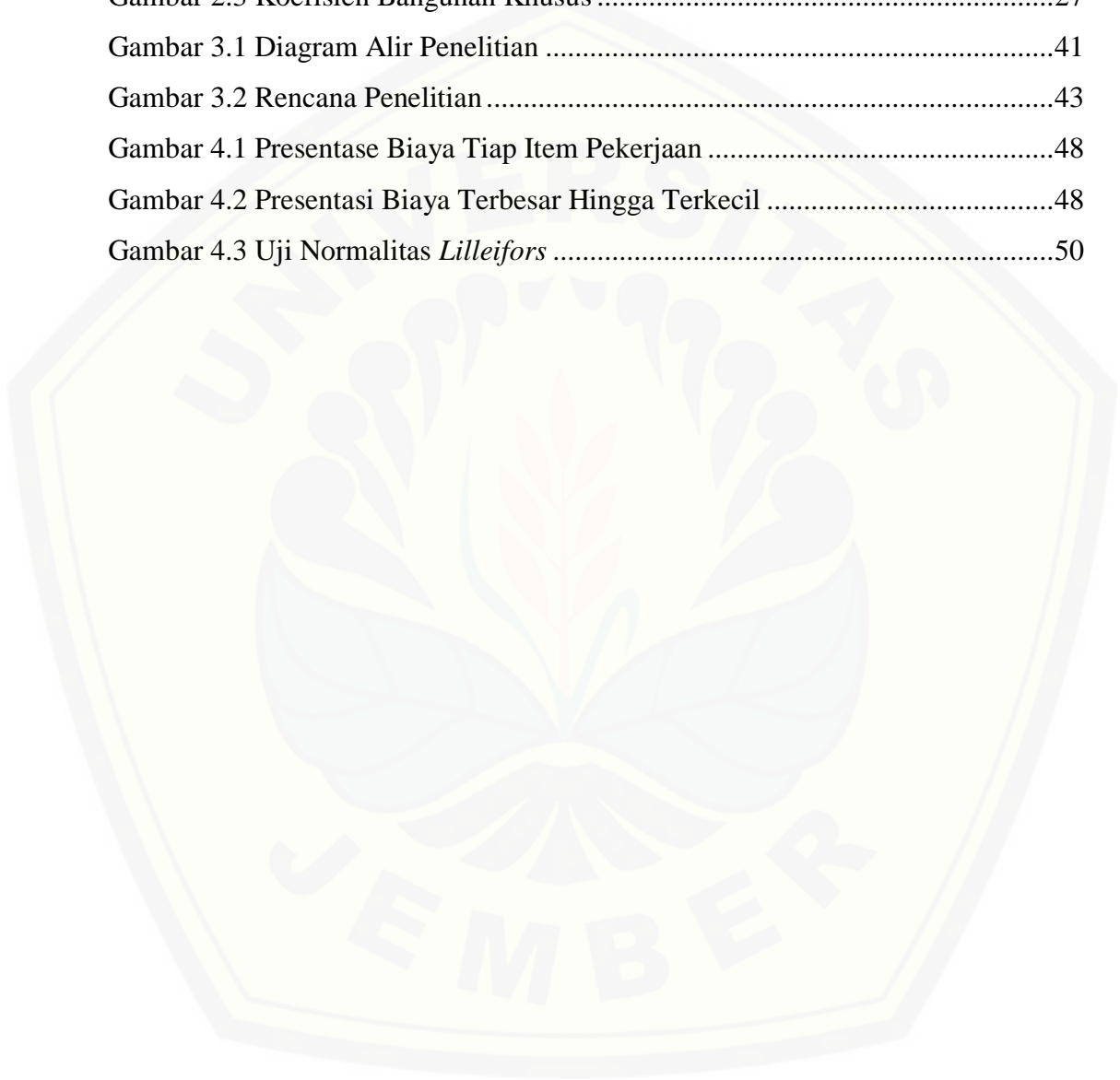


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 4.1 Data Tahun dan Luas Bangunan	45
Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Biaya Proyek	45
Tabel 4.3 Biaya Proyek	46
Tabel 4.4 Harga Satuan per m ²	46
Tabel 4.5 Proporsi Komponen Biaya	47
Tabel 4.6 Kumulatif Proporsi Tiap Item Pekerjaan	49
Tabel 4.7 Uji Normalitas <i>Lilliefors</i>	50
Tabel 4.8 Nilai Korelasi <i>Pearson</i>	52
Tabel 4.9 Nilai Korelasi Parsial	53
Tabel 4.10 Nilai <i>Cost Model Factor</i>	54
Tabel 4.11 Biaya Estimasi	55
Tabel 4.12 Presentase Tingkat Kesalahan Model	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prosentase Komponen Pekerjaan	26
Gambar 2.2 Koefisien Jumlah Lantai.....	27
Gambar 2.3 Koefisien Bangunan Khusus	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 3.2 Rencana Penelitian	43
Gambar 4.1 Presentase Biaya Tiap Item Pekerjaan	48
Gambar 4.2 Presentasi Biaya Terbesar Hingga Terkecil	48
Gambar 4.3 Uji Normalitas <i>Lilleifors</i>	50



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 3.1 Rumus Regresi Linier Sederhana	35
Persamaan 3.2 Rumus Nilai Konstanta (a)	35
Persamaan 3.3 Rumus Nilai Koefisien (b).....	35
Persamaan 3.4 Rumus Regresi Linier Dua Variabel.....	35
Persamaan 3.5 Rumus Regresi Linier Tiga Variabel.....	35
Persamaan 3.6 Rumus Regresi Linier n Variabel	35
Persamaan 3.7 Rumus Nilai Koefisien (b1).....	36
Persamaan 3.8 Rumus Nilai Koefisien (b2).....	36
Persamaan 3.9 Rumus Nilai Konstanta (a)	36
Persamaan 3.10 Rumus Nilai Koefisien (b1).....	36
Persamaan 3.11 Rumus Nilai Koefisien (b2).....	36
Persamaan 3.12 Rumus Nilai Koefisien (b3).....	36
Persamaan 3.13 Rumus Nilai Konstanta (a)	36
Persamaan 3.14 Rumus Nilai ($\sum x_i^2$).....	36
Persamaan 3.15 Rumus Nilai ($\sum y^2$).....	36
Persamaan 3.16 Rumus Nilai ($\sum x_i y$).....	36
Persamaan 3.17 Rumus Nilai ($\sum x_i x_j$)	37
Persamaan 3.18 Rumus Nilai Korelasi <i>Pearson</i>	37
Persamaan 3.19 Rumus Nilai Korelasi Parsial.....	38
Persamaan 3.20 Rumus Nilai Koefisien Determinasi	38
Persamaan 3.21 Rumus Uji t.....	39
Persamaan 3.22 Rumus Nilai Rerata Sampel.....	39
Persamaan 3.23 Rumus Simpangan Baku Sampel.....	39
Persamaan 3.24 Rumus Analisis Ragam.....	40
Persamaan 4.1 Model Estimasi Biaya Gedung Laboratorium 6 Lantai	54

BAB I PENDAHULUAN

Sektor industri konstruksi di Indonesia dewasa ini mengalami perkembangan yang cukup pesat. Hal ini menunjukkan bahwa sektor industri konstruksi mempunyai prospek yang baik di masa yang akan datang. Perkembangan sektor industri konstruksi sangat ditentukan oleh pihak-pihak yang terlibat di dalamnya, dalam hal ini adalah *owner*, konsultan, dan kontraktor.

1.1 Latar Belakang

Tiap-tiap pihak memiliki tugas dan wewenang masing-masing. *Owner* adalah seseorang atau instansi yang memiliki pekerjaan/proyek dan memberikannya kepada pihak lain, yaitu konsultan dan kontraktor. Konsultan merupakan orang/badan yang di tunjuk oleh *owner* untuk melakukan perencanaan dan pengawasan. Namun pihak *owner* tetap berkewajiban untuk menyediakan biaya perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut. Sedangkan kontraktor adalah orang/badan yang melaksanakan pekerjaan proyek konstruksi.

Dalam tahap awal (konseptual) suatu proyek konstruksi, pihak *owner* membutuhkan estimasi biaya kontrak total sebagai dasar penyusunan anggaran proyek. Akan tetapi, estimasi tidak dapat didasarkan pada perhitungan kuantitas (volume) pekerjaan karena uraian dan spesifikasi pekerjaan belum tersusun. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi biaya pada tahap awal perencanaan proyek berdasarkan data historis proyek terdahulu.

Ada beberapa metode tradisional yang dapat digunakan untuk mengestimasi biaya konseptual, diantaranya adalah: metode analogi, metode unit, dan metode parametrik. Metode parametrik merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi biaya berdasarkan parameter-parameter fisik yang ada. Konsep yang sama digunakan dalam *Cost Significant Model*.

Metode ini menggunakan data historis dari proyek terdahulu kemudian menggunakannya untuk memprediksi jumlah biaya total proyek yang akan

dibangun berdasarkan pengelompokan tiap-tiap item pekerjaan yang signifikan. Metode ini tetap dapat digunakan meskipun tahun pelaksanaan proyek berbeda.

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan metode dalam mengestimasi biaya pada tahap awal perencanaan, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh I Nyoman Yudha Astana. Pada jurnalnya yang berjudul “Estimasi Konstruksi Gedung Dengan *Cost Significant Model*” pada tahun 2017.

Dari penelitian yang dilakukan oleh I Nyoman Yudha Astana, faktor pekerjaan yang signifikan memengaruhi biaya pembangunan gedung adalah pekerjaan beton, pekerjaan kap, pekerjaan *finishing/style* Bali, serta pekerjaan pintu dan jendela. Penelitian tersebut juga memiliki nilai penyimpangan rata-rata model yang relatif kecil.

Menurut Cheng & Wu (2008) estimasi biaya pada tahap awal konstruksi memberikan dasar perencana untuk mengevaluasi kelayakan proyek dalam tahap perencanaan konseptual. Ini berarti estimasi biaya konseptual merupakan hal fundamental bagi kesuksesan suatu proyek. Namun, belum banyak model matematis yang dapat digunakan untuk mengestimasi biaya pada tahap awal perencanaan proyek khususnya bangunan gedung laboratorium.

Peneliti bermaksud untuk membuat suatu model matematis bangunan gedung laboratorium 6 (lantai) yang sederhana, cepat, mudah, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan sehingga dapat digunakan sebagai gambaran awal jumlah biaya total (biaya bangunan), yaitu dengan judul penelitian “Model Estimasi Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Laboratorium 6 Lantai Universitas Jember Menggunakan *Cost Significant Model*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model matematis estimasi biaya proyek konstruksi gedung laboratorium 6 (enam) lantai menggunakan *Cost Significant Model*?
2. Bagaimana tingkat kesalahan model matematis estimasi biaya proyek konstruksi gedung laboratorium 6 (enam) lantai menggunakan *Cost Significant Model*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghasilkan model matematis estimasi biaya proyek konstruksi gedung laboratorium 6 (enam) lantai menggunakan *Cost Significant Model*.
2. Untuk mengetahui tingkat kesalahan model matematis estimasi biaya proyek konstruksi gedung laboratorium 6 (enam) lantai menggunakan *Cost Significant Model*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya tujuan dari penelitian ini, maka adapun manfaat dari penelitian ini bagi beberapa pihak yang terlibat, yakni:

1. Bagi Peneliti
Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan ilmu tentang cara mengestimasi biaya suatu proyek.
2. Bagi Akademisi
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagi *Owner*/Pemilik proyek

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal biaya yang diperlukan dalam suatu proyek sebagai dasar penyusunan anggaran.

1.5 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dikhususkan pada bangunan gedung laboratorium 6 lantai proyek Universitas Jember:
 - a. *Laboratory For Engineering Biotechnology*
 - b. *Laboratory For Plant and Natural Medicine*
 - c. *Laboratory For Health Science*
 - d. *Laboratory Natural Science and Food Technology*
2. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas (komponen biaya tiap item pekerjaan) dan variabel terikat (jumlah biaya per m²)
3. Tidak mengikutsertakan item pekerjaan genset
4. Item-item pekerjaan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi 5 (lima): pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, pekerjaan MEP, dan pekerjaan infrastruktur
5. Tidak perlu melakukan normalisasi biaya karena tahun pelaksanaan proyek konstruksi sama
6. Total biaya konstruksi hanya biaya bangunan fisik saja, di luar biaya pembebasan lahan, perhitungan harga tanah, pajak, pemeliharaan, perbaikan gedung, dan biaya finansial lainnya
7. Penelitian ini menggunakan program bantu *Microsoft Excel*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang digunakan untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan. Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan teori dan metode yang sesuai. Oleh karena itu, dilakukan studi literatur untuk membandingkan hasil dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan agar sesuai dengan hasil yang diharapkan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Salah satu metode yang sedang dikembangkan oleh para ahli adalah metode parametrik. Metode parametrik adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi biaya konseptual. Secara konsep, metode parametrik sama dengan metode *Cost Significant Model*, hanya saja parameter yang digunakan dalam *Cost Significant Model* adalah parameter dengan biaya yang signifikan atau yang paling berpengaruh terhadap jumlah biaya total.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode Analisis	Variabel Penelitian
1	Hence S. D. Roring, Bonny F. Sompie, Robert J. M. Mandagi (2014)	Model Estimasi Biaya Konseptual Konstruksi Bangunan Gedung dengan Metode Parametrik	Metode Parametrik	Luas lantai (X1), jumlah tingkat (X2), tinggi bangunan (X3), tipe pondasi (X4), <i>finishing grade</i> (X5), durasi pelaksanaan (X6), biaya (Y)

Tabel 2.1 (Sambungan)

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode Analisis	Variabel Penelitian
2	Afrizal (2014)	Pemodelan Estimasi Biaya Parametrik Pada Awal Bangunan Gedung Akibat Gempa	Metode Parametrik	Total luas lantai (X1), total jumlah lantai (X2), beban gempa (X3), biaya total (Y)
3	Abu Bakar (2014)	Estimasi Biaya dengan Menggunakan “ <i>Cost Significant Model</i> ” pada Pekerjaan Jembatan Rangka Baja di Proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan Provinsi Jawa Timur	<i>Cost Significant Model</i>	Biaya pekerjaan mobilisasi (X1), biaya pekerjaan drainase (X2), biaya pekerjaan tanah (X3), biaya pekerjaan beton (X4), biaya pekerjaan tulangan (X5), biaya pekerjaan pondasi (X6), biaya pengadaan bangunan atas (X7), biaya pemasangan bangunan atas (X8), biaya pekerjaan pasangan batu bata (X9), biaya pekerjaan pengembalian kondisi dan pekerjaan minor (X10), jumlah nilai pekerjaan/ <i>real cost</i> (Y)

Tabel 2.1 (Sambungan)

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode Analisis	Variabel Penelitian
4	I Nyoman Yudha Astana (2017)	Estimasi Biaya Konstruksi Gedung dengan <i>Cost Significant Model</i>	<i>Cost Significant Model</i>	Pekerjaan persiapan (X1), pekerjaan tanah (X2), pekerjaan pemasangan bata (X3), pekerjaan plesteran (X4), pekerjaan beton (X5), pekerjaan kap (X6), pekerjaan dinding dan lantai (X7), pekerjaan pintu dan jendela (X8), pekerjaan plafond (X9), pekerjaan sanitasi (X10), pekerjaan ME (X11), pekerjaan <i>finishing/style</i> Bali (X12), biaya pembangunan gedung (Y)

2.2 Estimasi Biaya Proyek Konstruksi

Menurut *National Estimating Society United State of America*, definisi estimasi biaya ialah seni memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Estimasi biaya merupakan prediksi biaya-biaya yang mungkin terjadi dari suatu proyek dengan ruang lingkup yang sudah diberikan, di mana proyek harus diselesaikan di lokasi yang telah ditentukan dan waktu yang telah ditetapkan (Dysert, 2005).

Estimasi dibutuhkan pada saat proses perencanaan, disaat keputusan-keputusan *preliminary* mengenai proyek harus ditentukan, kemudian selanjutnya dibutuhkan untuk penyusunan anggaran, lalu estimasi juga dibutuhkan pada tahap *development* proyek baik dalam proses desain maupun pembangunan (Shottlander, 2006).

Menurut *American Association of Cost Engineering*, estimasi biaya perlu dibedakan atau diklasifikasikan, sesuai dengan tingkatan definisi proyek itu sendiri. Yang nantinya pengklasifikasian itu bertujuan untuk:

- a. Sebagai panduan untuk memudahkan dalam menyediakan dasar sebagai bahan perbandingan dan mengkorelasikan karakteristik utama yang umum dipakai dalam pengklasifikasian estimasi biaya.
- b. Menggunakan tingkatan definisi proyek sebagai karakteristik dominan dalam mengkategorikan estimasi.
- c. Meningkatkan komunikasi antara seluruh stakeholder yang terlibat dalam proses persiapan, evaluasi, serta mencegah mis-interpretasi estimasi biaya atas kesalahan penafsiran atau kesalahan penggunaan estimasi. (Shottlander, 2006).

Estimasi biaya dilakukan beberapa kali selama perencanaan maupun saat proyek berlangsung. Estimasi pada tiap tahap, akan sangat mempengaruhi performa estimasi tahap berikutnya. Pada tahap pertama, estimasi biaya dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek atau investasi, selanjutnya estimasi biaya berkembang, yaitu memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas dalam merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan, maupun waktu (Soeharto, 1999).

Di dalam dunia konstruksi, estimasi biaya adalah bagian yang sangat penting. Estimasi biaya digunakan oleh konsultan untuk menyusun biaya bagi klien/*owner*, yang kemudian akan digunakan sebagai patokan. Estimasi juga digunakan untuk alasan moneter, bagi dasar perhitungan kebutuhan pendanaan kepada institusi finansial.

Selain itu estimasi biaya digunakan oleh kontraktor dalam antisipasi memenangkan kontrak proyek. Jika proyek berlanjut, estimasi juga dibuat untuk menghitung biaya aktual yang mana akan digunakan sebagai salah satu pedoman manajemen proyek (Shottlander, 2006).

Sebagai tambahan, fungsi estimasi biaya dalam dunia konstruksi menurut Pratt (1995), ialah:

- a. Untuk melihat apakah perkiraan biaya konstruksi dapat terpenuhi oleh biaya yang ada.
- b. Untuk mengatur aliran dana ketika pelaksanaan konstruksi sedang berjalan.
- c. Untuk kompetensi pada saat proses penawaran.

Estimasi biaya merupakan bagian dari kegiatan *engineering* dimana pengalaman dan pertimbangan teknis dipakai dalam mengaplikasikan ilmu pengetahuan khususnya masalah perkiraan biaya dan pengendalian biaya (Soeharto, 1999). Estimator harus mengetahui alur dan proses proyek secara spesifik, untuk mempersiapkan tipe estimasi yang akan dilakukan secara tepat. Langkah berikutnya ialah mengerti bagaimana proses proyek akan dibangun atau metode pembangunannya. Dari mulai *preliminary, engineering* desain, sampai pengadaan, hingga tahap konstruksi, lalu *start-up* dan *close-up*. Hal tersebut ialah kunci dari estimasi biaya suatu proyek yang sukses (Shottlander, 2006).

2.2.1 Jenis Estimasi Biaya Proyek Konstruksi

Estimasi biaya dilakukan beberapa kali selama perencanaan maupun saat proyek berlangsung. Estimasi pada tiap tahap, akan sangat mempengaruhi performa estimasi tahap berikutnya. Pada tahap pertama, estimasi biaya dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek atau investasi, selanjutnya estimasi biaya berkembang, yaitu memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas dalam merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan, maupun waktu (Soeharto, 1999).

Adapun Schexnayder dan Mayo (2003) mengklasifikasikan estimasi biaya sebagai berikut:

a. Estimasi untuk Perencanaan Konseptual

Estimasi pada tahap ini hanya berdasar pada informasi atau parameter yang sangat general seperti, ukuran konstruksi, mutu konstruksi yang diantisipasi, serta kegunaan bangunan. Pada estimasi tahap konseptual ini, *owner* harus menyediakan lingkup dokumen yang berfungsi sebagai basis dari mana estimasi tersebut dijalankan. Estimasi biaya konseptual digunakan untuk menentukan fisibilitas proyek dan mengembangkan *project financing*. Ekspektasi akurasi pada estimasi tahap ini ialah ± 15 sampai 20%.

b. Estimasi untuk Studi Kelayakan

Menggunakan informasi desain pendahuluan dan setelah lingkup proyek terdefinisi secara jelas, suatu estimasi untuk studi kelayakan dapat disiapkan. Item-item utama yang dibutuhkan dapat dicari biayanya dan menjadi input bagi estimasi. Dengan identifikasi lingkup proyek yang lebih baik tersebut, ekspektasi akurasi meningkat menjadi ± 10 sampai 15%.

c. Estimasi untuk *Engineering* dan Desain

Berdasarkan pada dokumen desain level skematik, kebutuhan utama proyek dapat diukur secara kuantitatif, dan tipe konstruksi dapat ditentukan. Contohnya kuantitas baja dalam ton, superstruktur menggunakan baja atau beton. Suatu estimasi dengan tingkat akurasi ± 5 sampai dengan 10% dapat disediakan pada tahap ini.

d. Estimasi untuk Konstruksi

Ini merupakan perhitungan biaya berdasarkan set lengkap dari dokumen kontrak. Estimasi untuk konstruksi dapat dibuat berdasarkan biaya rata-rata historis atau dengan mendata pekerja serta pekerjaan dan menghitung biaya produksi. Metode yang digunakan bergantung pada tipe konstruksi. Seperti contohnya, konstruksi tipe gedung lebih banyak menggunakan data historis untuk perhitungannya, sementara konstruksi jalan raya biasanya

mengacu pada produktivitas pekerjaan. Dalam tahap ini, ekspektasi akurasi ialah $\pm 5\%$.

e. Estimasi untuk *Change Order*

Estimasi ini dilakukan pada saat proyek telah berjalan yang diakibatkan oleh perubahan pekerjaan yang diminta oleh *owner* pada proyek.

2.2.2 Metode Estimasi Biaya Proyek Konstruksi

Untuk melakukan estimasi biaya, terdapat beberapa cara atau metode yang sesuai dengan informasi yang tersedia atau tahapan konstruksi. Menurut Dell'Isola (2002), metode estimasi biaya dapat dibagi menjadi 4 (empat) kategori utama, yaitu:

a. Metode Harga Unit Satuan

Metode harga unit satuan dapat juga dikategorikan menjadi pembagian empat kategori utama:

- Metode Akomodasi

Metode ini pada dasarnya merupakan metode dengan perhitungan kalkulasi dari biaya yang diperlukan dalam membangun suatu fasilitas berdasarkan major measure dari fasilitas tersebut. Seperti contohnya, estimasi biaya untuk sebuah tempat parkir. Perhitungan tersebut dapat didasarkan pada unit price luas parkir bagi tiap unit mobil yang kemudian dikalikan dengan kapasitas unit mobil yang tersedia pada tempat parkir tersebut.

- Metode Meter Kubik

Metode ini tidak biasa digunakan pada sistem estimasi biaya, kecuali untuk konstruksi yang identik dengan volume, seperti misalnya gudang penyimpanan. Berdasarkan sifat dari pengukurannya, metode meter kubik akan bersifat sensitif terhadap volume dari konstruksi dan varian yang mempengaruhinya. Negara-negara Eropa seperti Jerman sangat sering menggunakan metode ini sebagai perhitungan biaya konstruksi. Metode ini dapat juga efektif, namun cenderung rancu saat digunakan pada konstruksi umum.

- Metode Meter Persegi

Metode biaya per meter persegi merupakan metode yang paling sering digunakan di Amerika. Metode ini sangat sering digunakan baik pada proyek pemerintah maupun swasta. Meskipun efektif, metode meter persegi sangat bergantung pada bagaimana pengukuran bagi biaya per meter persegi tersebut dibuat pertama kalinya. Misalnya, unit biaya per meter persegi pada gedung kantor secara *net* dan secara *gross* sebenarnya memiliki perbedaan sekitar 30% atau 40%.

- Metode Area Fungsional

Metode area fungsional adalah metode estimasi biaya berdasarkan luas area dengan fungsi tertentu. Area fungsional ditentukan sesuai dengan ruang dengan masing-masing kegunaannya pada suatu bangunan; misalnya, pada sekolah, area fungsionalnya antara lain ruang kelas, kafetaria, gymnasium, dan lain-lain. Kelebihan metode ini dari metode meter persegi ialah variasinya terletak pada ruang sehingga estimasi dapat lebih sesuai.

b. Metode Parametrik

Metode ini mengutilisasi model yang telah terdeterminasi dari proyek sebelumnya dan menggunakannya untuk memprediksi biaya proyek yang akan dibangun. Pendekatan ini biasanya diaplikasikan pada proyek yang berulang dengan tipe yang serupa atau mirip lalu mereplikasi analisa teoritis dan harapannya pada proyek yang diinginkan. Pada prosesnya fasilitas statistik dapat dimanfaatkan sebagai alat prediksi dan *cost assessment* terutama pada sistem konstruksi yang rumit, seperti piping atau proses komponen. Namun pendekatan ini memiliki aplikasi yang paling sedikit di dunia konstruksi.

c. Analisa Biaya Sistem/Elemental

Sistem ini menjembatani pendekatan estimasi biaya tahap konseptual yang telah dijelaskan sebelumnya dengan estimasi survey berbasis kuantitas. Konsep dasar dari estimasi dengan pendekatan ini ialah dengan merinci konstruksi hingga komponen elemental, biasanya dengan basis UNIFORMAT. Saat informasi mengenai desain sangat terbatas, merupakan hal yang penting untuk bekerjasama dengan desainer, dalam membuat asumsi untuk menjadi basis estimasi. Data historis dari konstruksi setipe dapat digunakan sebagai basis estimasi menurut komponen atau elemen bangunannya. Langkah estimasi dengan metode ini ialah menyiapkan format elemental untuk suatu tipe konstruksi spesifik. Kemudian dapat dilakukan mekanisme pengkombinasian, seperti misalnya digunakan *cost* dari data historis untuk komponen bangunan tertentu, yang kemudian dikombinasikan dengan perhitungan biaya menurut sistem atau asembli bagian konstruksi tertentu, dan analisa biaya detail untuk bagian konstruksi tertentu.

d. Metode Survei Kuantitas

Metode survei kuantitas biasanya digunakan saat detail desain secara terinci tersedia dan estimator diharuskan untuk menghitung *cost* keseluruhan proyek atau paling tidak komponen utamanya. Dalam menentukan harga, dapat terdiri dari *unit price* seluruh bangunan, atau juga termasuk tenaga kerja, material dan alat. Tingkatan dari detail estimasi ialah individual unit pada tiap pekerjaan, agar dapat diketahui bagaimana pekerjaan akan dilaksanakan.

2.2.3 Tingkat Keakurasian Estimasi Biaya Proyek

Menurut Barrie dan Paulson (1992), keakuratan estimasi biaya tahap konseptual dipengaruhi langsung oleh keahlian dan pengalaman estimator dalam menganalisa rencana proyek yang minim akan informasi dan data. Tingkat akurasi dalam estimasi biaya merupakan hal yang penting terutama pada tahap awal estimasi.

Tingkat akurasi merupakan suatu tingkatan dari pengukuran atau perhitungan yang bervariasi terhadap nilai aktual yang terjadi. Akurasi dari suatu estimasi merupakan suatu indikasi dari tingkatan perkiraan biaya terhadap realisasi biaya proyek yang dikeluarkan pada saat proyek selesai (Dysert, 2005).

Tingkat ketersediaan informasi mengenai proyek mempengaruhi keakurasian estimasi biaya yang dilakukan pada tahapan tersebut. Tingkat akurasi tersebut sebanding dengan informasi yang tersedia, faktor risiko, dan ketidakpastian. Dengan mengetahui tingkatan estimasi beserta metode yang tepat, diharapkan estimasi biaya konstruksi dapat diantisipasi lebih awal dan biaya realisasi pun tidak jauh berbeda dengan apa yang telah diprediksikan.

Sebagaimana pendapat Sodikov (2005), tingkat keakurasian estimasi biaya meningkat seiring dengan berjalannya tahapan proyek yang diakibatkan oleh bertambahnya detail informasi yang tersedia. Sedangkan menurut Schottlander (2006), mengapa estimasi yang akurat itu penting karena tanpa keakuratan, pembuatan keputusan yang efektif hanyalah sebuah kompromi.

2.2.4 Faktor-faktor Yang Memengaruhi Proyek Konstruksi

Menurut Swinburne (1980), terdapat lima elemen yang dapat menentukan biaya konstruksi gedung. Elemen-elemen tersebut ialah tipe gedung, kompleksitas, kualitas gedung, dimensi gedung, dan lokasi gedung. Penjabaran kelima elemen tersebut ialah sebagai berikut:

a. Tipe Gedung

Tiap tipe gedung memiliki karakteristik yang berbeda yang pada akhirnya akan mempengaruhi biaya konstruksinya. Suatu hal yang tidak mungkin, misalnya, biaya per m² pada rumah sakit sama besarnya dengan biaya per m² gedung parkir. Alasan kenapa tipe gedung dapat mempengaruhi biaya gedung ialah fungsi dan okupansi dari gedung tersebut, yang pada akhirnya akan mempengaruhi standar pembangunan gedung (Helyar, 1978). Gedung dapat dibuat untuk tujuan residensial, komersil, industrial, edukasional, institusional, religi, dan rekreasional masing-masing dengan

kompleksitas yang berbeda sehingga range biaya konstruksi dapat bervariasi (Swinburne, 1980).

b. Kompleksitas

Menurut Swinburne (1980), kompleksitas gedung yang dapat mempengaruhi biaya konstruksi dapat dibagi menjadi:

a) Kompleksitas Akibat

Fungsi Berdasarkan tujuan gedung dibangun, gedung tersebut dapat memiliki tingkat kerumitan berbeda. Misalnya perbedaan konstruksi yang dimiliki antar gedung pabrik dengan fasilitas riset medikal. Untuk fasilitas laboratorium, biaya konstruksinya dapat melebihi bangunan fungsional lain karena requirement filtrasi, kontrol, dan kebersihannya biasanya ekstrim (Dell'Isola, 2002).

b) Kompleksitas Akibat Desain

Perimeter, bentuk, dan desain suatu gedung bisa dibuat simpel ataupun kompleks, dan hal ini dapat mempengaruhi biaya konstruksi dengan signifikan. Gedung dengan bentuk yang kompleks, memiliki benefit dari segi estetika namun secara bersamaan menambah biaya pembangunan. Misalnya gedung dengan *high-quality skin system*, dengan gelas atau batu, harus menambah biaya konstruksi karena dibutuhkan pekerja dengan *skill* khusus (Dell'Isola, 2002).

c. Mutu Gedung

Kualitas dari gedung merupakan fungsi dari desain yang diinginkan dengan biaya yang diinvestasikan bagi pembangunan gedung (Brandt, 1992). Menurut Swinburne (1980), kualitas gedung dapat didefinisikan dengan dua jenis, kualitas fisik dan kualitas desain. Kualitas fisik dihasilkan oleh material, peralatan, dan usaha konservasi lingkungan di sekitar site. Sedangkan kualitas desain lebih bersifat intangible, yaitu dihasilkan dengan imej gedung, kenyamanan, serta fitur-fitur lain dari gedung yang dimaksudkan untuk mengkondisikan suasana tertentu pada gedung. Kualitas-kualitas ini didesain dan dibangun oleh owner, arsitek,

dan konsultan struktur dari gedung tersebut. Kualitas desain biasanya disusun pada tahap *brainstorming* gedung, sementara kualitas fisik ditentukan seiring berjalannya waktu dalam menentukan detail konstruksi maupun arsitektur gedung. Beberapa owner terkadang memiliki keinginan spesifik mengenai kualitas gedung. Faktor-faktor kualitatif tersebut tidak hanya mempengaruhi biaya bahan dan material, namun juga dalam pembangunannya. Semakin tinggi penawaran dari suatu gedung semakin tinggi pula biayanya.

d. Ukuran Gedung

Merupakan hal yang jelas bahwa ukuran gedung mempengaruhi besar biaya konstruksi. Bisa dibilang ukuran gedung merupakan elemen utama dari biaya konstruksi gedung. Pertimbangan mengenai ukuran, biasanya telah ditentukan di tahap awal konstruksi, dan secara langsung mempengaruhi biaya konstruksi gedung. Selanjutnya keputusan tersebut akan mempengaruhi metode konstruksi dan material gedung yang masing-masing memiliki dampak berbeda pada biaya konstruksi (Helyar, 1980). Salah satu elemen konstruksi yang dipengaruhi oleh ukuran gedung ialah bekisting. Sementara bekisting ialah elemen termahal pada pekerjaan konstruksi. Terkadang biaya bekisting melebihi biaya tulangan besi dan beton sendiri.

e. Lokasi

Lokasi dari sebuah gedung mempengaruhi biaya konstruksi suatu gedung. Dua buah gedung yang persis sama apabila dibangun di dua daerah yang berbeda dapat memiliki biaya konstruksi yang berbeda pula. Hal ini disebabkan oleh upah pekerja, harga material, biaya pengiriman bahan, serta kondisi pasar lokal yang berbeda-beda dari daerah satu dengan daerah lainnya (Swinburne, 1980).

Menurut *American International Assurance Best Practices* (2007), lokasi mempengaruhi biaya konstruksi gedung karena faktor berikut:

a) Lokasi Geografis

Biaya konstruksi dapat dipengaruhi oleh hal-hal seperti cuaca dan iklim sebagai persyaratan kenyamanan, kode dan regulasi gedung setempat, aksesibilitas, jarak antara sumber material dan tukang, dan juga suatu daerah dapat memiliki tingkat produktivitas pekerja yang berbeda dengan lainnya.

b) Kondisi

Daya dukung situs, keadaan batu, lokasi MAT, lereng, dan kondisi eksisting (pondasi lama, limbah berbahaya, dan lain-lain) mempengaruhi substruktur dan desain gedung. Selain itu di lokasi tertentu juga dibutuhkan keamanan luar biasa, pembatasan akses, serta kemampuan manuver alat berat.

c) Regulasi

Desain dan konstruksi gedung diikat oleh peraturan yang berlaku di daerah pembangunan gedung tersebut dan standar-standar dalam perencanaan, penzanaan, proteksi lingkungan, peraturan mengenai pekerja, dan *site safety laws*. Peraturan-peraturan, juga biaya reguler yang harus dibayar bervariasi sesuai daerah.

d) Kondisi Pasar

Biaya konstruksi serta elemen-elemennya bergantung kepada situasi sesuai hukum permintaan dan penawaran di daerah tempat gedung dibangun. Kondisi pasar, *understressed* maupun *overstressed* akan mempengaruhi level kualitas dari kompetisi dan harga material.

2.3 Estimasi Biaya Konseptual

Tahap konseptual ialah tahap pertama di mana kebutuhan proyek dianalisa, alternatif-alternatif ditinjau, tujuan dan objektif proyek ditentukan, dan sponsor telah teridentifikasi (Sodikov, 2005).

Estimasi biaya tahap konseptual dapat didefinisikan sebagai perkiraan biaya proyek yang dilakukan sebelum sejumlah informasi yang signifikan terkumpul dari detail desain, dengan lingkup pekerjaan yang masih belum lengkap Scheutte (1998).

2.3.1 Tingkatan Estimasi Biaya Tahap Konseptual

Estimasi biaya tahap konseptual terdiri dari beberapa tingkatan, yang biasanya bergantung pada perkembangan di proses perencanaan awal suatu proyek. Masing-masing estimasi tersebut biasanya terkait dengan perkembangan pada desain, yang merupakan bahan analisa suatu estimasi. Tingkatan estimasi tahap konseptual tersebut, menurut Gould (1997), adalah:

a. Estimasi *Preliminary*

Tahapan dimana *owner*/pemilik membutuhkan informasi biaya seawal mungkin pada suatu proyek, sehingga owner dapat mengambil keputusan untuk besar kecilnya proyek dan memperkirakan nilai proyek. Tahap konseptual dilakukan pada awal perencanaan berdasarkan pengalaman dan intuisi perencana, sehingga ketelitian estimasi ini hanya mencapai $\pm 20\%$.

b. Estimasi Skematik

Tahapan dimana proses perencanaan sudah mencapai 30%. Pada tahapan ini estimasi sudah mencapai *finishing* dasar. Estimasi dilakukan berdasarkan keperluan dari kegunaan bangunan industri, misalnya jumlah lantai atau ruangan yang dibutuhkan dalam bangunan pabrik namun belum detail. Jadi tingkat ketelitian masih berkisar $\pm 15\%$.

c. Estimasi *Design Development*

Pada tahap estimasi ini dimana proses perencanaan sudah mencapai 60% dan perencanaan sudah lengkap beserta detail-detail yang ada, sehingga waktu yang diperlukan untuk melakukan estimasi pada tahap ini lebih banyak daripada tahap skematik. Estimasi pada tahap ini dilakukan berdasarkan semua detail yang ada sehingga tingkat ketelitiannya sudah mencapai $\pm 10\%$.

2.3.2 Karakteristik Estimasi Biaya Tahap Konseptual

Berikut beberapa karakteristik dari estimasi biaya proyek tahap konseptual:

a. Bersifat Tidak Pasti

Sesuai dengan namanya, tahap konseptual ialah tahap dalam proyek konstruksi di mana konsep dasar suatu proyek beserta dengan atributnya yang lain dibangun. Dalam tahap ini desain, budgeting, maupun aspek proyek lainnya belum mencapai fiksasi sehingga dapat semerta-merta berubah. Oleh sebab itu, seringkali pada tahap ini, di mana ide-ide desain ditampung dan latar belakang finansial diperjelas, terdapat banyak alternatif desain maupun pembiayaan. Hal itulah yang membuat urgensi estimasi biaya tahap konseptual meningkat karena harus dilakukan analisa untuk masing-masing alternatif. Hasil estimasi pada tahap konseptual juga di tahap selanjutnya akan berubah. Estimasi biaya pada proyek konstruksi akan bertambah akurat seiring tahap proyek berjalan. Menurut *American Association of Cost Engineering*, tahap konseptual dimulai dari kelas 5 (lima) hingga kelas 3 (tiga) (*concept screening, feasibility study, dan budget authorization*). Sehingga harapan akurasi estimasinya hanya berada dari sekitar $\pm 10\%$ hingga $\pm 30\%$.

b. Krusial

Estimasi pertama yang dipertimbangkan oleh pemilik proyek ialah estimasi biaya konseptual (Scheutte, 1998). Estimasi yang dihasilkan dapat bernilai terlalu rendah dari biaya sebenarnya dan mengecoh *owner* untuk tetap menjalankan proyek dan menimbulkan masalah di depannya, atau malah bernilai terlalu tinggi dari biaya aslinya dan menghentikan proyek yang akan berjalan padahal sebenarnya proyek sangat berpotensi untuk sukses. Estimasi biaya tahap konseptual merupakan estimasi yang menyediakan informasi biaya untuk keputusan-keputusan finansial basis pada proyek. Sementara bagi konsultan desain, desain dengan dasar estimasi konseptual yang salah akan menyebabkan masalah juga pada desain di tahapan proyek yang akan dijalankan berikutnya (Helyar, 1978).

c. Sumbernya Terbatas

Estimasi tahap konseptual dilakukan dengan dasar informasi yang sangat terbatas. *owner* mungkin sudah memiliki visi jelas mengenai akomodasi, fungsi, dan standar kualitas dari konstruksi, namun masih jauh untuk mencapai detail hingga volume beton ataupun mortar yang akan digunakan (Helyar, 1978). Itulah sebabnya banyak dihasilkan estimasi pada tahap ini yang bernilai subjektif, karena perhitungan pada tahap konseptual hanya berdasarkan sejumlah penilaian dan pengalaman. Proyek masa lalu dapat didasarkan dengan proyek masa lalu dengan ketersediaan data historis. Estimasi pada tahap konseptual merupakan campuran dari seni dan ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan dari estimasi menginformasikan biaya dari pekerjaan atau proyek yang terdahulu. Seninya adalah dalam memvisualisasikan proyek yang baru dengan membandingkan faktor-faktor perbandingan dengan proyek sebelumnya dan menyesuaikannya dengan keadaan proyek yang sekarang (Soeharto, 1999).

2.3.3 Proses Estimasi Biaya Tahap Konseptual

Estimasi biaya sebuah proyek ialah sebuah kegiatan yang dilakukan secara iteratif hingga dicapai suatu hasil yang maksimal. Estimasi biaya dilakukan di tiap tahap proyek dengan tujuan yang berbeda. Tim manajemen atau *owner*, seringkali meminta estimasi biaya tahap konseptual untuk mempelajari kelayakan proyek dan mencari bahan pertimbangan bagi keputusan-keputusan penting proyek seperti aspek desain.

Langkah pertama untuk estimator dalam menyusun estimasi biaya tahap konseptual ialah mengumpulkan informasi serta studi lapangan. Meskipun data eksisting pada tahap ini sedikit, namun biasanya *owner*/tim manajemen telah memberikan lingkup berupa gambaran besar proyek, beserta ekspektasi kualitas atau kinerja proyek. Dari situ dapat ditarik informasi awal proyek seperti lokasi, tipe struktur utama, factor desain utama, serta kualitas konstruksi yang *owner*/manajemen antisipasi.

Selain itu studi lapangan juga perlu dilakukan demi mendapat kondisi lapangan proyek aktual, karena faktor-faktor yang terdapat di lapangan seperti kondisi tanah (seperti apakah pekerjaan pemindahan atau penimbunan tanah yang diperlukan) tidak dapat diprediksi sendiri tanpa peninjauan langsung. Pengalaman menunjukkan bahwa memberikan perhatian di awal terhadap *site issues* serta melakukan survei lokasi yang memadai, dapat mengurangi resiko penyimpangan biaya di masa mendatang (Dell'Isola, 2002).

Langkah berikutnya ialah mengumpulkan informasi tambahan. Dalam hal estimasi biaya awal, estimasi sangat bergantung pada data historis, sementara estimasi mendetail hingga estimasi kuantitas yang lengkap dapat berkembang seiring tahap perencanaan proyek (Dell'Isola, 2002).

Data historis dapat diperoleh dari praktisi konstruksi yang berpengalaman kerja, pada database biaya yang dipublikasikan untuk umum, informasi dari organisasi lain, maupun dari manajemen *owner*. Dari manapun data historis proyek, harus diperhatikan kesahihan maupun keabsahan data.

Data historis yang diperoleh harus dapat dibandingkan dengan proyek yang dilakukan sekarang, selain itu jangka waktunya harus disesuaikan. Diperlukan pula pengukuran yang konsisten antara data lama dan data baru. Setelah semua data yang diperlukan dan dapat diperoleh terkumpul, dilakukan estimasi biaya tahap konseptual. Setelah didapatkan luaran yang sekiranya paling akurat, hasil diserahkan pada manajemen/*owner* untuk ditindaklanjuti.

Pada tahap konseptual, biasanya tersedia alternatif-alternatif desain proyek, sehingga apabila satu alternatif tidak disetujui atau dengan kata lain hasil estimasi menunjukkan proyek tidak berpotensi untuk sukses, maka akan dilakukan estimasi ulang untuk alternatif selanjutnya. Berikut seterusnya estimasi biaya menunjukkan alternatif proyek yang paling baik.

2.3.4 Kualitas Estimasi Biaya Tahap Konseptual

Kualitas estimasi biaya tahap konseptual dibutuhkan pada taraf maksimal. Baik dari keakurasiannya maupun kecepatan tersedia hasilnya. Untuk mencapai hal tersebut, kualitas estimasi biaya tahap konseptual bergantung pada aspek-aspek seperti:

a. Kualitas Lingkup Proyek

Pada tahap awal, tersedia lingkup proyek yang dapat menjadi dasar estimasi. Lingkup proyek menggambarkan karakteristik proyek. Adapun lingkup itu sendiri umumnya terdiri dari, definisi proyek, fungsi konstruksi, pendekatan desain, lokasi proyek, informasi kondisi lapangan beserta sekitarnya, serta terkadang metode dan teknologi yang akan dipakai. Namun setiap proyek tidak sama adanya, terkadang *owner* belum bisa menyediakan lingkup pada taraf tersebut selama masa perencanaan konseptual. Terkadang pula, lingkup proyek terlalu luas atau terdapat lingkup ganda. Dalam hal ini *owner* acapkali pula meminta bantuan konsultan untuk membuat/merencanakan desain-desain umum konstruksi, untuk kemudian dianalisa satu-persatu. Pada prakteknya, dapat juga terjadi pelencengan pada perkembangan proyek dari lingkup awal. Sehingga, estimasi yang dibuat di tahap konseptual pun tidak relevan. Penting pula pada pelaksanaannya agar diusahakan tetap tercapai kekonsistensian lingkup proyek. Pihak *owner* pun harus berkomitmen untuk menentukan lingkup proyek yang sesuai di awal.

b. Kualitas Informasi

Serpell (2006) membagi kualitas informasi menjadi dua, yaitu kualitas informasi historis dan kualitas informasi terkini. Pada prakteknya, estimasi biaya pada tahap konseptual sangat bergantung kepada data historis. Karena data proyek yang akan dijalankan tidak cukup kuat untuk menjadi dasar estimasi biaya saat itu. Tersedianya data informasi yang cukup detail dan lengkap mengenai proyek serupa masa lalu memegang penting dalam kualitas perkiraan biaya yang dilakukan di masa kini. Namun tetap harus diperhatikan pengaplikasiannya, sebab apabila tidak digunakan secara

sesuai, data historis yang bagus pun akan menghasilkan estimasi biaya yang tidak berkualitas. Untuk dapat mengutilisasi data historis secara maksimal, diperlukan pengetahuan proyek, terutama untuk menangani estimasi untuk konstruksi yang kompleks. Data historis harus dapat dibandingkan dengan data proyek masa kini, sehingga harus divalidasi lagi data historis yang tepat. Informasi terkini mengenai proyek harus didapatkan selengkap mungkin karena mempengaruhi estimasi biaya proyek tersebut. Selain informasi mengenai aspek konstruksi yang nantinya akan diutilisasi bersama dengan data historis pada suatu model estimasi, informasi saat ini juga terkait dengan harga dan indeks harga lokal, produktivitas pekerja di wilayah lokasi pembangunan, serta kondisi spesifik pada lapangan.

c. Tingkat Ketidakpastian

Terdapat beberapa faktor ketidakpastian yang dapat mengakibatkan perubahan kondisi selama atau setelah proses estimasi berlangsung. Hal tersebut diantaranya perubahan kondisi pasar, perubahan besar dalam angka eskalasi dan lain-lain. Karena estimasi dilakukan pada tahap awal, maka dapat pula terjadi ketidakpastian dari aspek proyek seperti perubahan aspek desain, teknologi proyek, dan kompleksitas proyek. Faktor ketidakpastian sangat berperan dalam mempengaruhi kualitas estimasi pada tahap konseptual, karena selain estimasi tersebut didasarkan pada informasi proyek yang sangat minim, perubahan signifikan pada aspek proyek dapat mengurangi keakurasian estimasi dengan sangat besar, hingga pada tahap tidak dapat dipergunakan.

d. Performa Estimator

Estimator ialah orang yang bertanggung jawab untuk mengorganisir dan menganalisis seluruh informasi mengenai proyek dan mengkalkulasikan ke dalam estimasi. Pada masa awal proyek dimana segala sesuatu masih dalam bentuk konseptual, kecakapan dan pengalaman estimator untuk mengambil keputusan mengenai input untuk estimasi yang tepat akan menentukan hasil akhir suatu perkiraan biaya. Keahlian tersebut

merupakan penguasaan dalam hal kemampuan mengenali aspek *cost driver* pada proyek konstruksi, serta pengalaman dan pengetahuan di bidang konstruksi, dan keterampilan dalam menggunakan aplikasi estimasi. Keahlian estimator dalam memahami proyek yang telah dilaksanakan sebelumnya juga krusial untuk menyesuaikan informasi yang didapat dengan informasi eksisting berdasarkan kondisi saat ini.

e. Proses Estimasi

Pada dunia konstruksi banyak dikenal metode estimasi baik yang konvensional maupun pengembangan baru. Industri konstruksi terbukti lambat dalam menyesuaikan diri untuk teknik baru dalam estimasi biaya tahap awal (Harding dan Lowe, 2002). Menurut penelitian, beberapa teknik estimasi baru yang telah dikembangkan dengan baik, tidak diacuhkan dan tidak dipergunakan (Fortune dan Lees, 1994). Menurut penelitian tersebut, para estimator skeptikal terhadap kemampuan aplikasi-aplikasi estimasi terbaru yang kebanyakan tidak membutuhkan penilaian profesional dalam korporasi aspek konstruksinya untuk menentukan prediksi biaya.

2.4 Bangunan Gedung Negara

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2007, definisi Bangunan Gedung Negara adalah bangunan gedung untuk keperluan dinas yang menjadi/akan menjadi kekayaan milik negara dan diadakan dengan sumber pembiayaan yang berasal dari dana APBN, dan/atau perolehan lainnya yang sah, antara lain seperti: gedung kantor, gedung sekolah, gedung rumah sakit, gudang, rumah negara, dan lain-lain.

Pelaksanaan pembangunan bangunan gedung negara berdasarkan azas dan prinsip:

- a. Kemanfaatan, keselamatan, keseimbangan serta keserasian /keselarasan bangunan gedung dengan lingkungannya.
- b. Hemat, tidak berlebihan, efektif dan efisien, serta sesuai dengan kebutuhan dan ketentuan teknis yang disyaratkan.

- c. Terarah dan terkendali sesuai rencana, program/satuan kerja, serta fungsi setiap kementerian / lembaga / instansi pemilik / pengguna bangunan gedung.
- d. Memaksimal mungkin menggunakan hasil produksi dalam negeri dengan memperhatikan kemampuan/potensi nasional.

2.5 Pembiayaan Pembangunan Bangunan Gedung Negara

Pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara digolongkan atas pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan standar (yang ada standar harga satuan tertingginya) dan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan non-standar (yang belum ada standar harga satuan tertingginya). Pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara dituangkan dalam Dokumen Pembiayaan yang terdiri atas komponen-komponen biaya untuk pelaksanaan konstruksi, perencanaan konstruksi, pengawasan konstruksi atau manajemen konstruksi, dan biaya pengelolaan kegiatan.

Biaya konstruksi fisik yaitu besarnya biaya yang dapat digunakan untuk membiayai pelaksanaan konstruksi fisik bangunan gedung negara yang dilaksanakan oleh penyedia jasa pelaksanaan secara kontraktual dari hasil pelelangan, penunjukan langsung, atau pemilihan langsung. Biaya konstruksi fisik terdiri dari biaya pekerjaan standar dan non standar. Biaya konstruksi fisik selanjutnya diatur sebagai berikut:

- a. Biaya pelaksanaan konstruksi dibebankan pada biaya untuk komponen konstruksi fisik kegiatan yang bersangkutan.
- b. Biaya konstruksi fisik maksimum untuk pekerjaan standar, dihitung dari hasil perkalian total luas bangunan gedung negara dengan standar harga satuan per-m² tertinggi yang berlaku.
- c. Untuk biaya konstruksi fisik pekerjaan-pekerjaan yang belum ada pedoman harga satuannya (non standar), dihitung dengan rincian kebutuhan nyata dan dikonsultasikan dengan Instansi Teknis setempat.
- d. Biaya konstruksi fisik ditetapkan dari hasil pelelangan pekerjaan yang bersangkutan, maksimum sebesar biaya konstruksi fisik yang tercantum

dalam dokumen pembiayaan bangunan gedung negara yang bersangkutan, yang akan dicantumkan dalam kontrak, yang di dalamnya termasuk biaya untuk:

- Pelaksanaan pekerjaan di lapangan (material, tenaga, dan alat).
 - Jasa dan overhead;
 - Izin Mendirikan Bangunan (IMB), yang IMB-nya telah mulai diproses oleh pengelola kegiatan dengan bantuan konsultan perencana konstruksi dan/atau konsultan manajemen konstruksi.
 - Pajak dan iuran daerah lainnya.
 - Biaya asuransi selama pelaksanaan konstruksi.
- e. Pembayaran biaya konstruksi fisik dapat dilakukan secara bulanan atau tahapan tertentu yang didasarkan pada prestasi/kemajuan pekerjaan fisik di lapangan.

Untuk pekerjaan standar bangunan gedung dan rumah negara, sebagai pedoman penyusunan anggaran pembangunan, pembangunan yang lebih dari satu tahun anggaran, dan peningkatan mutu dapat berpedoman pada prosentase komponen-komponen pekerjaan sebagai berikut:

Komponen	Gedung Negara	Rumah Negara
Pondasi	5%-10%	3%-7%
Struktur	25%-35%	20%-25%
Lantai	5%-10%	10%-15%
Dinding	7%-10%	10%-15%
Plafond	6%-8%	8%-10%
Atap	8%-10%	10%-15%
Utilitas	5%-8%	8%-10%
Finishing	10%-15%	15%-20%

Gambar 2.1 Prosentase Komponen Pekerjaan

Harga satuan tertinggi rata-rata per- m^2 bangunan gedung bertingkat adalah didasarkan pada harga satuan lantai dasar tertinggi per- m^2 untuk bangunan gedung bertingkat, kemudian dikalikan dengan koefisien/faktor pengali untuk jumlah lantai yang bersangkutan, sebagai berikut:

Jumlah lantai bangunan	Harga Satuan per m ² Tertinggi
Bangunan 2 lantai	1,090 standar harga gedung bertingkat
Bangunan 3 lantai	1,120 standar harga gedung bertingkat
Bangunan 4 lantai	1,135 standar harga gedung bertingkat
Bangunan 5 lantai	1,162 standar harga gedung bertingkat
Bangunan 6 lantai	1,197 standar harga gedung bertingkat
Bangunan 7 lantai	1,236 standar harga gedung bertingkat
Bangunan 8 lantai	1,265 standar harga gedung bertingkat

Gambar 2.2 Koefisien Jumlah Lantai

Untuk bangunan yang lebih dari 8 lantai, koefisien/faktor pengalinya dikonsultasikan dengan Instansi Teknis setempat. Sedangkan untuk ruang dengan fungsi tertentu, yang memerlukan standar harga yang khusus, agar pada tahap penyusunan anggaran berkonsultasi dengan Instansi Teknis setempat.

Untuk bangunan/ruang yang mempunyai fungsi khusus, yang karena persyaratannya memerlukan penyelesaian khusus, harga satuan tertinggi untuk per-m² nya didasarkan pada harga satuan tertinggi untuk klasifikasi bangunan yang bersangkutan setelah dikalikan koefisien seperti berikut:

Fungsi Bangunan/Ruang	Harga Satuan per m ² Tertinggi
ICU/ICCU/UGD/CMU	1,50 standar harga bangunan
Ruang Operasi	2,00 standar harga bangunan
Ruang Radiology	1,25 standar harga bangunan
Rawat inap	1,10 standar harga bangunan
Laboratorium	1,10 standar harga bangunan
Ruang Kebidanan dan Kandungan	1,20 standar harga bangunan
Ruang Gawat Darurat	1,10 standar harga bangunan
Power House	1,25 standar harga bangunan
Ruang Rawat Jalan	1,10 standar harga bangunan
Dapur dan Laundry	1,10 standar harga bangunan
Bengkel	1,00 standar harga bangunan
Lab. SLTP/SMA/SMK	1,15 standar harga bangunan
Selasar Luar Beratap/Teras	0,50 standar harga bangunan

Gambar 2.3 Koefisien Bangunan Khusus

Biaya yang diklasifikasikan sebagai pekerjaan non-standar adalah:

- a. Penyiapan lahan yang meliputi: pembentukan kualitas permukaan tanah/lahan sesuai dengan rancangan, pembuatan tanda-tanda lahan, pembersihan lahan dan pembongkaran
- b. Pematangan lahan yang meliputi: pembuatan jalan dan jembatan dalam kompleks, jaringan utilitas kompleks (saluran drainase, air bersih, listrik, lampu penerangan luar, limbah kotoran, hidran kebakaran), lansekap/taman, pagar fungsi khusus dan tempat parker
- c. Penyusunan rencana tata bangunan dan lingkungan (termasuk master plan)
- d. Penyusunan studi Analisa Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL).
- e. Peningkatan arsitektur ataupun struktur bangunan: penampilan, keamanan, keselamatan, kesehatan, aksesibilitas serta kenyamanan gedung Negara
- f. Pekerjaan khusus kelengkapan bangunan seperti: Alat Pengkondisian Udara, Elevator/Escalator, Tata Suara (Sound System), Telepon dan PABX, Instalasi IT (Informasi & Teknologi), Elektrikal (termasuk genset), Sistem Proteksi Kebakaran, Sistem Penangkal Petir Khusus, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), Interior (termasuk furniture), Gas Pembakaran, Gas Medis, Pencegahan Bahaya Rayap, Pondasi Dalam, Fasilitas Penyandang Cacat, Sarana/Prasarana Lingkungan, *Basement* dan Peningkatan Mutu
- g. Penyambungan yang meliputi: penyambungan air dari PAM/PDAM, penyambungan listrik dari PLN, penyambungan gas dari Perusahaan Gas, penyambungan telepon dari TELKOM
- h. Pekerjaan-pekerjaan lain seperti:
 - Penyelidikan tanah yang terperinci
 - Pekerjaan pondasi dalam yang lebih dari 5 m atau $l/w \geq 20$; l = kedalaman, w = garis tengah / sisi penampang
 - Pekerjaan basement/bangunan dibawah permukaan tanah
 - Fasilitas aksesibilitas untuk kepentingan penyandang cacat
 - Bangunan-bangunan khusus

- Bangunan selasar penghubung, bangunan tritisan/ emperan khusus dan yang sejenis
- i. Biaya pengelolaan kegiatan, perencanaan, dan pengawasan untuk perjalanan dinas ke wilayah/lokasi kegiatan yang sukar pencapaiannya/dijangkau oleh sarana transportasi (remote area)
- j. Perizinan-perizinan khusus karena sifat bangunan, lokasi/letak bangunan, ataupun karena luas lahan
- k. Biaya Konsultan studi penyusunan program pembangunan bangunan gedung negara, untuk bangunan gedung yang penyusunannya memerlukan keahlian konsultan
- l. Biaya Konsultan VE, apabila Satuan Kerja menghendaki pelaksanaan VE dilakukan oleh konsultan independen

2.6 Dasar Perhitungan Metode Parametrik

Pada tahap konseptual, karena informasi yang tersedia sangat minim, maka pada umumnya digunakan estimasi prediktif dengan korporasi data masa lalu. Metode yang tepat untuk mengutilisasi jenis estimasi tersebut ialah parametrik dan permodelan biaya. Pada teknik parametrik, data-data historis digunakan untuk mengembangkan hubungan-hubungan biaya berdasarkan analisis statistik.

Estimasi parametrik memprediksi siklus biaya suatu sistem, menggunakan model matematik yang terdiri dari sejumlah parameter dan berdasarkan proyek historis. Pengertian lain dari estimasi parametrik yaitu estimasi dari suatu sistem yang dibuat berdasar komponen-komponen teragregasi, oleh model matematik yang terdiri dari parameter-parameter (Bagus, 2007).

Dalam beberapa analisis parametrik, perhitungan parameter utama harus dijelaskan hubungannya dengan variabelvariabel bebas sebelum analisis dapat dilakukan. Variabel-variabel dalam perhitungan parametrik dapat diidentifikasi dengan memfokuskan karakteristik-karakteristik suatu sistem yang berhubungan langsung terhadap output (dalam hal ini biaya) berdasarkan studi yang terintegrasi. Hubungan matematik untuk korelasi data dapat digunakan untuk menyatakan permodelan tersebut.

Model-model matematik yang paling populer adalah bentuk linier dari perhitungan aritmatik, logaritmik, dan semi-logaritmik. Dalam teknik estimasi biaya proyek konstruksi, variabel terikat merupakan biaya/nilai kontrak dan dua atau lebih variabel bebas seperti ukuran, lokasi, kapasitas, waktu, dan sebagainya, yang berpengaruh terhadap biaya proyek tersebut. Umumnya tiga bentuk perhitungan dalam estimasi parametrik ialah sebagai berikut:

- Hubungan Linier = $a + b X_1 + c X_2$ (2.1)
- Hubungan Logaritmik Log = $a + b \log X_1 + c \log X_2$ (2.2)
- Hubungan Eksponensial = $a + b X_1^c + d X_2^e$ (2.3)

Dengan a, b, c, d, dan e konstan dan X1 dan X2 merupakan karakteristik/variabel komponen yang mempengaruhi biaya.

2.7 Tahapan *Cost Significant Model*

Menurut Poh dan Horner (1995) *Cost Significant Model* mengandalkan penemuan yang terdokumentasi dengan baik, bahwa 80% dari nilai total biaya proyek termuat di dalamnya 20% item-item pekerjaan yang paling mahal. Untuk proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, item-item *cost significant* secara umum adalah sama. *Cost significant items* dapat dikumpulkan dengan menggunakan teknik yang bervariasi ke dalam nomor yang sama dari item-item pekerjaan *cost significant*, yang dapat mempresentasikan proporsi yang tepat dari total biaya anggaran yang biasanya mendekati 80%. Penyederhanaan dari model ini mengurangi waktu untuk mengestimasi dibandingkan dengan anggaran biaya tradisional, yang dapat terdiri dari ribuan item.

Cost Significant Model dapat digunakan untuk mengestimasi biaya lebih baik dan akurasi dapat ditingkatkan dengan memperbaiki model serta tergantung dari data yang tersedia (Kushartini, 2002). Adapun tahapan-tahapan metode *Cost Significant Model* adalah sebagai berikut:

1. Tidak mengikutsertakan item pekerjaan yang biasanya jumlahnya cukup besar namun tidak setiap pekerjaan ada

2. Mengelompokkan item-item pekerjaan yang mempunyai satuan ukuran yang sama, harga satuannya tidak berbeda secara signifikan, atau bisa menggambarkan operasi kerja lapangan
3. Menghitung pengaruh *time value* terhadap harga-harga item pekerjaan dengan memperhitungkan faktor inflasi
4. Menentukan *Cost Significant Items* yang diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama dengan atau lebih besar dari 80% total biaya proyek
5. Membuat model biaya dari *Cost Significant Items* yang telah ditentukan
6. Menghitung rata-rata *Cost Model Factor* (CMF) dengan cara membagi nilai proyek yang didapatkan dari model dengan nilai proyek aktual
7. Menghitung estimasi biaya proyek dari *Cost Significant Model*, dengan membagi nilai proyek yang diprediksi dari model dengan rata-rata CMF
8. Menghitung tingkat kesalahan model dalam bentuk persentase dari selisih antara harga yang diprediksi dengan harga sebenarnya dibagi dengan harga sebenarnya

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk menghasilkan data berdasarkan fakta di lapangan. Cara ilmiah berarti kegiatan penelitian ini didasarkan pada ciri-ciri keilmuan yang rasional, empiris, dan sistematis (Sugiyono, 2012).

Dalam hal ini penulis melakukan analisis pada suatu data yang sudah tersedia untuk kemudian dihubungkan dengan masa sekarang. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung laboratorium 6 (enam) lantai di Universitas Jember yang difokuskan pada pemodelan matematis estimasi biaya.

Rancangan penelitian dibuat untuk membantu peneliti dalam menyelesaikan masalah yang tengah dihadapi. Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian statistik inferensial, seperti melakukan perkiraan, peramalan, pengambilan keputusan dari dua variabel atau lebih.

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2012). Populasi dalam penelitian ini adalah bangunan gedung proyek konstruksi IsDB Universitas Jember.

Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Apa yang dipelajari dari sampel, kesimpulannya akan dapat diberlakukan untuk populasi. Oleh karena itu, sampel yang diambil mewakili dari populasi (Sugiyono, 2012). Sampel dari penelitian ini adalah bangunan gedung *Engineering Biotechnology, Laboratory For Plant and Natural Medicine, Laboratory For Health Science*, dan *Laboratory Natural Science and Food Technology* yang terletak di Universitas Jember.

3.2 Pengumpulan Data

Jenis data penelitian menurut sumbernya dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang telah ada. Dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan jenis data sekunder. Data sekunder diperoleh dari pihak kontraktor, konsultan pengawas, maupun instansi terkait berupa data anggaran biaya proyek konstruksi gedung laboratorium 6 (enam) lantai Universitas Jember, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. *Dependent variable* atau variabel terikat (Y), yaitu variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel lain (variabel bebas). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah biaya total.
- b. *Independent variable* atau variabel bebas (X), yaitu variabel yang dapat mempengaruhi nilai pada variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah komponen biaya tiap item pekerjaan.

3.4 Tahapan Penelitian

Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengelompokkan item-item pekerjaan yang mempunyai satuan ukuran yang sama, harga satuannya tidak berbeda secara signifikan serta tidak mengikutsertakan item pekerjaan yang biasanya jumlahnya cukup besar namun tidak setiap pekerjaan ada. Selanjutnya adalah menentukan *Cost Significant Items*.

Setelah itu membuat model biaya dari *Cost Significant Items* yang telah ditentukan. Setelah model didapatkan, menghitung rata-rata *Cost Model Factor* (CMF) dengan cara membagi nilai proyek yang didapatkan dari model dengan nilai proyek aktual. Kemudian menghitung estimasi biaya proyek dari *Cost Significant Model*, dan yang terakhir adalah menghitung akurasi model.

3.4.1 Identifikasi *Cost Significant Items*

Dengan mengacu pada prinsip dasar, *Cost Significant Model* mengandalkan pada 80% dari total nilai proyek yang termuat di dalam 20% item-item pekerjaan yang paling mahal. Untuk menentukan item pekerjaan yang signifikan, dilakukan dengan melihat deskripsi hasil penelitian, sehingga diperoleh proporsi masing-masing komponen biaya (variabel bebas) terhadap jumlah biaya total (variabel terikat).

3.4.2 Uji Normalitas

Menurut Priyatno (2009), uji normalitas pada model regresi digunakan untuk menguji kenormalan distribusi nilai residual. Pengujian menggunakan analisis grafik (*scatterplot*) yakni dengan melihat normal *probability plot* yang membandingkan distribusi kumulatif dengan distribusi normal. Distribusi normal akan membentuk satu garis lurus diagonal dan plotting data residual akan dibandingkan dengan garis diagonal.

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi variabel terikat dan variabel bebas keduanya apakah mempunyai distribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik harus mempunyai distribusi normal atau mendekati normal.

3.4.3 Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah analisis regresi linier. Data yang telah di uji normalitas dimodelkan menggunakan analisis regresi linier. Dalam proses pemodelan dihitung pula nilai korelasi tiap variabel untuk kemudian di uji menggunakan uji t dan uji ANOVA.

3.4.4 *Cost Model Factor (CMF)*

Cost Model Factor dapat dihitung dengan cara dengan cara membagi nilai proyek yang didapatkan dari model dengan nilai proyek aktual. Kemudian menghitung estimasi biaya proyek dari *Cost Significant Model*, dengan membagi nilai proyek yang diprediksi dari model dengan rata-rata *Cost Model Factor*.

3.4.5 Tingkat Kesalahan Model

Tingkat kesalahan model dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Tingkat Kesalahan} = \frac{Ev - Av}{Av} \times 100\%$$

Keterangan:

Ev = harga prediksi (*Estimated bill value*)

Av = harga sebenarnya (*Actual bill value*)

3.5 Analisis Data

Dalam penelitian ini digunakan analisis data sebagai berikut:

3.5.1 Regresi Linier

Persamaan regresi linier dibagi menjadi 2 (dua), regresi linier sederhana dan regresi linier berganda. Regresi linier sederhana adalah regresi dengan satu variabel bebas (X) dan satu variabel terikat (Y). Persamaan regresi linier sederhana adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots(3.3)$$

Sedangkan regresi linier berganda adalah regresi dengan dua atau lebih variabel bebas (X) dan satu variabel terikat (Y). Persamaan regresi linier berganda di rumuskan sebagai berikut:

Dua variabel bebas

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots\dots\dots(3.4)$$

Tiga variabel bebas

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots\dots\dots(3.5)$$

n variabel bebas

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \dots\dots\dots(3.6)$$

Nilai-nilai pada persamaan regresi linier berganda untuk dua variabel bebas dapat ditentukan sebagai berikut:

$$b_1 = \frac{(\sum x^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_2 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_1 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b_1 \left(\frac{\sum X_1}{n}\right) - b_2 \left(\frac{\sum X_2}{n}\right) \dots\dots\dots(3.9)$$

Nilai-nilai a, b₁, b₂, dan b₃ pada persamaan regresi linier berganda untuk tiga variabel bebas dapat ditentukan dari rumus-rumus berikut:

$$\sum x_1 y = b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1 x_2 + b_3 \sum x_1 x_3 \dots\dots\dots(3.10)$$

$$\sum x_2 y = b_1 \sum x_1 x_2 + b_2 \sum x_2^2 + b_3 \sum x_2 x_3 \dots\dots\dots(3.11)$$

$$\sum x_3 y = b_1 \sum x_1 x_2 + b_2 \sum x_2 x_3 + b_3 \sum x_3^2 \dots\dots\dots(3.12)$$

$$a = Y - b_1 X_1 - b_2 X_2 - b_3 X_3 \dots\dots\dots(3.13)$$

Sebelum rumus-rumus tersebut digunakan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan-perhitungan yang secara umum berlaku rumus:

$$\sum x_i^2 = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \dots\dots\dots(3.15)$$

$$\sum x_i y = \sum X_i Y - \frac{\sum X_i \sum Y}{n} \dots\dots\dots(3.16)$$

$$\sum x_i x_j = \sum X_i X_j - \frac{\sum X_i \sum X_j}{n} \dots\dots\dots(3.17)$$

3.5.2 Korelasi (r)

Korelasi menyatakan derajat keeratan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Namun hubungan korelasi belum dapat dikatakan sebagai hubungan sebab akibat. Mengukur derajat hubungan dengan metode korelasi yaitu dengan koefisien korelasi (r).

Rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien korelasi sederhana adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \dots\dots\dots(3.18)$$

Keterangan:

- n = jumlah data
- x_i = variabel bebas
- y_i = variabel terikat

Interpretasi hasil:

- $r = 0$: tidak ada korelasi antara dua variabel
- $r > 0 - 0,25$: korelasi sangat lemah
- $r > 0,25 - 0,5$: korelasi cukup
- $r > 0,5 - 0,75$: korelasi kuat
- $r > 0,75 - 0,99$: korelasi sangat kuat

3.5.3 Korelasi Parsial (r_{γ})

Korelasi parsial adalah korelasi antara dua variabel bebas dengan satu variabel terikat dengan salah satu variabel bebas sebagai control (tetap). Korelasi parsial dapat dihitung dengan rumus:

$$r_{\gamma 2.1} = \frac{\sum_{i=1}^n r_{\gamma 2} - (\sum_{i=1}^n r_{\gamma 1})(\sum_{i=1}^n r_{12})}{\sqrt{(1 - \sum_{i=1}^n r_{\gamma 1}^2)(1 - \sum_{i=1}^n r_{12}^2)}} \dots\dots\dots(3.19)$$

Keterangan:

- $r_{\gamma 2.1}$ = Korelasi parsial dengan X1 sebagai variabel kontrol
- $r_{\gamma 1}$ = Korelasi X1
- $r_{\gamma 2}$ = Korelasi X2
- r_{12} = Korelasi X1 dan X2

3.5.4 Koefisien Determinasi (r^2)

Koefisien determinasi pada intinya adalah mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel terikat. Nilai koefisien determinasi antara nol dan satu. Nilai koefisien determinasi yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat sangat terbatas. Sedangkan nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel bebas memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat.

Secara umum, koefisien determinasi untuk data silang relatif rendah karena adanya variasi yang besar antara masing-masing pengamatan, sedangkan untuk data *time series* biasanya mempunyai koefisien determinasi yang tinggi. Rumus koefisien determinasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n}}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}} \dots\dots\dots(3.20)$$

Keterangan:

- n = jumlah data
- x_i = variabel bebas
- y_i = variabel terikat

3.5.5 Uji t

Uji t dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat secara parsial. Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan t hitung dengan t tabel atau dengan melihat kolom signifikansi pada masing-masing t hitung.

Uji rata-rata untuk menentukan apakah dugaan tentang parameter suatu populasi didukung kuat oleh informasi sampel atau tidak. Jika sebaran data mengikuti distribusi normal, ukuran sampel relatif kecil ($n < 30$) dan nilai standard deviasi populasi tidak diketahui, dapat menggunakan uji t dengan formulasi/rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{X - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \dots \dots \dots (3.21)$$

Dengan:

$$X = \frac{\sum D}{n} \dots \dots \dots (3.22)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n} \right\}} \dots \dots \dots (3.23)$$

Keterangan:

- X = nilai rerata sampel
- μ = nilai rerata populasi
- s = simpangan baku sampel
- n = ukuran atau besar sampel
- D = selisih x_1 dan x_2

3.5.6 Analisis Ragam

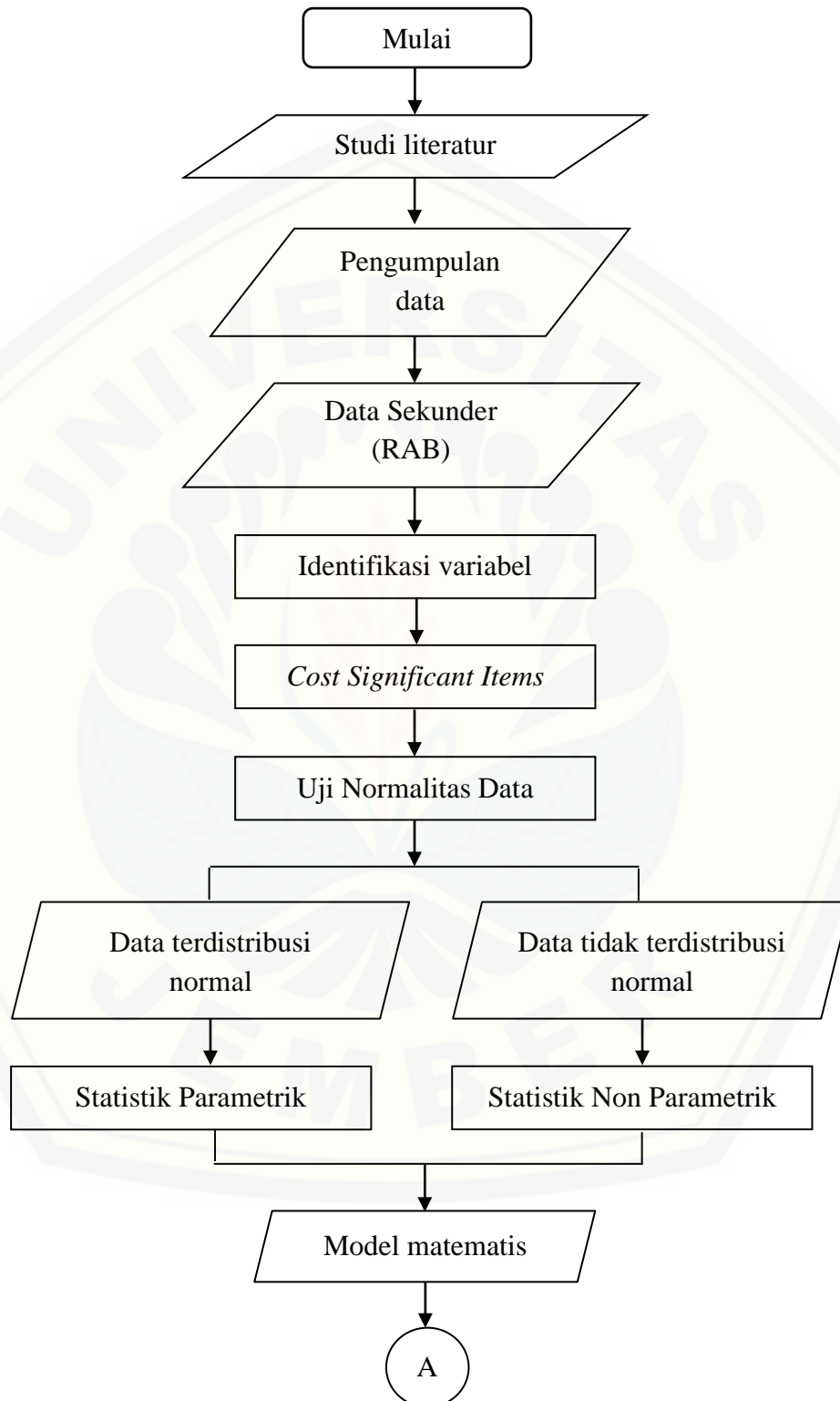
Analisis ragam atau lebih dikenal dengan ANOVA adalah analisis statistik yang menguji perbedaan rerata antar grup. Analisis ini digunakan untuk menguji tiga sampel atau lebih yang tidak saling berhubungan. Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh semua variabel bebas terhadap variabel terikat secara bersama-sama, atau untuk menguji apakah model suatu regresi signifikan atau tidak. Jika model signifikan, maka model bisa digunakan untuk prediksi/peramalan, sebaliknya jika tidak signifikan, maka model regresi tidak bisa digunakan. Dalam prosesnya, analisis ini identik dengan uji t. Rumus analisis ragam dapat dinyatakan sebagai berikut:

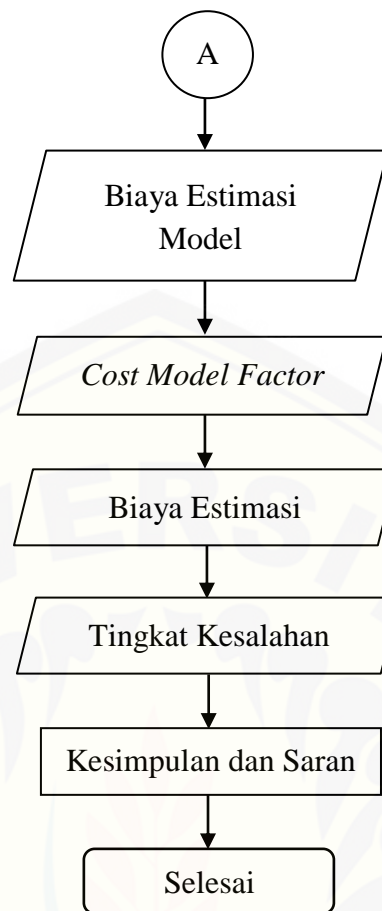
$$F = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{(1-R^2)}{(n-k-1)}} \dots\dots\dots(3.24)$$

Keterangan:

- R^2 = koefisien korelasi kuadrat
- k = jumlah variabel bebas
- n = ukuran atau besar sampel
- $(n-k-1)$ = derajat kebebasan

3.6 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.7 Rencana Penelitian

Bulan	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
Minggu	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyusunan Proposal	■	■	■																																					
Pengumpulan Proposal				■																																				
Seminar Proposal					■																																			
Pengumpulan Data					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Analisis Data									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Penyusunan Draft Skripsi																					■	■	■	■	■	■	■	■												
Seminar Hasil																													■											
Penyusunan Laporan Skripsi																													■	■	■	■	■	■	■	■				
Ujian Skripsi																																								■

Gambar 3.2 Rencana Penelitian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisa yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model estimasi biaya gedung laboratorium 6 (enam) lantai Universitas Jember menggunakan *Cost Signifikan Model* adalah:

$$Y = -6200026,76 + 3,2647432 X2$$

Keterangan:

- Y = Harga bangunan gedung laboratorium 6 lantai (Rp/m²)
X2 = Harga pekerjaan struktur (Rp/m²)

2. Persentase tingkat kesalahan dari model estimasi biaya gedung laboratorium 6 (enam) lantai Universitas Jember berkisar antara 0,239% hingga 0,612% dengan rata-rata 0,411% untuk yang bernilai positif dan 1,324% untuk yang bernilai negatif.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Melakukan analisis regresi menggunakan matriks.
2. Menambah jumlah data (sampel) agar mendapatkan hasil yang sesuai harapan.
3. Mengelompokkan item-item pekerjaan dengan lebih rinci untuk memperoleh model yang lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

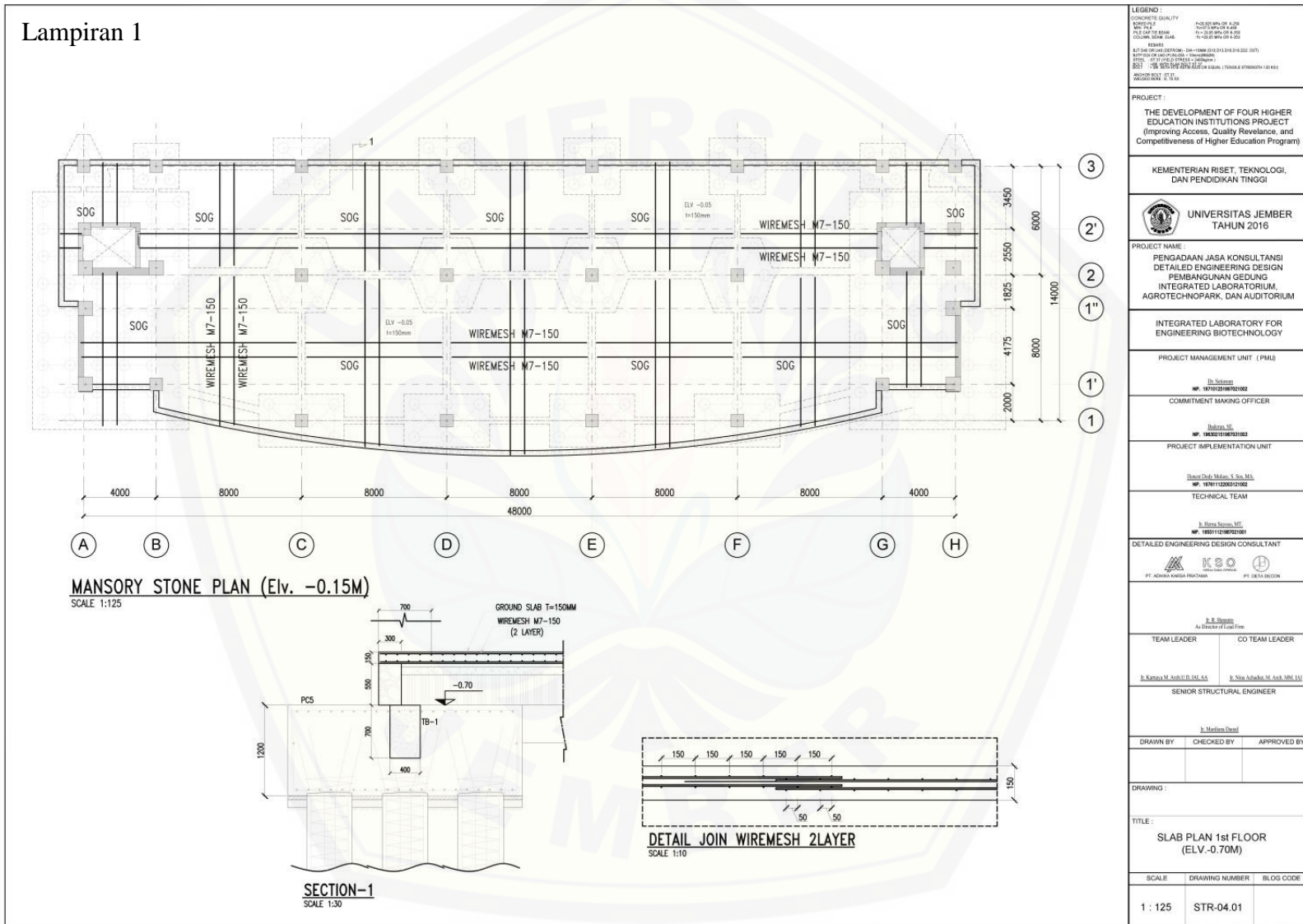
- Abdurahman, M., S.A. Muhidin, dan A. Somantri. 2011. *Dasar-dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- American International Assurance (AIA) Best Practices. 2007. *Factors Affecting Building Costs*. 13th Edition. United States: The Architect's Handbook of Professional Practice.
- Astana, I.N.Y. 2017. Estimasi Biaya Koonstruksi Gedung Dengan *Cost Significant Model*. Jurnal Riset Rekayasa Sipil 1(1): 7-15.
- Bakar, A. 2014. Estimasi Biaya Dengan Menggunakan "Cost Significant Model" pada Pekerjaan Jembatan Rangka Baja di Proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan Provinsi Jawa Timur. Jurnal Teknik Sipil 7(1): 1-10.
- Bagus, J.H. 2007. Permodelan Estimasi Biaya Konseptual pada Proyek Konstruksi Bangunan Pabrik dengan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan. *Tesis*. Depok: Universitas Indonesia.
- Barrie, D.S. dan B.C. Paulson. 1992. *Professional Construction Engineering and Management*. New York: McGraw Hill Series in Construction Engineering and Management.
- Cheng, M.Y. dan Y.W. Wu. 2005. Construction Conceptual Cost Estimates Using Support Vector Machine in 22nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction.
- Dell'Isola, M.D. 2002. *Architect's Essentials of Cost Management*. John Wiley & Sons Inc.
- Dysert, R.L. 2005. *An Introduction to Parametric Estimating*. AACE International Transactions.
- Fortune, C. dan M. Lees. 1994. Early Cost Advice for Clients-yhe Practitioners' Verdict. Proc., Association of Researchers in Construction Management (ARCOM) 10th Annual Conf. Loughborough Univ. of Technology, UK, 422432.
- Ghazali, I. 2016. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 21*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Dipenogoro.
- Gould, F.E. 1997. *Managing the Construction Process (Estimating Scheduling and Project Control)*. New Jersey: Prantice Hall.

- Harding, A dan D. Lowe. 2002. *The Role of Neural Networks in Early Stage Cost Estimation in the 21st Century*. United Kingdom: Department of Building Engineering, UMIST.
- Helyar, F.W. 1978. *Construction Estimating and Costing*. Mc- Graw Hill.
- Irianto, A. 2006. *Statistik Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Kesturi, L. 2012. Estimasi Biaya Tahap Konseptual pada Konstruksi Gedung Perkantoran dengan Metode Artificial Neural Network. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Khusartini, M.G.W. 2002. Pengembangan Cost Significant Modelling untuk Estimasi Biaya Proyek Pengairan. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.
- Nawari. 2010. *Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2007. *Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara*. 27 Desember 2007. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum.
- Poh, P.S.H. dan R.M.W. Horner. 1995. Cost-Significant Modelling-Its Potential For Use In South-East Asia. *Paper in Engineering, Construction, and Architectural Management* 85.
- Pratt, S. 1999. Cost of Capital: Estimation and Applications. *The CPA Journal* 69 (1).
- Priyatno, D. 2009. *Mandiri Belajar SPSS*. Yogyakarta: Mediakom.
- Roring, H.S.D. 2014. Model Estimasi Biaya Tahap Konseptual Konstruksi Bangunan Gedung Dengan Metode Parametrik. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 4(2): 103-108.
- Scheutte, S.D. and R.W. Liska. 1998. *Building Construction Estimating*. Singapore: McGraw Hill.
- Schexnayder, C.J. dan R.E. Mayo. 2003. *Construction Management Fundamentals*. New York: McGraw Hill Construction.
- Serpell, A.F. 2006. *Improving Conceptual Cost Estimating Performance*. AACE International Transactions.

- Shottlander, E.D. 2006. *How Accurate are Your Estimates*. AACE International Transactions.
- Sodikov, J. 2005. Cost Estimation of Highway Projects in Developing Countries: Artificial Neural Network Approach. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 6(26): 1036-1047.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Sujarweni, V.W. 2015. *SPSS untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Sugiyono. 2012. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Swinburne, H. 1980. *Design Cost Analysis*. McGraw-Hill Book Company.
- Utomo, T. 2012. Estimasi Biaya Tahap Konseptual Bangunan Gedung Perkuliahan Umum dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Wesli. 2015. *Metodologi Penelitian Teknik Sipil*. Banda Aceh: Yayasan PeNa.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1



Lampiran 4

Rekap Data Sampel Penelitian				
Sampel	Plant & Natural Medicine	Engineering Biotech	Health Science	Natural Science & Food
Tahun	2018	2018	2018	2018
	644	672	644	640
Variabel Terikat				
(Y)	33651402830	36726018303	34153693396	30846356791
Variabel Bebas				
X1	2075808219	2128090180	2034618939	1975228492
X2	11555933238	12595105601	11546573427	10709127358
X3	8964764299	7820973185	7947788447	6714616886
X4	11054897073	14181849337	12624712583	11447384055
X5	1290139318	1177795142	112333161	1020859177

Harga per m ²							
Sampel Tahun	Plant & Natural Medicine 2018	Engineering Biotech 2018	Health Science 2018	Natural Science & Food 2018	Jumlah	Mean	Standar Deviasi
Variabel Terikat (Y)	52253731	54651813	53033685	48197432	208136662	52034165	2745897
Variabel Bebas							
X1	3223305	3166801	3159346	3086295	12635746	3158937	56220
X2	17943996	18742717	17929462	16733011	71349186	17837296	828475
X3	13920441	11638353	12341286	10491589	48391670	12097917	1434377
X4	17165989	21103942	19603591	17886538	75760060	18940015	1768229

Cost Significant Items				
No	Uraian	Variabel	Mean (Rp)	%
1	Jumlah Biaya Total	Y	52034165,48	100%
2	Pekerjaan Persiapan	X1	3158936,562	6%
3	Pekerjaan Struktur	X2	17837296,43	34%
4	Pekerjaan Arsitektur	X3	12097917,43	23%
5	Pekerjaan MEP	X4	18940015,07	36%

Uji Normalitas								
Y	Frekuensi	Kumulatif	Sn(x)	Z-Score	F(x)	Difference	Statistik	X2
48197432,49	1	1	0,25	-1,397260457	0,081167631	0,168832369	N sampel	4
53033685,40	1	2	0,5	0,36400491	0,642072829	0,142072829	Mean	52034165,48
52253731,10	1	3	0,75	0,079961351	0,531866003	0,218133997	Simpangan Baku	2745896,786
54651812,95	1	4	1	0,953294195	0,829779484	0,170220516	Dn	0,218133997
							Ks Tabel	0,381
							Normal	
X2	Frekuensi	Kumulatif	Sn(x)	Z-Score	F(x)	Difference	Statistik	X2
16733011,5	1	1	0,25	-1,332913531	0,091280091	0,158719909	N sampel	4
17929461,84	1	2	0,5	0,111247128	0,544289809	0,044289809	Mean	17837296,43
17943995,71	1	3	0,75	0,128790054	0,551238112	0,198761888	Simpangan Baku	828474,5462
18742716,67	1	4	1	1,09287635	0,862775953	0,137224047	Dn	0,198761888
							Ks Tabel	0,381
							Normal	
X3	Frekuensi	Kumulatif	Sn(x)	Z-Score	F(x)	Difference	Statistik	X3
10491588,88	1	1	0,25	-1,119878807	0,131382705	0,118617295	N sampel	4
11638352,95	1	2	0,5	-0,320393057	0,374335194	0,125664806	Mean	12097917,43
12341286,41	1	3	0,75	0,169668756	0,567364676	0,182635324	Simpangan Baku	1434377,124
13920441,46	1	4	1	1,270603109	0,89806506	0,10193494	Dn	0,182635324
							Ks Tabel	0,381
							Normal	
X4	Frekuensi	Kumulatif	Sn(x)	Z-Score	F(x)	Difference	Statistik	X4
17165989,24	1	1	0,25	-1,003278545	0,157863242	0,092136758	N sampel	4
17886537,59	1	2	0,5	-0,595781268	0,27566068	0,22433932	Mean	18940015,07
19603590,97	1	3	0,75	0,375277213	0,646272844	0,103727156	Simpangan Baku	1768228,604
21103942,47	1	4	1	1,223782601	0,889482875	0,110517125	Dn	0,22433932
							Ks Tabel	0,381
							Normal	

	X2	X3	X4
	2,68899E+13	2,2414E+13	3,99202E+13
	2,72989E+13	4,72638E+13	5,82645E+13
Korelasi Pearson	0,985017593	0,474230978	0,685155232
	0,970259658		
F	65,24872215		
F tabel	10,12796449		
Sig	0,0039642		

	X3	X4
	6,29855E+12	1,19779E+13
	1,42601E+13	1,75792E+13
Korelasi	0,441689275	0,681368064
	0,039159272	0,013995702
	0,154720122	0,12622606
Korelasi Parsial	0,253097473	0,110878074
	0,816545352	0,91871481

Uji t					
	4	2			
Y1	Y2	Y1 ²	Y2 ²	S1 ²	S2 ²
52253731,1	52382511,24	2,73045E+15	2,74393E+15	128780,135	16584323160
54651812,95	54990130,05	2,98682E+15	3,02391E+15	338317,1002	1,14458E+11
53033685,4	52335061,89	2,81257E+15	2,73896E+15	-698623,5064	4,88075E+11
48197432,49	48428958,76	2,32299E+15	2,34536E+15	231526,2712	53604414263
52034165,48	52034165,48	1,08528E+16	1,08522E+16	1,53556E-05	6,72722E+11
Mean Y1	52034165,48				
Mean Y2	17837296				
S12	3,39198E+15	2745896,786	7,53995E+12		
S22	3,39176E+15	2704756,642	7,31571E+12		
	4,4567E+13				
F	1,015210294				
F tabel	9,276628153	homogen			
	6				
S	2725404,342				
	34196869,05				
	1927151,892				
t hitung	17,74477103				
t tabel	2,968686684				
	2,05758E-06				

	Biaya Aktual	Biaya Estimasi	Akurasi	CMF	Estimasi Biaya
		Model			
	52253731	52382511	0,239	1,00246	52378774
	54651813	54990130	0,612	1,00619	54986206
	53033685	52335062	-1,324	0,98683	52331328
	48197432	48428959	0,473	1,00480	48425503
				1,00007	
Min			-1,32436149		
Max			0,611861599		
Rata-rata			0,44145383		