



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL PADA KONSTRUKSI  
GEDUNG PERKANTORAN DENGAN METODE FUZZY  
LOGIC**

**SKRIPSI**

**JENNYVERA  
0806454310**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL PADA KONSTRUKSI  
GEDUNG PERKANTORAN DENGAN METODE FUZZY  
LOGIC**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**JENNYVERA  
0806454310**

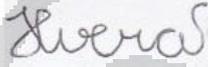
**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI  
DEPOK  
JUNI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Jennyvera**

**NPM : 0806454310**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 22 Juni 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Jennyvera  
NPM : 0806454310  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Estimasi Biaya Konseptual Pada Konstruksi Gedung Perkantoran dengan Metode Fuzzy Logic

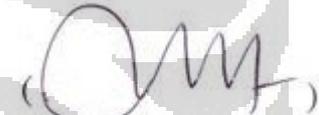
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Wisnu Isvara, M.T.



/Pembimbing 2 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief



Penguji 1 : Ir. Setyo Supriyadi, M.Si.



Penguji 2 : Rosnariani, S.T., M.T.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 22 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun untuk melengkapi persyaratan kurikulum Sarjana Reguler Bidang Studi Teknik Sipil, Kekhususan Manajemen Konstruksi, Universitas Indonesia. Saya menyadari tanpa bantuan dan dukungan berbagai pihak, skripsi ini tidak dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

- [1] Bapak Yusuf Latief, dan Bapak Wisnu Isvara selaku dosen pembimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih telah mengarahkan dan memberi saran kepada penulis
- [2] Para dosen Kekhususan Manajemen Konstruksi yang telah membagikan ilmu yang berharga kepada penulis
- [3] Bapak Panggih atas kesediaannya membantu penulis mendapatkan data penelitian.
- [4] Ludya Kesturi selaku teman sejawat di kekhususan manajemen konstruksi dan juga selaku teman sepenanggung dalam penelitian.
- [5] Ibu, yang telah menjadi ibu terbaik dan terhebat, selalu mendoakan penulis, setia membanguni penulis tiap pagi dan membuat penulis tertawa.
- [6] Papah, yang selalu mendoakan dan menyemangati penulis dalam akademis walaupun sering berselisih paham karena hal-hal kecil.
- [7] Ka Ai dan Ka Oko atas dukungan, yang telah menjadi kakak yang baik dan menjadi pribadi panutan penulis.
- [8] Jedo, yang selalu punya cara untuk membuat penulis tertawa bahkan disaat terburuk, mengajarkan penulis untuk membawa segala sesuatu dalam doa, menemani penulis selama tiga tahun ini dan membantu penulis dalam menemukan topik skripsi.
- [9] Hilda, Dian dan Intan yang telah menjadi teman terdekat penulis selama di perkuliahan, yang sabar menerima 'keanehan' penulis dan selalu menyemangati penulis.

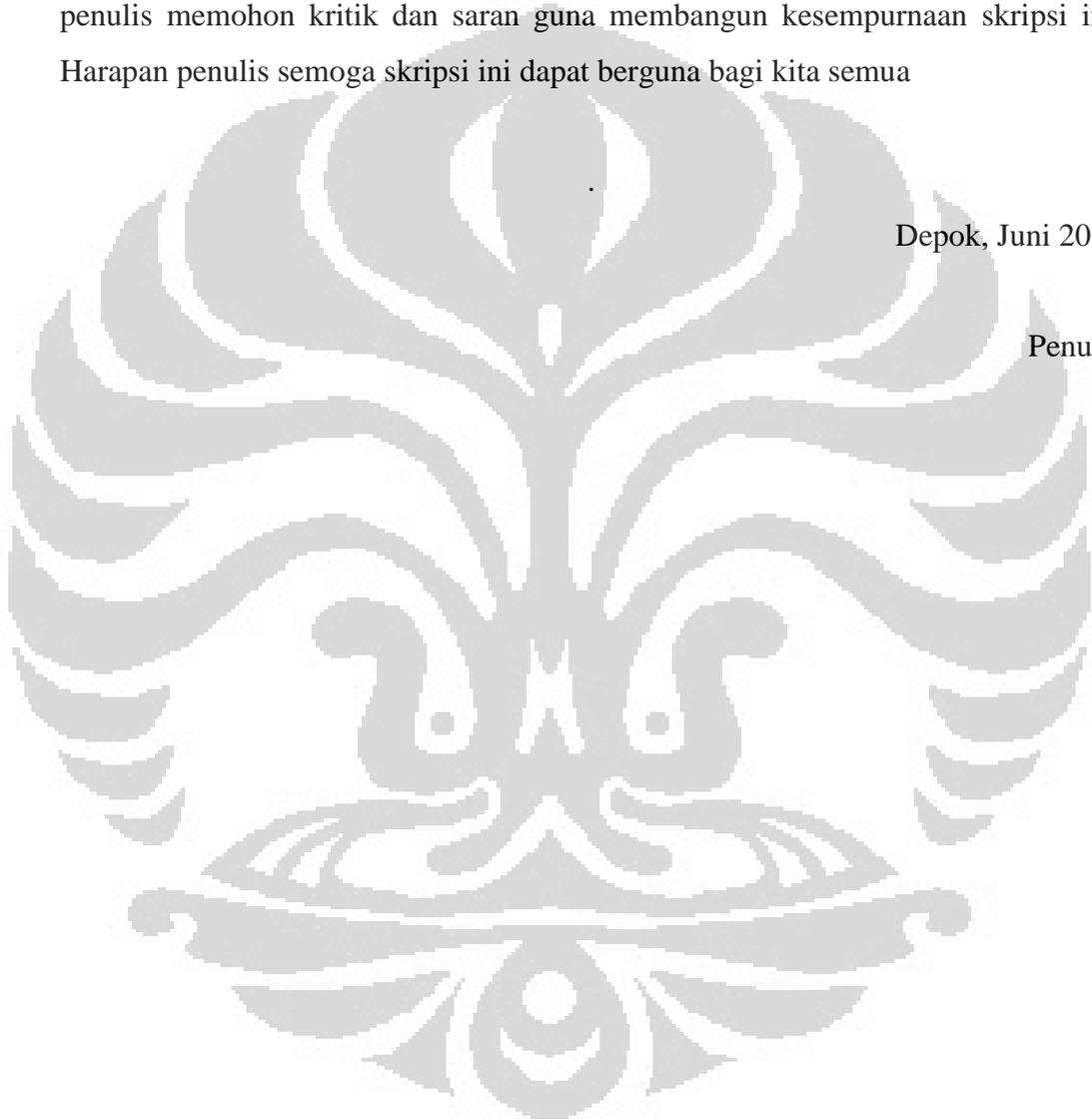
[10] Rizal, teman terdekat sekaligus ‘brother’ penulis, yang sering membuat penulis menangis dan berantem karena ‘mulut’ pedasnya tetapi sekaligus menjadi semangat penulis untuk berubah

[11] Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan moril.

Penulis menyadari akan keterbatasan dan wawasan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon kritik dan saran guna membangun kesempurnaan skripsi ini. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua

Depok, Juni 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jennyvera  
NPM : 0806454310  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Laporan Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

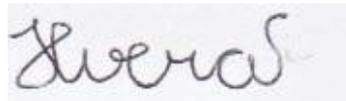
*ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL PADA KONSTRUKSI GEDUNG  
PERKANTORAN DENGAN METODE FUZZY LOGIC*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 22 Juni 2012

Yang menyatakan



(Jennyvera)

## ABSTRAK

Nama : Jennyvera  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Estimasi Biaya Konseptual pada Konstruksi Gedung  
Perkantoran dengan Fuzzy Logic

Estimasi biaya konseptual merupakan hal yang fundamental dalam suatu proyek konstruksi, dimana akan menentukan kelayakan dan budget pendanaan suatu proyek. Namun, kurangnya informasi dan gambar *design* yang belum lengkap pada tahapan konseptual, membuat estimasi ini sulit untuk dilakukan. Penelitian ini membahas faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi suatu gedung perkantoran dan membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual pada gedung perkantoran dengan *fuzzy logic*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat enam faktor utama yang mempengaruhi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran. Dengan keenam faktor ini, suatu permodelan estimasi biaya konseptual akan dibentuk dan dapat digunakan untuk memprediksi suatu proyek di masa mendatang.

Kata kunci :

Estimasi Biaya, Estimasi Biaya Konseptual, *Fuzzy Logic*

## ABSTRACT

Name : Jennyvera  
Study Program : Civil Engineering  
Title : Conceptual Cost Estimating in The Office Building  
Construction Using Fuzzy Logic Method

Conceptual cost estimation plays an important role in the construction projects, where this estimation will determine the project's feasibility and budget funds for a projects. However, due to the lack of information and incomplete construction drawings during the conceptual phase, the cost estimation becomes difficult task to do. This research identifies office building factors that significantly influence the cost of construction projects using fuzzy logic and develop a reasonably accurate conceptual cost prototype that can be used in the office building construction projects The results showed that there are six main factors affecting significantly conceptual cost estimation in office building construction. Along with these factors, a conceptual cost prototype is identified and can be used in construction projects later on.

Keywords :

Cost Estimation, Conseptual Cost Estimation, Fuzzy Logic

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah .....	4
1.2.1 Identifikasi Masalah.....	4
1.2.2 Signifikasi Masalah .....	5
1.3 Rumusan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Batasan Penelitian .....	7
1.7 Kerangka Model Operasional Penelitian.....	7
1.8 Keaslian Penelitian .....	8
1.9 Sistematika Penelitian .....	11
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Pendahuluan .....	12
2.2 Estimasi Biaya .....	12
2.2.1 Pengertian Estimasi Biaya .....	12
2.2.2 Jenis-jenis Estimasi Biaya .....	13
2.2.3 Metode Estimasi Biaya.....	16
2.2.4 Proses Estimasi Biaya.....	18
2.2.5 Kualitas Estimasi Biaya.....	20
2.2.6 Keakurasian Estimasi Biaya .....	21
2.3 Estimasi Biaya Konseptual.....	22
2.3.1 Definisi Estimasi Biaya Konseptual .....	22
2.3.2 Karakteristik Estimasi Biaya Tahap Konseptual. ....	24
2.3.3 Proses Estimasi Biaya Kontruksi Tahap Konseptual.....	25
2.3.4 Kualitas Input Estimasi Biaya Kontruksi Tahap Konseptual. ..	26
2.3.5 Output Estimasi Biaya Kontruksi Tahap Konseptual.....	31
2.3.6 Penilaian Kualitas Estimasi Biaya Tahap Konseptual.....	33
2.3.7 Faktor-faktor Estimasi Biaya Tahap Konseptual pada Gedung	34
2.4 Fuzzy logic .....	36
2.4.2 Konsep Fuzzy logic .....	38
2.4.3 Fuzzy Set .....	39
2.4.4 Fungsi Keanggotaan .....	41
2.4.5 Boolean logic dan Fuzzy logic .....	42

2.4.6	IF-THEN Rule .....	43
2.4.7	Fuzzy Inference System .....	45
2.5	Kesimpulan .....	46
2.5.1	Kerangka Berpikir/Konsep .....	46
2.5.2	Hipotesa .....	48
<b>3.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>49</b>
3.1	Pendahuluan .....	49
3.2	Pemilihan Strategi Penelitian .....	49
3.3	Proses Penelitian .....	51
3.4	Variabel Penelitian .....	52
3.5	Instrumen Penelitian .....	53
3.6	Pengumpulan Data .....	54
3.7	Metode Analisa .....	57
<b>4.</b>	<b>PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>60</b>
4.1	Pendahuluan .....	60
4.2	Pengumpulan Data .....	60
4.2.1	Kuesioner Validasi Variabel Terhadap Pakar .....	60
4.2.2	Survey Data Historis Proyek .....	63
4.2.3	Pemeriksaan Harga Satuan per m2 .....	67
4.2.4	Normalisasi Nilai Kontrak Proyek .....	70
4.2.5	Coding Data .....	74
4.3	Analisa Data .....	81
4.3.1	Analisa Deskriptif .....	81
4.3.2	Analisa Korelasi .....	84
4.4	Analisa Fuzzy Logic .....	86
4.4.1	Analisa Fuzzy Matlab .....	87
4.4.2	Analisa Fuzzy Manual .....	101
4.5	Uji Validasi .....	104
4.6	Analisa Sensitivitas .....	105
<b>5.</b>	<b>TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>108</b>
5.1	Temuan dan Bahasan Analisa Korelasi .....	108
5.2	Temuan dan Bahasan Analisa Fuzzy Logic Matlab .....	108
5.3	Temuan dan Bahasan Analisa Fuzzy Logic Manual .....	110
5.4	Temuan dan Bahasan Analisa Sensitivitas .....	111
<b>6.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>113</b>
6.1	Kesimpulan .....	113
6.2	Saran .....	113
	<b>DAFTAR ACUAN .....</b>	<b>115</b>
	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>116</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 2. 1	Faktor-faktor estimasi biaya tahap konseptual pada gedung.....	35
Tabel 3. 1	Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi gedung.....	53
Tabel 4. 1	Profil Pakar Kuesioner .....	61
Tabel 4. 2	Variabel Validasi Pakar .....	62
Tabel 4. 3	Faktor Lain Yang Mempengaruhi Biaya Konstruksi Konseptual Oleh Pakar .....	63
Tabel 4. 4	Survey Data Historis Proyek Gedung Perkantoran Tahap 2 .....	65
Tabel 4. 5	Tabel Pemeriksaan Data Terhadap Biaya per m <sup>2</sup> .....	67
Tabel 4. 6	Tabel Data Penelitian Setelah Pemeriksaan Terhadap Biaya per m <sup>2</sup> .....	69
Tabel 4. 7	Indeks Harga Konsumen Tahun 2009 .....	71
Tabel 4. 8	Indeks Harga Konsumen Tahun 2010 .....	72
Tabel 4. 9	Indeks Harga Konsumen Tahun 2011 .....	72
Tabel 4. 10	Indeks Harga Konsumen Tahun 2012 .....	72
Tabel 4. 11	Tabel Normalisasi Nilai Kontrak Proyek .....	73
Tabel 4. 12	Kategorisasi Lokasi Proyek .....	75
Tabel 4. 13	Kategorisasi Jenis Tanah .....	75
Tabel 4. 14	Kategorisasi Jenis Pondasi .....	75
Tabel 4. 15	Kategorisasi Fungsi Gedung .....	76
Tabel 4. 16	Kategorisasi Struktur Atap .....	76
Tabel 4. 17	Kategorisasi Penutup Dinding .....	77
Tabel 4. 18	Kategorisasi Penutup Lantai .....	77
Tabel 4. 19	Kategorisasi Bentuk Bangunan .....	77
Tabel 4. 20	Kategorisasi Lingkup Pekerjaan .....	78
Tabel 4. 21	Coding Data Penelitian .....	79
Tabel 4. 22	Analisa Deskriptif .....	84
Tabel 4. 23	Faktor signifikan Hasil Analisa Korelasi .....	85
Tabel 4. 24	Rekapitulasi Data Pembentuk Model .....	86
Tabel 4. 25	Rekapitulasi Data Uji Validasi .....	87
Tabel 4. 26	Perbandingan Permodelan dengan Variasi <i>Membership Function</i> .....	89
Tabel 4. 27	Data Pembentuk Model Fuzzy Matlab .....	97
Tabel 4. 28	Data Pembentuk Model pada Analisa Fuzzy Manual .....	103
Tabel 4. 29	Perbandingan Fuzzy Matlab dan Fuzzy Manual .....	103
Tabel 4. 30	Uji Validasi Model Fuzzy Matlab .....	105
Tabel 5. 1	Tabel perbandingan permodelan fuzzy matlab dan manual .....	111

## DAFTAR GAMBAR

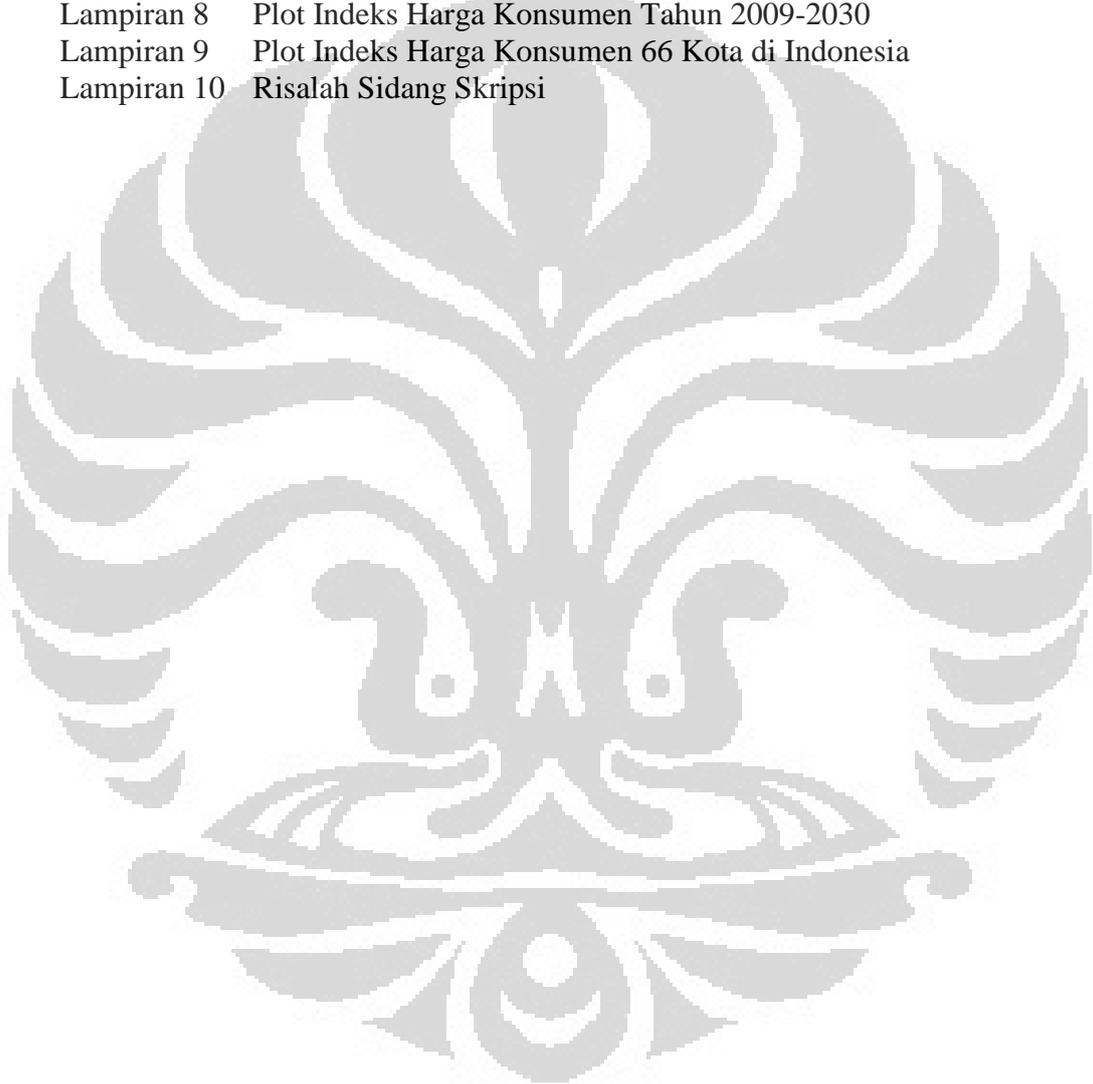
Gambar 1. 1	Kerangka Model Operasional Penelitian .....	8
Gambar 2. 1	Tahapan Proyek.....	14
Gambar 2. 2	Skema Definitive Estimate.....	15
Gambar 2. 3	Grafik Tingkat Deviasi Estimasi Biaya terhadap Fase Konstruksi .....	16
Gambar 2. 4	Proses Estimasi Biaya .....	19
Gambar 2. 5	Tahapan Proyek.....	22
Gambar 2. 6	Alur proses estimasi biaya tahap awal .....	26
Gambar 2. 7	Alur Proses Estimasi Biaya Tahap Awal Alfredo.....	27
Gambar 2. 8	Elemen Yang Diperlukan Pada Proses Estimasi Biaya Pada Tahap Konseptual.....	30
Gambar 2. 9	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keakuratan Dari Estimasi Biaya Tahap Konseptual .....	33
Gambar 2. 10	Konsep Umum Kronologi Pembangunan FIS .....	39
Gambar 2. 11	Kurva Representasi Linear Naik .....	41
Gambar 2. 12	Kurva Representasi Linear Naik .....	42
Gambar 2. 13	Operasi fuzzy logic (multivalued logic).....	43
Gambar 2. 14	Kerangka berpikir.....	47
Gambar 2. 15	Hubungan hipotesa, tujuan dan judul penelitian .....	48
Gambar 3. 1	Strategi/Metodologi Penelitian .....	50
Gambar 3. 2	Tahapan Penelitian .....	51
Gambar 3. 3	Diagram alur proses penelitian.....	52
Gambar 4. 1	Pie Chart Jenis Tanah.....	82
Gambar 4. 2	Pie Chart Lokasi Proyek.....	82
Gambar 4. 3	Pie Chart Fungsi Gedung .....	82
Gambar 4. 4	Pie Chart Tipe Pondasi .....	82
Gambar 4. 5	Pie Chart Bentuk Bangunan .....	83
Gambar 4. 6	Pie Chart Struktur Atap.....	83
Gambar 4. 7	Pie Chart Penutup Dinding .....	83
Gambar 4. 8	Pie Chart Penutup Lantai .....	83
Gambar 4. 9	Pie Chart Lingkup Pekerjaan .....	84
Gambar 4. 10	FIS Editor Matlab.....	90
Gambar 4. 11	Membership Function Variabel Tinggi pada Matlab .....	91
Gambar 4. 12	Membership Function Variabel Luas pada Matlab .....	92
Gambar 4. 13	Membership Function Lapis Bangunan pada Matlab .....	92
Gambar 4. 14	Membership Function Variabel Lingkup Pekerjaan pada Matlab .....	93
Gambar 4. 15	Membership Function Variabel Nilai Kontrak pada Matlab.....	94
Gambar 4. 16	Rules Editor pada Matlab.....	95
Gambar 4. 17	Rules Viewer pada Matlab .....	96
Gambar 4. 18	Simulink Permodelan .....	98
Gambar 4. 19	Plot IHK Tahun Pembangunan Proyek .....	99
Gambar 4. 20	Plot Indeks Harga Konsumen pada 66 Kota di Indonesia.....	99
Gambar 4. 21	Simulink Permodelan untuk Peramalan Proyek di Masa Mendatang.....	100
Gambar 4. 22	Flow Fuzzy Manual .....	102

Gambar 4. 23	Analisa Sensitivitas Ketinggian Terhadap Nilai Kontrak .....	106
Gambar 4. 24	Analisa Sensitivitas Luas Terhadap Nilai Kontrak .....	106
Gambar 4. 25	Analisa Sensitivitas Jumlah Tingkat Terhadap Nilai Kontrak..	107



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kuesioner Validasi Variabel Terhadap Pakar
- Lampiran 2 Kuesioner Pengumpulan Data Terhadap Responden
- Lampiran 3 Tabulasi Pengumpulan Data Historis Tahap I
- Lampiran 4 Output Analisa Deskriptif
- Lampiran 5 Output Analisa Korelasi
- Lampiran 6 Analisa Fuzzy Matlab
- Lampiran 7 IF-THEN Rules Identification Pada Fuzzy Logic
- Lampiran 8 Plot Indeks Harga Konsumen Tahun 2009-2030
- Lampiran 9 Plot Indeks Harga Konsumen 66 Kota di Indonesia
- Lampiran 10 Risalah Sidang Skripsi



# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas dan dimaksudkan untuk melaksanakan suatu tugas yang telah ditentukan (Soeharto, 1990). Tahap paling awal pada suatu proyek, yaitu perencanaan dimana secara umum perencanaan dapat didefinisikan sebagai suatu tahapan meletakkan dasar tujuan dan sasaran berikut menyiapkan langkah-langkah kegiatan termasuk menyiapkan berbagai sumber daya untuk mencapai tujuan tersebut (Halpin, 1990). Salah satu hal penting yang harus dilakukan pada tahap awal merencanakan suatu proyek adalah memperkirakan besarnya biaya yang akan dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut.

Estimasi biaya merupakan suatu tahapan krusial yang menentukan keberhasilan dalam suatu proyek konstruksi. Tahapan konseptual merupakan fase pada suatu proyek dimana seluruh kebutuhan proyek diidentifikasi melalui informasi yang terbatas sehingga akan menghasilkan tujuan dan sasaran proyek yang ditentukan (Wideman, 1995). 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 (Schuette & Liska, 1994). Estimasi biaya tahap konseptual merupakan input fundamental untuk proses awal *decision making* suatu proyek sehingga merupakan salah satu dari output perencanaan biaya awal dan merupakan salah satu bagian informasi terpenting. Perhitungan biaya dari *conceptual estimate* berasal dari perhitungan detail proyek sebelumnya, kemudian digabungkan menjadi pekerjaan paket-paket pekerjaan. Tersedianya *database* berupa perhitungan biaya proyek sebelumnya akan membantu proses estimasi konseptual sehingga dalam penyajiannya dihasilkan yang terbaik dan selengkap mungkin. Pada tahap ini perhitungan dapat berubah dan dapat dilakukan revisi berulang kali.

Estimasi tahap konseptual adalah bagian yang sangat rumit untuk dilakukan dan menghadapi banyak permasalahan. Pada tahap ini informasi yang

dimiliki sangat terbatas dan detail gambar belum tersedia sehingga perhitungan kuantitasnya belum pasti. Oleh karena itu, karakteristik dari estimasi tahap konseptual adalah merupakan suatu proses yang tidak pasti, karena perhitungannya berdasarkan sejumlah besar penilaian, pengalaman, kurang tersediannya informasi serta adanya ketidakpastian selama tahap konseptual (Schuette & Liska, 1994). Menurut *Journal of the Eastern Asia Society*, permasalahan yang terjadi dalam melakukan estimasi tahap konseptual ini antara lain, kurangnya *preliminary information*, kurangnya data historis dari pekerjaan-pekerjaan sejenis sebelumnya, dan kurangnya pengetahuan tentang metode pendekatan estimasi biaya yang *ter-update*. Selain itu kesulitan dalam mengestimasi biaya proyek pada tahap konseptual ini dikarenakan informasi yang dimiliki sekedar lingkup proyek sedangkan tingkat ketidakpastian (*uncertainties*) di lapangan yang tinggi, detail gambar yang belum tersedia, spesifikasi teknis yang belum tersedia, regulasi yang berlaku di wilayah setempat, kemampuan estimator, dll. Hasil estimasi yang buruk dapat membuat keterlambatan proyek, *reorganization* dan *replanning*, yang akan berdampak pada kenaikan biaya proyek yang signifikan (Phaobunjong & Nuntapong, 2002).

Penelitian menunjukkan pentingnya keakuratan estimasi biaya konseptual dan upaya yang dilakukan untuk meningkatkan proses estimasi biaya konseptual, terutama pada proyek konstruksi gedung. Proses estimasi biaya pada proyek konstruksi gedung merupakan proses pemikiran yang kompleks karena terdiri dari sejumlah item pekerjaan yang melibatkan banyak sumber daya manusia dan memiliki metode pekerjaan yang bervariasi (Phaobunjong & Nuntapong, 2002). Proyek konstruksi gedung memiliki kompleksitas dan ketidakpastian yang tinggi, sehingga berbagai faktor dapat mempengaruhi proses dan biaya konstruksi tersebut. Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas dari hasil estimasi biaya konseptual ini diperlukan suatu permodelan estimasi berdasarkan database proyek-proyek sejenis sebelumnya.

Meskipun estimasi biaya pada tahap konseptual sangat penting, namun tidak mudah untuk dilakukan karena kurangnya informasi yang tersedia pada tahap awal proyek konstruksi (Hegazy & Fazio, 1994). Oleh karena itu, banyak permodelan estimasi biaya konstruksi yang telah dikembangkan. Pendekatan

untuk biaya estimasi berdasarkan pada statistik (Wilson, 1982) dan analisa regresi linier (Kouskoulas, 1975) telah dikembangkan sejak tahun 1970-an. Namun metode regresi ini kurang sesuai untuk menggambarkan hubungan non-linier yang multidimensi, yang terdiri dari berbagai input dan output permasalahan (C.M. & Thomas K. L., 1999). Permodelan estimasi lainnya yang telah dikembangkan sebagai alternatif dari regresi, diantaranya adalah *Neural networks* (Hegazy & Ayed, 1998; Sonmez, 2004) and *Case-based Reasoning* (Chou, 2009; Dogan, Arditi, & Gunaydin, 2006; Wang, Chiou, & Juan, 2008). *Neural networks* dan *Case-based reasoning*, mengidentifikasi suatu titik acuan untuk melakukan estimasi biaya. Namun, informasi mengenai tingkat variabilitas yang mempengaruhi biaya proyek tidak termasuk pada titik acuan tersebut. Sedangkan inklusi variabel estimasi menjadi suatu hal yang penting untuk pengambilan keputusan (*decision making*), dimana estimasi tahap konseptual memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi.

Pada tahun 1965, Lofti A. Zadeh memperkenalkan teori fuzzy, yang secara tidak langsung mengisyaratkan bahwa tidak hanya teori probabilitas saja yang dapat digunakan untuk merpresentasikan masalah ketidakpastian. Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial (Tettamanzi, 2001). Pada penelitian ini, penulis akan membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual dengan menggunakan metode fuzzy logic. Metode ini dipilih karena dapat mencari respons atau hubungan berdasarkan variabel-variabel yang tidak presisi. Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian tahap konseptual haruslah memiliki sifat-sifat yang bersifat mudah untuk dikuantifikasi nilainya dan ketersediaan parameter tersebut pada tahap awal (Phaobunjong & Nuntapong, 2002). Untuk itu dengan banyaknya parameter-parameter yg dapat diidentifikasi sewaktu awal estimasi diharapkan dapat membantu meningkatkan tingkat akurasi estimasi biaya awal suatu proyek konstruksi yang mana merupakan suatu langkah awal suksesnya suatu proses estimasi pada proyek itu sendiri nantinya.

## 1.2 Batasan Masalah

Perumusan masalah adalah untuk membatasi masalah penelitian yang telah ditetapkan. Perumusan masalah juga merupakan inti dari suatu penelitian. Berdasarkan uraian latar belakang dari penelitian ini, maka perlu dilakukan deskripsi dan signifikansi masalah penelitian yang akan dilakukan, sehingga akan mendapatkan suatu rumusan masalah yang akan dijawab dari penelitian ini.

### 1.2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap perencanaan, *owner* memerlukan estimasi *range* nilai proyek sebagai landasan keputusan *owner* apakah proyek tersebut layak dilakukan atau tidak. Estimasi yang dilakukan dimana informasi proyek masih sangat terbatas dan *detailed shop drawing* dan perhitungan volumetrik belum dilakukan disebut *Conceptual Estimate*. Pada tahap *conceptual estimate* ini, diperlukan keterampilan dari seorang estimator agar estimasi nilai proyek semakin mendekati keakurasian dengan biaya proyek di lapangan (*after-construction*).

Estimasi tahap konseptual merupakan bagian yang sangat rumit untuk dilakukan dan menghadapi banyak permasalahan yang berhubungan dengan beberapa fungsi estimasi, diantaranya yaitu definisi lingkup yang terbatas, perhitungan kuantitas yang belum pasti, kalkulasi dan hasil estimasi, dan tingkat keakurasian estimasi.

Menurut AACE pada tahapan konseptual ini dibuat dengan keterbatasan informasi pada lingkup proyek dan belum masuk kedalam tahap *design* dan *engineering*. Adapun menurut AACE tahap konseptual dimulai dari kelas 5 sampai kelas 3. Pada kelas 3 menurut AACE tingkat akurasi diharapkan berada dalam rentang -20% sampai +30% dari biaya proyek sebenarnya. Maka dari itu sangatlah diperlukan dilakukan pengembangan-pengembangan metode estimasi biaya pada tahap konseptual. Tujuannya adalah tidak lain agar tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar antara estimasi biaya konseptual dengan biaya proyek nantinya atau dengan kata lain dapat meningkatkan tingkat akurasi dari estimasi tahap konseptual.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keakurasiaan estimasi biaya konseptual diantaranya adalah kualitas lingkup dan kualitas informasi. Hal ini

membutuhkan kecakapan seorang estimator dalam menginterpretasikan informasi tersebut. Selain itu keakurasian estimasi biaya konseptual juga dipengaruhi oleh level ketidakpastian (*uncertainties level*) pada suatu proyek konstruksi. Semakin tinggi level ketidakpastian, maka pada umumnya nilai estimasi biaya konseptual akan menjauhi nilai biaya aktual.

Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengembangkan keakurasaan suatu estimasi biaya pada tahap konseptual. Metode –metode tersebut dikembangkan untuk mencari hubungan antar variabel terhadap suatu biaya konstruksi, salah satunya dengan menggunakan metode *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* merupakan suatu metode pemetaan atau hubungan input dan output dari suatu sistem berdasarkan data input-output. Dari sekian banyak alternatif yang tersedia, sistem fuzzy seringkali menjadi pilihan yang terbaik. Menurut Lofti A. Zadeh, dalam hampir setiap kasus, Anda dapat membangun sistem yang bisa menggantikan hubungan *blackbox* tanpa menggunakan fuzzy logic, namun apabila memakai *fuzzy logic*, rancang bangun sistem dapat dilakukan lebih cepat dan efisien.

### 1.2.2 Signifikansi Masalah

*Conceptual costestimate* merupakan basis dari evaluasi proyek, desain *engineering*, *budgeting* biaya, serta manajemen biaya, yang tidak hanya memiliki peranan penting pada studi kelayakan suatu proyek, melainkan juga merupakan hal fundamental bagi kesuksesan suatu proyek. Estimasi konseptual merupakan salah satu dari output perencanaan biaya awal dan merupakan salah satu bagian informasi terpenting (Cheng M. & Hsieh, 2008).

Saat ini di Indonesia tersedia pedoman teknis dalam menentukan estimasi biaya awal proyek hanya untuk konstruksi bangunan gedung serta rumah Negara. Pedoman tersebut berupa Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/2007 yang mengatur secara teknis bagaimana menghitung estimasi biaya konstruksi bangunan gedung serta rumah negara pada tahap konseptual melalui parameter-parameter seperti lokasi, kelas bangunan, luas lantai dan jumlah lantai. Namun pedoman tersebut sulit untuk dipergunakan dan perhitungan harga satuan per m<sup>2</sup> untuk bangunan non-standard penggunaannya terbatas hingga bangunan berlantai 8.

Sehingga untuk bangunan diatas 8 lantai diperlukan analisa lebih lanjut dan pedoman tersebut tidak dapat digunakan.

Banyak penelitian-penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan permodelan estimasi biaya konseptual pada proyek konstruksi gedung. Adapun penelitian ini menitikberatkan pada proyek konstruksi secara lebih spesifik yaitu gedung perkantoran, dimana dengan memperkecil ruang lingkup penelitian didapatkan suatu permodelan estimasi biaya yang akurat dan aplikatif. Permodelan estimasi biaya pada konstruksi gedung perkantoran ini bertujuan untuk mencari hubungan setiap variabel dengan biaya konstruksi gedung perkantoran, tetapi parameter-parameter tersebut hanya merepresentasikan ukuran fisik dari proyek (*scale of the project*) saja. Penelitian ini secara khusus hanya meninjau parameter-parameter yang memiliki korelasi erat terhadap biaya konseptual suatu konstruksi gedung perkantoran pada tahap skematik, dimana proses perencanaan telah mencapai 30%.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjabaran latar belakang di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel apa saja yang mempengaruhi biaya konstruksi gedung perkantoran pada tahap konseptual?
- b. Bagaimana membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran dengan menggunakan metode fuzzy logic?

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengidentifikasi variabel apa saja yang mempengaruhi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran.
- b. Membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran dengan metode fuzzy logic.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif berupa masukan kepada beberapa pihak, antara lain :

- a. Bagi Penulis, sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana bidang kekhususan manajemen konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia dan menambah wawasan khususnya dalam ilmu manajemen biaya proyek.
- b. Universitas Indonesia dan Perguruan Tinggi lainnya dengan harapan dapat menambah pengetahuan mengenai estimasi biaya proyek.

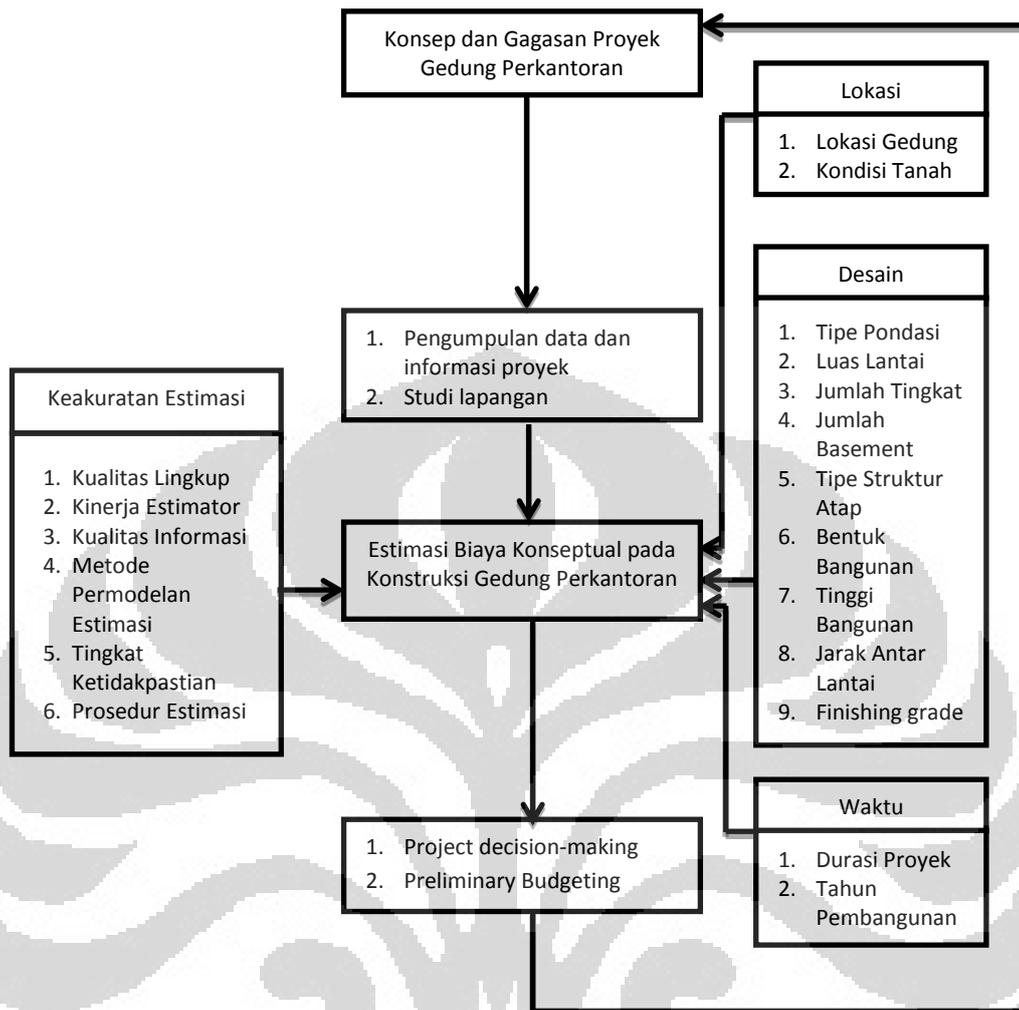
### **1.6 Batasan Penelitian**

Penelitian ini menitikberatkan pada konstruksi gedung perkantoran di Jakarta. Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Sampel penelitian ini difokuskan pada biaya konstruksi gedung perkantoran di Jakarta.
- b. Adapun yang dimaksud parameter biaya konseptual konstruksi disini adalah parameter-parameter biaya dari bentuk fisik bangunan gedung perkantoran (Total biaya konstruksi bangunan diluar biaya pembebasan lahan, perhitungan harga tanah, pajak, pemeliharaan, perbaikan gedung dan finansial lainnya, dll).

### **1.7 Kerangka Model Operasional Penelitian**

Kerangka konsep penelitian pada dasarnya adalah kerangka hubungan antara konsep-konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian-penelitian yang dilakukan. Kerangka operasional atau kerangka kerja adalah kerangka yang menyatakan tentang urutan langkah dalam melaksanakan penelitian. Gambar dibawah ini menerangkan tentang kerangka model operasional pada penelitian ini.



Gambar 1. 1 Kerangka Model Operasional Penelitian

Sumber : Hasil Olahan

### 1.8 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses estimasi biaya pada tahap konseptual pada konstruksi gedung perkantoran ini sepanjang pengetahuan penulis belum pernah dilaksanakan. Penelitian yang relevan dengan skripsi ini dan pernah dilakukan diantaranya :

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Lokasi Penelitian dan Tahun	Latar Belakang	Tujuan	Research Qusetion	Kajian Literatur	Metode Penelitian	Metode Analisa	Data Penelitian
1	Parametric Cost Estimating Model For Conceptual Cost Estimating Of Building Construction Projects	Kan Phaobunjong, B.S., M.S.	The University of Texas at Austin May 2002	Estimasi biaya konseptual merupakan hal yang sangat penting pada tahap awal sebuah proyek. Estimasi ini digunakan untuk pengambilan keputusan kelayakan suatu proyek dan hasil estimasi ini berguna sebagai budgeting proyek. Namun estimasi ini dilakukan pada saat gambar design belum dimiliki sehingga informasi yang dimiliki sangat terbatas. Mengestimasi biaya pada suatu gedung merupakan proses yang sulit karena proyek ini terdiri dari berbagai aktivitas pekerjaan, ketidakpastian yang tinggi dan metode yang bervariasi, sehingga menghasilkan biaya konstruksi yang bervariasi pula. Oleh karena itu diperlukan suatu tools yang mampu menghasilkan estimasi biaya yang memiliki nilai keakurasian yang tinggi.	1. Mengembangkan suatu permodelan parametric estimasi biaya konseptual pada proyek konstruksi gedung. 2. Mengidentifikasi variabel apa saja yang mempengaruhi estimasi biaya konseptual.	1. Bagaimana mengembangkan suatu permodelan parametric estimasi biaya konseptual pada proyek konstruksi gedung? 2. Variabel apa saja yang mempengaruhi estimasi biaya konseptual?	1. Tipe estimasi biaya pada proyek konstruksi gedung 2. Dasar Estimasi Biaya Konseptual 3. Elemen Input pada Estimasi Biaya Konseptual 4. Metode Parametrik pada Estimasi Biaya Konseptual 5. Kegunaan Estimasi Biaya Konseptual	studi kasus dan survey	Multiple Regression Analysis	1. Data historis biaya konstruksi gedung. 2. Data indeks bi
2	Estimasi Biaya Konseptual pada Bangunan Pabrik Jabodetabek dengan Artificial Neural Network	Julian Bagus H.	Universitas Indonesia 2008	Estimasi biaya awal proyek merupakan salah satu tahapan yang paling penting dalam manajemen proyek konstruksi. Berhasil atau tidaknya sebuah proyek konstruksi sangat tergantung pada keakurasian estimasi yang dilakukan sepanjang proyek mulai dari konseptual sampai estimasi kelayakan dan estimasi detail atau bid estimates. Estimasi biaya awal proyek atau tahap konseptual dibuat sebelum adanya gambar rencana dengan kata lain informasi yang didapat masih sangat minim oleh karena itu baik tingkat keakuratan dan ketepatannya pun masih sangat minim. Adapun tujuan penulisan ini penulis bermaksud mencoba menyelesaikan kesulitan-kesulitan yang biasa ditemukan pada tahap konseptual yang umumnya disebabkan oleh kekurangan sejumlah informasi di awal, kekurangan basis data dari proyek sebelumnya, metode yang pernah dipakai sebelumnya dan sejumlah ketidakpastian dari proyek-proyek sebelumnya yang se-type dengan menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) pada suatu proyek konstruksi bangunan pabrik.	1. Mengidentifikasi factor-faktor yang berpengaruh terhadap biaya pembangunan kontruksi bangunan pabrik. 2. Membuat model estimasi biaya konstruksi pada tahap konseptual dengan metode ANN.	1. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap biaya pembangunan kontruksi pabrik? 2. Bagaimana membuat suatu model berdasarkan factor-faktor yang berpengaruh terhadap biaya pembangunan kontruksi pabrik dengan menggunakan metode ANN dalam rangka meningkatkan akurasi estimasi biaya konseptual?	1. Estimasi Biaya dan Akurasi Biaya Proyek 2. Definisi Estimasi Biaya Tahap Konseptual 3. Pabrik 4. Estimasi dengan Nilai Rentang ( Range Estimasi) 5. Artifial Neural Network (ANN)	studi kasus dan survey	Artificial Neural Network (ANN)	Data historis biaya proyek pembangunan pabrik manufaktur yang berada di Jabodetabek
3	Conceptual Cost Estimation of Building Projects with Regression Analysis and Neural Networks	Rifat Sonmez	Departement of Civil Engineering, Middle East Technical University, Turkey August 2004	Estimasi biaya konseptual, yang disebut juga estimasi biaya pre-design, merupakan estimasi yang dilakukan pada tahap awal proyek, dimana gambar dan spesifikasi proyek belum tersedia. Estimasi biaya konseptual diharapkan mampu memeberikan pendekatan biaya aktual proyek dengan keakurasian yang tinggi. Beberapa teknik estimasi telah dikembangkan pada tahap konseptual proyek, diantaranya adalah analisa regresi dan jaringan syaraf (ANN)	Memrbandingkan permodelan estimasi biaya konseptual pada gedung menggunakan analisa regresi dan jaringan syaraf (ANN).	Bagaimana perbandingan permodelan estimasi biaya konseptual pada gedung menggunakan analisa regresi dan jaringan syaraf (ANN)?	1. Estimasi Biaya dan Akurasi Biaya Proyek 2. Definisi Estimasi Biaya Tahap Konseptual 3. Analisa Regresi 4. Neural Network	studi kasus dan survey	Anlisa Regresi dan Neural Networks	30 Data historis proyek gedung yang didirikan oleh sebuah kontrakt di United States

Tabel 1.2 (Sambungan)

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Lokasi Penelitian dan Tahun	Latar Belakang	Tujuan	Research Qusetion	Kajian Literatur	Metode Penelitian	Metode Analisa	Data Penelitian
5	Comparing Cost Prediction Methods for Apartment Housing Projects : CBR versus ANN	Sang-Yom Kim, Jae-Won Choi, Gwang-Hee Kim and Kyung-In Kang	Departemnt of Architectural Engineering, Korea University May 2005	Estimasi biaya memegang peranan yang penting pada suatu proyek konstruksi. Kualitas dari suatu estimasi biaya bergantung pada tingkat keakurasaan estimasi tersebut. Estimasi ini dilakukan ketika informasi proyek sangat terbatas, sehingga sangat sulit mengestimasi biaya proyek pada tahap awal suatu proyek konstruksi. Meode konvensional yang telah sering digunakan untuk mengestimasi biaya proyek melalui data historis proyek adalah analisa regresi. Namun metode ini memiliki kekurangan yaitu hanya mampu mengolah variabel yang dominan dan tidak dapat menginterpretasikan interaksi setiap variabel terhadap biaya konstruksi. Case-Based Reasoning (CBR) dan Artificial Neural Network (ANN) mampu memprediksikan biaya pada proyek konstruksi yang memiliki variabel yang sangat banyak.	Membandingkan keakurasaan estimasi biaya dengan metode case-based reasoning (CBR) dan artificial neural network (ANN)	Bagaimana perbandingan keakurasaan estimasi biaya dengan metode case-based reasoning (CBR) dan artificial neural network (ANN)	1. Estimasi Biaya Konseptual 2. Case-Based Reasoning 3. Artificial Neural Network	studi kasus dan survey	Case-Based Reasoning (CBR) dan Artificial Neural Network (ANN)	540 Data historis biaya konstruksi apartemen di Korea yang dibangun pad rentang tahun 1997-2001. 30 data dianatranya digunakan untuk testing.

Sumber : Hasil Olahan

## 1.9 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dalam laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bab 1 Pendahuluan

Berisi latar belakang yang mendasari penelitian; rumusan masalah yang didapatkan dari indentifikasi permasalahan serta tingkat signifikansinya; tujuan dan batasan penelitian terutama dalam menjawab rumusan masalah; manfaat penelitian serta keaslian penelitian yang dilakukan.

b. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Berisi mengenai teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian, mencakup teori-teori mengenai penjelasan berbagai tipe estimasi biaya, proses penyusunan, akurasi dari estimasi pada tiap tahapan proyek, teori mengenai metode Fuzzy Logic, penelitian sejenis serta aplikasi dan pengembangan model biaya berdasarkan Fuzzy Logic akan dijelaskan secara detail pada bab ini.

c. Bab 3 Metodologi Penelitian

Menjelaskan metode penelitian yang diambil sesuai dengan permasalahan penelitian serta rumusan masalah penelitian. Selain itu pada bab ini juga memberikan penjelasan tentang pengambilan data dan metode analisa yang digunakan.

d. Bab 4 Pengolahan dan Analisa Data

Menjelaskan proses pengumpulan data dan proses pengolahan data hingga data siap untuk dianalisa sesuai dengan tujuan penelitian.

e. Bab 5 Temuan dan Bahasan

Menjelaskan seluruh temuan yang didapatkan selama proses penelitian dilakukan dan membahas keseluruhan hasil penelitian yaitu permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran.

f. Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Memberikan kesimpulan terhadap hasil penelitian untuk menjawab rumusan masalah serta saran sehubungan dengan penelitian lebih lanjut

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

Manajemen biaya proyek merupakan salah satu hal yang menentukan keberhasilan suatu proyek. Ketika manajemen biaya diintegrasikan dengan manajemen kualitas dan manajemen waktu, maka ketiganya akan membentuk suatu sasaran proyek. Manajemen biaya berperan dalam seluruh fase proyek, dimana manajemen biaya terdiri dari perencanaan biaya (*cost planning*) dan pengendalian biaya (*cost control*).

Tahap konseptual merupakan tahapan paling pertama dimana manajemen biaya berperan dalam mengestimasi biaya proyek. Pada tahap ini, hasil estimasi tersebut akan digunakan sebagai basis pada tahap perencanaan dan kontrol design pada tahap *engineering*.

Pada bab ini akan dipaparkan kajian pustaka yang mendalam mengenai berbagai tipe estimasi biaya pada fase-fase proyek, estimasi biaya konseptual, faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi gedung perkantoran dan aplikasi fuzzy logic dalam estimasi biaya konseptual pada gedung perkantoran.

#### **2.2 Estimasi Biaya**

##### **2.2.1 Pengertian Estimasi Biaya**

Estimasi biaya adalah suatu proses penentuan atau determinasi tentang biaya-biaya yang terlibat untuk suatu konstruksi untuk setiap proyek yang ada. Menurut National Estimating Society-USA, estimasi adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Estimasi biaya juga dapat didefinisikan sebagai evaluasi biaya dari seluruh elemen proyek yang perhitungannya berdasarkan lingkup pekerjaan yang telah disetujui (Phaobunjong, 2002). Estimasi yang dilakukan pada berbagai tahapan proyek memiliki tingkat keakurasian yang bervariasi. Berbagai tipe dan cara dalam mengestimasi biaya akan tergantung pada data atau informasi yang tersedia dalam mengestimasi biaya akan tergantung pada data atau informasi yang tersedia, batas waktu, dan tujuan dari estimasi tersebut.

### 2.2.2 Jenis-jenis Estimasi Biaya

Terdapat berbagai jenis estimasi biaya yang dilakukan sesuai tahapan proyek, masing-masing jenis estimasi memiliki tingkat keakurasian yang berbeda-beda. Keakurasian estimasi semakin meningkat seiring dengan berjalannya tahapan proyek yang bertambahnya detail informasi yang tersedia (Sodikov 2002).

#### 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 *scope document*, 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  $\pm 15$  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  $\pm 10$  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  $\pm 5\%$  sampai dengan 10% dapat disediakan pada tahap ini.

#### d. Estimasi untuk Konstruksi

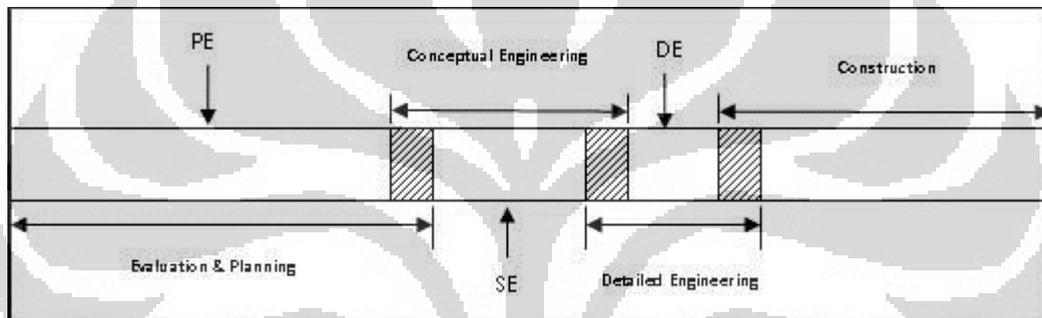
Estimasi ini merupakan perhitungan biaya berdasarkan set lengkap dari dokumen kontrak. Estimasi untuk konstruksi dapat dibuat berdasarkan biaya rata-rata historis atau dengan mendata pekerja serta pekerjaan dan menghitung biaya produksi. Metode yang digunakan bergantung pada tipe konstruksi. Seperti 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, diakibatkan oleh perubahan pekerjaan yang diminta oleh *owner* pada proyek.

Sedangkan menurut Asiyanto, proyek selalu memiliki 4 tahapan, antara lain:

- a. Tahapan *Evaluation and Planning*
- b. Tahapan *Conceptual Engineering*
- c. Tahapan *Detailed Engineering*
- d. Tahapan *Construction*



Gambar 2. 1 Tahapan Proyek

Sumber : Asiyanto

Dalam tahapan-tahapan tersebut, ada tiga macam *costestimate* proyek yang diperlukan pada saat yang bersangkutan, yaitu :

a. *Preliminary Estimate*(PE)

Estimasi biaya ini berada pada tahapan planning. Pada tahap ini desain proyek belum ada, tetapi informasi yang dimiliki masih dalam berupa gagasan. Namun demikian estimasi biaya ini harus dilakukan sebagai analisa keputusan proyek atau studi kelayakan. Pada tahap ini, biaya proyek dihitung secara kasar berdasarkan dari perhitungan proyek sejenis sebelumnya.

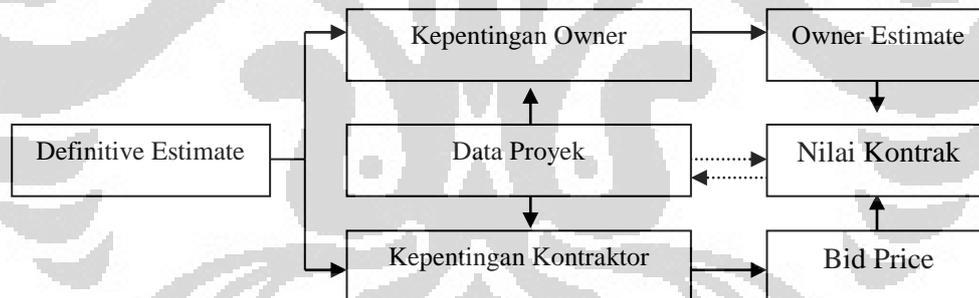
b. *Semi detailed Estimate* (SE)

Estimasi biaya ini dilakukan pada tahap *conceptual engineering*. Pada tahap ini *basic design* proyek sudah ada, sehingga estimasi biaya sudah dapat dihitung lebih detail berdasarkan perkiraan kuantitas pekerjaan dan informasi harga satuan pekerjaan pada saat yang bersangkutan. Pada tahap ini, estimasi biaya biasanya belum dihitung berdasarkan metode konstruksi yang spesifik. Perhitungan biaya

proyek pada tahap ini dilakukan sebagai dasar pertimbangan untuk menyiapkan dana yang diperlukan bagi proyek (*budgeting*).

c. *Definitive Estimate* (DE)

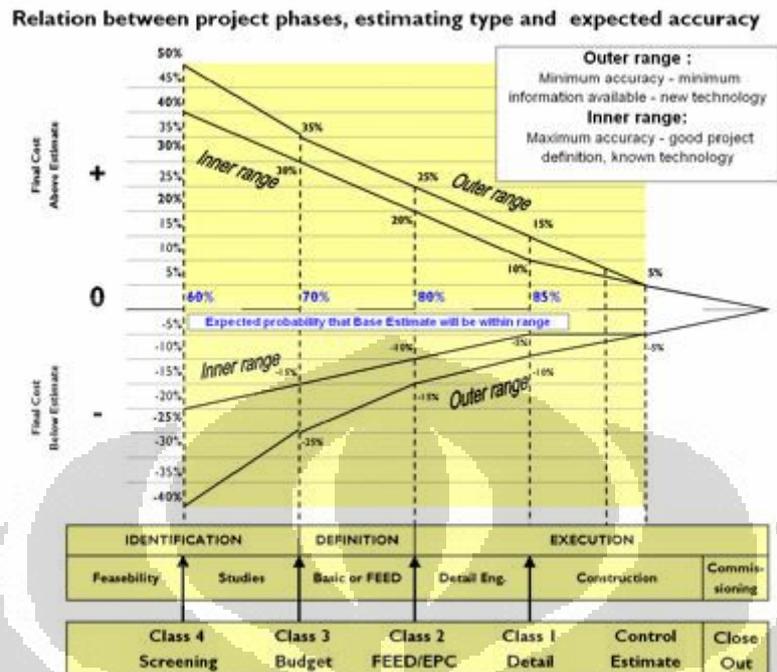
Estimasi definitif ini dilakukan pada tahapan *detailed engineering*, dimana semua informasi yang diperlukan untuk pelaksanaan sudah lengkap. Pada tahap ini *construction drawing* sudah ada, sehingga *costestimate* dapat dihitung secara detail. Pada tahap ini terbagi atas dua jenis estimasi, yaitu estimasi yang dilakukan pihak *owner* atau *OwnerEstimate* dan estimasi yang dilakukan pihak kontraktor atau *Bid Price*. Dua jenis estimasi ini pada umumnya berbeda namun menggunakan data yang sama. Hal ini terjadi karena masing-masing pihak mempunyai kepentingan yang berbeda, yaitu pihak *owner* menginginkan biaya yang serendah mungkin karena biaya tersebut sebagai pengeluaran investasi. Sedangkan dari pihak kontraktor menginginkan harga proyek setinggi mungkin agar dapat memperoleh keuntungan yang cukup.



Gambar 2. 2Skema *Definitive Estimate*

Sumber : Asiyanto

Untuk setiap tahapan estimasi tersebut tingkat keakurasian bergantung pada ketersediaan informasi, sehingga keakurasian bertambah sesuai dengan tingkatan tahapan proyek. Seperti pendapat Jamshid Sodikov (2002), keakurasian estimasi biaya meningkat seiring dengan berjalannya tahapan proyek yang diakibatkan oleh bertambah detailnya informasi yang tersedia.



Gambar 2. 3 Grafik Tingkat Deviasi Estimasi Biaya terhadap Fase Konstruksi

Sumber : Association of *Cost Engineering* (AACE)

### 2.2.3 Metode Estimasi Biaya

Metode estimasi biaya proyek terdiri dari berbagai tipe, metode yang akan digunakan tergantung pada perusahaan, organisasi yang diterapkan, estimator, dan pemerintahan yang ada. Berdasarkan AACE International – *The Association for the Advancement of Cost Engineering* tahun 1992, metode konseptual terdiri dari beberapa metodologi yaitu :

a. Metode *End-Product Units*

Metode estimasi ini digunakan ketika estimator telah cukup memiliki data historis yang sesuai untuk beberapa proyek yang sejenis. Metode ini melakukan pendekatan estimasi dengan cara menghubungkan total unit produk yang dihasilkan (*capacity units*) dari suatu proyek terhadap biaya konstruksi yang telah dikeluarkan untuk proyek tersebut. Metode ini hanya memperkirakan secara tepat terhadap kapasitas produk akhir dari suatu proyek.

b. Metode *Physical Dimentions*

Pendekatan ini serupa seperti metode *End-Products Units*, namun metode ini menggunakan dimensi fisik, seperti panjang, volume, area, luasan tertentu. Dimensi tersebut digunakan sebagai faktor pengendali dalam estimasi. Contohnya estimasi

bangunan dilakukan dengan pendekatan square feet/metres atau volume dari bangunan tersebut.

c. Metode *Capacity Factor*

Suatu pendekatan estimasi biaya dengan perkiraan faktor kapasitas merupakan estimasi biaya fasilitas baru dimana berasal dari biaya fasilitas yang sejenis yang diketahui. Metode ini membutuhkan data biaya historis dan data kapasitas untuk proses dan kegiatan yang sama. Selain itu pendekatan ini digunakan untuk pengambilan keputusan pada masa pra perencanaan suatu proyek.

d. Metode *Ratio* atau *Factor*

Metode *ratio* atau *factor* merupakan suatu pendekatan estimasi yang digunakan dalam situasi dimana biaya total dari suatu item atau fasilitas diestimasi dari biaya komponen utamanya.

e. Metode *Parametric*

Pendekatan estimasi biaya proyek dengan metode parametrik adalah salah satu pendekatan ekstrim untuk persiapan awal estimasi konseptual ketika tidak terdapat banyak data teknik sebagai dasar untuk estimasi yang lebih detail. Metode parametrik adalah sebuah representasi matematik dari hubungan biaya yang mencangkup keterkaitan logis dan dapat diprediksi antara karakteristik fungsional dari suatu proses dan biayanya.

f. Metode *Deterministic (Detailed) Estimating*

Merupakan suatu pendekatan estimasi biaya proyek secara detail yang dipersiapkan untuk mendukung anggaran final yang telah direncanakan, dokumen penawaran, cost control selama pelaksanaan proyek, dan lain-lain.

Menurut Yusuf Latief (2001), metode estimasi dapat dibedakan menjadi 7 macam, yaitu :

a. Metode Parametrik

Setiap proyek akan memiliki parameter-paramater yang mempunyai hubungan dengan harga. Teknik ini mencari korelasi antara parameter (volume, berat, luas, dan lain-lain) dengan biaya yang merupakan hasil turunan dari data historis, *standard tables* atau pengalaman. Biasanya teknik ini digunakan pada saat

feasibility *estimates* atau sebagian kecil pada *definitive estimates*. Tetapi tidak jarang digunakan untuk memeriksa perhitungan *definitive estimates* atau change order.

b. Metode daftar indeks harga atau informasi proyek terdahulu

Data mengenai harga di waktu yang lalu dan korelasinya terhadap tingkat harga saat ini dapat ditemui dalam penerbitan yang berkala yang biasa disebut sebagai indeks harga. Indeks harga adalah angka perbandingan antar harga pada suatu waktu (tahun tertentu) terhadap harga pada waktu (tahun) yang digunakan sebagai dasar atau acuan. Terdapat banyak jenis indeks harga, seperti untuk harga-harga peralatan industri, upah tenaga kerja, bahan bangunan dan barang komoditi lainnya. Salah satu yang berkaitan dengan proyek dan memiliki perincian atau komposit adalah chemical and process engineering cost index yang diterbitkan di Inggris.

c. Metode menganalisis unsur-unsurnya

Variasi lain dalam mengestimasi biaya adalah dengan menganalisis unsur-unsurnya (*elemental analysis cost estimating*). Lingkup proyek diuraikan menjadi sedemikian rupa sehingga perbaikan secara bertahap dapat dilakukan sesuai dengan kemajuan proyek, dalam arti masukan yang berupa data dan informasi yang baru diperoleh, dapat ditampung dalam rangka meningkatkan kualitas perkiraan biaya.

d. Metode Faktor

e. *Quantity Takeoff*

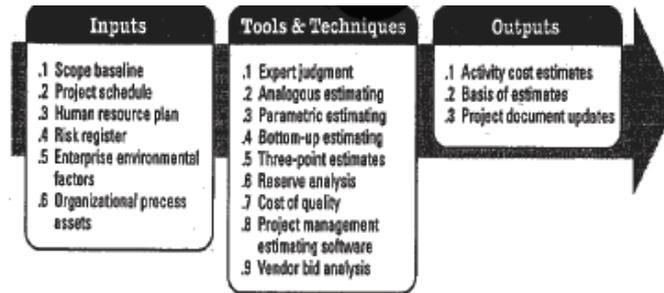
Metode ini merupakan metode estimasi biaya dengan mengukur kuantitas komponen proyek dari gambar, spesifikasi dan perencanaan.

f. *Unit Price* (Harga Satuan)

Teknik ini mengandalkan spesifikasi dan gambar dengan melakukan perhitungan biaya berdasarkan setiap item pekerjaan sehingga hasil yang didapat lebih akurat daripada teknik parametrik. Data yang diperoleh untuk menghitung berasal dari sejenis buku panduan untuk harga satuan, dimana akan selalu mengalami perubahan setiap tahunnya. Teknik ini digunakan pada *detailed estimate*.

#### 2.2.4 Proses Estimasi Biaya

Berikut ini merupakan keseluruhan proses dalam estimasi dimulai dari proses input data, teknik yang digunakan dalam pengolahan data serta output yang dihasilkan dari sebuah estimasi.



Gambar 2. 4 Proses Estimasi Biaya

Sumber :PMBok, 2008

Pada gambar di bawah ini digambarkan alur setiap tahapan dalam proses estimasi biaya dimulai dari input lingkup proyek, penjadwalan, perencanaan estimasi biaya hingga mengidentifikasi resiko. Kemudian dilakukan proses estimasi dengan menggunakan metode yang tepat hingga dihasilkan suatu dokumen proyek.

Tahapan input dalam suatu proses estimasi mencakup beberapa hal yang diperlukan untuk mendukung proses pelaksanaan estimasi, seperti :

a. *Scope Baseline*

Menggambarkan pernyataan lingkup pekerjaan seperti deskripsi produk, kriteria yang dapat diterima, hasil yang diharapkan, batasan proyek dan asumsi. Dalam *scope baseline* terdapat pula WBS yang menggambarkan hubungan dari semua komponen proyek.

b. Penjadwalan Proyek

Jenis dan jumlah sumber daya serta waktu yang dibutuhkan dalam rangka penyelesaian proyek merupakan faktor yang penting dalam menentukan biaya proyek.

c. Perencanaan Sumber Daya

Atribut staf proyek, biaya personal, dan bonus bagi karyawan merupakan komponen yang penting dalam menyusun estimasi biaya.

d. Penyusunan Daftar Resiko

Identifikasi resiko diperlukan untuk pengendalian biaya akibat adanya resiko. Resiko dapat memberikan dampak dalam aktifitas maupun biaya proyek.

e. Pertimbangan Faktor diluar Lingkungan Perusahaan

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi antara lain kondisi pasar dan informasi komersial yang ada. Kondisi pasar yang dimaksud adalah ketersediaan produk, jasa

yang diperlukan dalam penyelesaian proyek dan yang dimaksud dengan informasi komersil adalah database komersil yang memberikan data tentang keahlian dan upah dari sumber daya, serta biaya standard untuk material dan peralatan.

f. Kebijakan Organisasi

Kebijakan organisasi yang berpengaruh terhadap estimasi biaya adalah kebijakan perusahaan dalam estimasi, biaya itu sendiri, informasi historikal serta pelajaran maupun pengalaman dari proyek sebelumnya.

### 2.2.5 Kualitas Estimasi Biaya

Kualitas dari estimasi dapat dilihat dari kelengkapan data dan informasi, teknik dan metode yang digunakan, kecakapan dan pengendalian estimator, serta tujuan pemakaian estimasi biaya. Selain itu, kualitas estimasi biaya juga berkaitan erat dengan tingkat keakurasiannya. Kriteria estimasi biaya yang buruk dapat dilihat dari :

- a. Terjadi *Cost Overrun* (pembengkakan biaya) terhadap nilai estimasi awal
- b. Terjadi hasil yang tidak konsisten
- c. Estimasi biaya yang dihasilkan kurang konsisten
- d. Dokumentasi yang buruk atau lemah
- e. Tidak dapat diandalkan untuk alokasi dana
- f. Tidak dapat diandalkan untuk mengontrol biaya pada saat pelaksanaan proyek

Hal yang dapat menyebabkan buruknya estimasi biaya, diantaranya adalah:

- a. Estimator tidak atau kurang *qualified*
- b. Estimator yang belum terbiasa dengan objek bangunan
- c. Data yang kurang lengkap dan metode yang buruk

Suatu estimasi biaya dibuat oleh seorang atau sekelompok pada suatu perusahaan yang biasa disebut dengan estimator. Peran estimator adalah kunci dari suatu pekerjaan atau proyek yang mengendalikan biaya. Hal-hal yang harus dikuasai oleh seorang estimator, antara lain:

- a. Dapat membaca dan memperkirakan rencana-rencana
- b. Mengetahui pengetahuan matematika untuk volume
- c. Mengetahui pengetahuan matematika untuk material
- d. Dapat memvisualisasikan gambar kerja serta dapat memberikan solusi untuk beberapa masalah

- e. Mempunyai pengalaman kerja pada bidang konstruksi, sehingga dapat menggambarkan proyek yang sesungguhnya, yaitu menuangkan ide yang ada di pikirannya dan direalisasikan dalam bentuk estimasi biaya
- f. Mengetahui tentang kinerja tenaga kerja dan operasionalnya
- g. Mengetahui pengetahuan tentang harga-harga yang berkaitan dengan proyek
- h. Mempunyai kemampuan mengoperasikan komputer baik software dan hardware
- i. Mempunyai kemampuan untuk memenuhi tenggat waktu penawaran

#### 2.2.6 Keakurasian Estimasi Biaya

Tipe estimasi yang terbaru yang dikeluarkan oleh AACE mengikutsertakan tingkat keakurasian dan metode dalam menyiapkan estimasi biaya :

- a. *Order of magnitude* : (-30% s/d +50%) Kurva *cost-capacity* dan *ratio-cost-capacity* yang digunakan sebagai metode
- b. *Budget* : (-15% s/d +30%) digunakan untuk *budget* dari *owner*. *Flowsheets layout*, dan detail perlengkapan yang digunakan sebagai metode
- c. *Definitive* : (-5% s/d +15%) data historis, spesifikasi, gambar, dan detail dari gambar dibutuhkan dalam metode ini.

Jenis lain dari metode estimasi biaya dengan tingkat keakurasiannya antara lain adalah sebagai berikut :

- a. *Detailed Unit Cost* : 3%
- b. *Material Takeoff* : 6%
- c. *Defined equipment ratio* : 12%
- d. *Preliminary Equipment ratio* : 25%
- e. *Cost capacity curve* : 40%

Terdapat berbagai macam tipe estimasi biaya dengan beragam klasifikasi. Dari penelitian yang dilakukan oleh Mamik Radyanto (2006) diperoleh faktor-faktor yang memiliki pengaruh korelasi terhadap keakurasian estimasi biaya, yaitu:

- a. Hubungan atau relasi dari tim *owner*
- b. Tingkat pengalaman perencana di bidangnya
- c. Ketersediaan peralatan kerja
- d. Kualitas informasi data yang tersedia
- e. Konsistensi lingkup proyek (adanya permintaan *redesign*)

## 2.3 Estimasi Biaya Konseptual

### 2.3.1 Definisi Estimasi Biaya Konseptual

Tahapan Konseptual terdiri atas dua tahapan yaitu tahap *pre design* dan *schematic design* (Dell'Isola, 2002). Pada tahap *pre design*, informasi yang dimiliki masih sangat minim berupa program dan konsep rancangan. Sedangkan pada tahap *schematic design*, program dan konsep rancangan tersebut kemudian akan disusun pola dan gubahan yang diwujudkan dalam bentuk gambar. Sedangkan aspek kualitatif seperti perkiraan luas lantai, informasi penggunaan bahan, sistem konstruksi, biaya dan waktu pelaksanaan pembangunan disajikan dalam bentuk laporan tertulis maupun gambar-gambar. Menurut pedoman hubungan kerja antara arsitek dengan pengguna jasa tahun 2007, data dan informasi yang tersedia pada tahapan skematik atau tahap prarancangan ini berupa :

- Situasi, yang menunjukkan posisi bangunan di dalam tapak terhadap lingkungan berdasarkan Rencana Tata Kota
- Rencana Tapak, yang menunjukkan hubungan denah bangunan dan tata ruang luar/penghijauan di dalam kawasan tapak
- Denah, yang menggambarkan susunan tata ruang dalam bangunan yang berskala dan menerangkan peil ketinggian lantai
- Tampak Bangunan, yang menunjukkan pandangan keempat sisi/arah bangunan
- Potongan Bangunan, secara memanjang dan melintang untuk menunjukkan secara garis besar penampang dan sistem struktur bangunan

Pre design	Schematic	Design Development	Construction Documents	Bidding	Construction
Single-unit rate methods					
	Parametric/Cost modelling				
		Systems/Elemental			
				Quantity Survey	

Gambar 2.5 Tahapan Proyek

Sumber : Dell' Isola

Estimasi konseptual adalah perkiraan awal mengenai nilai (*value*), jumlah (*amount*), ukuran (*size*), atau berat (*weight*). Dalam hal ini perkiraan estimasi awal ini

hanya didasarkan pada beberapa data yang sangat minim atau hanya berdasarkan pengalaman proyek-proyek sejenis yang sebelumnya. Estimasi konseptual pada suatu proyek konstruksi harus diperkirakan sebelum adanya estimasi yang lebih detail, untuk menetapkan besarnya kemungkinan biaya pada suatu proyek dan kelanjutan proyek tersebut. Kualitas suatu estimasi biaya proyek tergantung pada tersedianya data dan informasi, serta kecakapan dan pengalaman estimator. Tersedianya data dan informasi memegang peranan penting dalam hal kualitas estimasi awal biaya proyek yang dihasilkan. Estimasi biaya awal digunakan untuk studi kelayakan, alternatif desain yang mungkin, dan pemilihan desain yang optimal untuk sebuah proyek. Hal yang penting dalam pemilihan metode estimasi biaya awal haruslah akurat, mudah, dan tidak mahal dalam penggunaannya (Karshenas, 1995).

Menurut *The American Association of Cost Engineering* (AACE) pada tahapan konseptual ini dibuat dengan keterbatasan informasi pada lingkup proyek dan belum masuk kedalam tahap desain dan engineering. Adapun menurut AACE tahap konseptual dimulai dari kelas 5 sampai kelas 3 adapun akurasi dalam estimasi konseptual diharapkan berada dalam rentang -20% sampai +30% dari biaya proyek sebenarnya yang masuk dalam kelas 4. Menurut Schottlander, (2006) [14] estimasi biaya yang akurat dapat membuat perbedaan antara mendapatkan keuntungan atau kerugian pada suatu proyek. Pada tahapan *pre-design* atau penganggaran, estimasi yang akurat akan membantu dalam menentukan apakah proyek layak atau tidak untuk diteruskan. Menurut AACE, estimasi biaya perlu dibedakan atau diklasifikasikan sesuai dengan tingkatan definisi proyek itu sendiri. Pengklasifikasian itu bertujuan untuk:

- a. Berfungsi sebagai *guidelines* dan memudahkan kita dalam menyediakan dasar sebagai bahan perbandingan dan mengkorelasikan karakteristik utama yang umum dipakai dalam pengklasifikasian estimasi biaya tahap awal.
- b. Menggunakan tingkatan definisi proyek sebagai karakteristik primer (dominan) dalam mengkategorikan estimasi.
- c. Berfungsi meningkatkan komunikasi diantara seluruh stakeholder yang terlibat dalam proses persiapan, evaluasi, mencegah mis-interpretasi klasifikasi estimasi biaya dari kesalahan penafsiran atau dalam penggunaannya.

### 2.3.2 Karakteristik Estimasi Biaya Tahap Konseptual.

Estimasi tahap konseptual adalah “suatu proses yang tidak pasti, karena perhitungannya berdasarkan sejumlah besar penilaian, pengalaman, kurang tersedianya informasi serta adanya ketidakpastian selama tahap konseptual” (Schuette & Liska, 1994). Berikut beberapa karakteristik atau sifat dari estimasi biaya tahap konseptual:

a. Bersifat ketidakpastian/ Tingkat akurasinya masih rendah

Pada tahap estimasi konseptual mempunyai tingkat akurasinya masih sangat rendah hal ini dikarenakan informasi pada tahap ini masih sangat minim atau masih sedikit informasi yang didapatkan. Estimasi tahap konseptual merupakan tahapan proses estimasi yang belum pasti/tingkat keakurasiannya masih sangat rendah. Perhitungan pada tahap konseptual hanya berdasarkan sejumlah penilaian dan pengalaman, ini dikarenakan informasi yang tersedia belum lengkap atau minimnya informasi. Selain itu bahwa ketersediaan definisi lingkup yang lengkap merupakan factor yang paling krusial dalam estimasi tahap konseptual (Bley,1990). 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 biaya-biaya perbandingan dengan proyek sebelumnya dan menyesuaikannya dengan keadaan proyek yang sekarang (Carr, 1983).

b. Informasi waktu maupun biaya (sumber daya) masih sangat terbatas.

Estimasi biaya konseptual dilakukan pada tahap awal proyek yang lingkup informasi yang tersedia secara detail dan presisi biasanya masih sangat terbatas (Bley,1990). Estimasi tahap konseptual memprediksi *outcome* di masa mendatang berdasarkan data yang belum lengkap. Dengan sumber daya yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu estimasi pada tahap ini hanya berdasarkan pengetahuan proyek saat ini maupun pada masa lampau (Logcher,1980). Dan menurut Kouskoulas et. Al (1974) bahwa estimasi konseptual harus cepat, murah dan cukup akurat walaupun informasi yang tersedia masih sangatlah terbatas (Phaobunjong, 2002).

### 2.3.3 Proses Estimasi Biaya Kontruksi Tahap Konseptual.

Proses awal dalam mengestimasi biaya proyek baru pada tahap konseptual umumnya dimulai dengan sebuah permintaan yang dibuat oleh manajemen (Bley, 1990). Proses awal dari tahap konseptual ini adalah tugas estimator mempelajari dan menginterpresentasikan beberapa ruang lingkup proyek yang ada dilapangan yang pada akhirnya menghasilkan sebuah perhitungan kasar estimasi. Pada tahap ini estimator sudah bisa memperkirakan strategi formula untuk metode estimasi dan menetapkan informasi-informasi tambahan apa saja yang akan dibutuhkan.. Estimator pada tahap ini, sudah diharuskan membuat konsep proyek, mengerti aktivitas yang diperlukan untuk memulai waktu mulai pelaksanaan dan waktu penyelesaiannya dengan cara membandingkan dengan beberapa data proyek sebelumnya jika dimungkinkan. Berdasarkan seluruh informasi yang dikumpulkan estimator, proses estimasi tahap konseptual dapat dihasilkan. Tahap konseptual ini merupakan tahap utama proses estimasi karena pada tahap ini akan dihasilkan suatu keputusan awal layak tidaknya suatu proyek itu diteruskan. Adapun output dari tahap ini nanti adalah estimasi kasar dan dokumentasi lingkup proyek berdasarkan data-data informasi yang dikumpulkan lalu membandingkannya dengan proyek sebelumnya untuk membangun suatu perkiraan biaya. Hasil estimasi tahap konseptual kemudian diserahkan kepada pihak manajemen untuk penetapan keputusan. Apakah proyek ini dilanjutkan atau tidak. Pada tahap ini, proses estimasi tahap konseptual telah dikatakan selesai. Adapun proses dapat diulang apabila ada perubahan dan modifikasi tentang lingkup proyek atas permintaan pemberi tugas/*owner*. Kualitas estimasi biaya konseptual yang baik menghasilkan biaya proyek yang tepat dan akurat. Dalam hal ini mengurangi adanya resiko-resiko pada suatu estimasi yaitu apabila estimasi tersebut bersifat *underestimate* atau *overestimate* yang dapat mengakibatkan pengeluaran biaya proyek lebih daripada seharusnya.



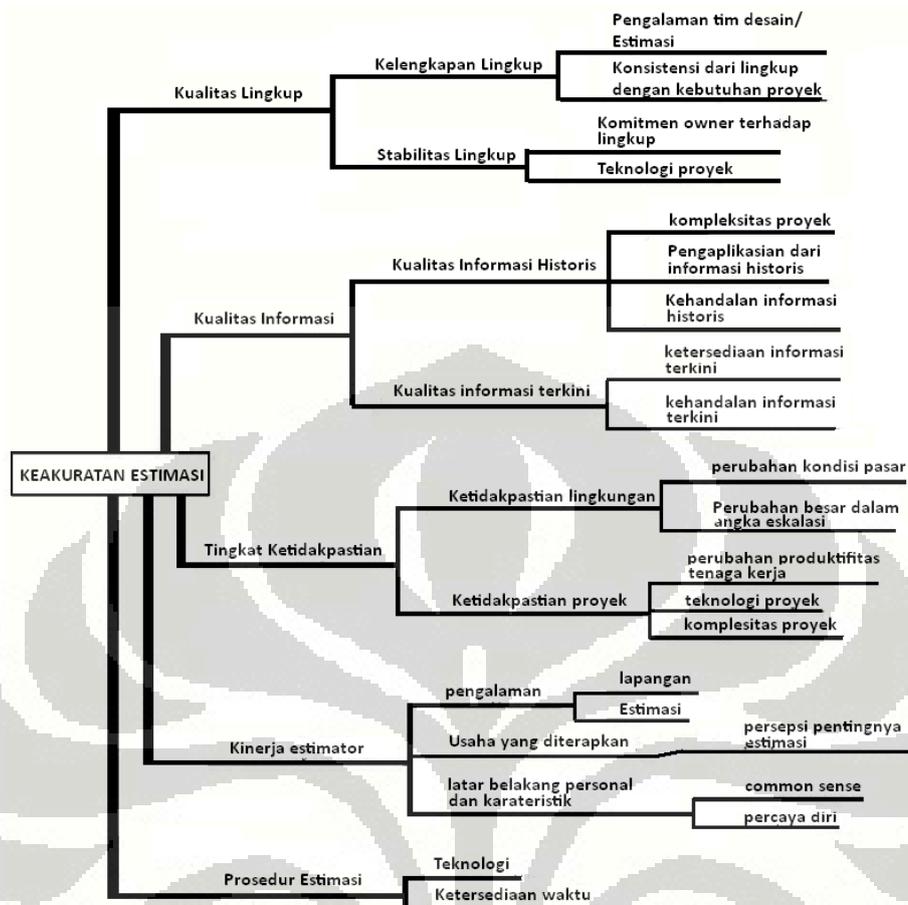
Gambar 2. 6 Alur Proses Estimasi Biaya Tahap Awal

Sumber: Phaobunjong, K., 2002 .

#### 2.3.4 Kualitas Input Estimasi Biaya Kontruksi Tahap Konseptual

Tersedianya data dan informasi memegang peranan penting dalam hal kualitas perkiraan biaya yang dihasilkan. Pada awal formulasi lingkup proyek karena sebagian data dan informasi belum tersedia atau belum ditentukan, maka perkiraan biaya yang dihasilkan masih berupa perkiraan kasar (*order of magnitude*). dengan akurasi diatas 50% . Untuk menghitung biaya total proyek hal yang harus dilakukan pertama kali adalah mengidentifikasi lingkup kegiatan yang akan dikerjakan, kemudian mengkalikannya dengan biaya masing-masing lingkup yang dimaksud. Hal ini memerlukan kecakapan pengalaman serta *judgement* dari estimator. Pada masa awal proyek itulah dimana segala sesuatu masih dalam bentuk konseptual, kecakapan dan pengalaman estimator untuk mengambil judgement yang tepat sangat menentukan hasil akhir suatu perkiraan biaya (Latief, 2001)

Ada 5 (lima) faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi estimasi biaya pada tahap awal (Serpell, 2005). Penentu tingkat akurasi dan keandalan estimasi biaya konseptual tersebut disajikan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.7 Alur Proses Estimasi Biaya Tahap Awal Alfredo

Sumber: Alfredo F Serpell (2005)

a. Kualitas Lingkup Proyek

Untuk menghitung estimasi biaya awal proyek biasanya hal yang harus dilakukan pertama kali adalah mengidentifikasi lingkup kegiatan apa saja yang akan dikerjakan, kemudian mengalikannya dengan biaya masing-masing lingkup yang dimaksud. Adapun definisi ruang lingkup proyek itu sendiri terdiri dari kuantitas definisi jenis proyek, pendekatan desain, wilayah proyek, informasi kondisi alam sekitar dan metode serta teknologi yang akan dipakai. Lingkup proyek menggambarkan karakteristik proyek, pada tahap ini estimator menyiapkan perangkat komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan dan spesifikasi proyek itu sendiri yang nantinya kesemua informasi yang dikumpulkan akan menjadi dasar proses dalam mengestimasi biaya pada tahap konseptual. Lingkup proyek disiapkan oleh *owner* atau pemilik dan dilakukan proses pemilihan desain oleh *designer*.

Dalam proses ini, informasi hanya terdiri dari dengan kebutuhan-kebutuhan proyek secara umum, kebutuhan material dan kebutuhan peralatan, metode atau prosedur konstruksi yang akan digunakan sudah harus bisa diidentifikasi. Lalu kesemua informasi ini dikumpulkan dijadikan satu ke dalam paket definisi lingkup proyek. Paket ini nantinya sudah berisi seluruh informasi yang cukup penting yang dibutuhkan estimator yang berkaitan dengan detail desain dan proses Engineering (Gibson, 1993). Hal ini berguna untuk meningkatkan tingkat akurasi estimasi tahap awal itu sendiri melalui informasi-informasi spesifikasi dan definisi proyek yang cukup detail karena selain memberikan masukan untuk mendapatkan item-item yang diperlukan yang akan dimasukkan kedalam rencana pekerjaan juga memberikan informasi untuk kebutuhan data historis proyek selanjutnya. Serpell (2005) membagi kualitas lingkup menjadi dua bagian yaitu: Kelengkapan lingkup yang terdiri dari pengalaman tim desain/estimasi, konsistensi dari lingkup dengan kebutuhan proyek dan stabilitas lingkup yang terdiri dari komitmen *owner* terhadap lingkup itu sendiri dan teknologi yang akan dipakai

b. Kualitas Informasi

Alfredo F Serpell (2005) membagi kualitas informasi menjadi 2 bagian yaitu kualitas informasi historis dan informasi terkini. Tersedianya data informasi yang cukup detail dan lengkap memegang peranan penting dalam hal kualitas perkiraan biaya yang dihasilkan pada tahap awal. Karena biasanya, pada awal formulasi lingkup proyek dikarenakan data dan informasi belum tersedia atau belum ditentukan, maka perkiraan biaya yang dihasilkan masih berupa perkiraan kasar (order magnitude) dengan akurasi diatas 50% oleh karena itu kualitas informasi sangat memegang peranan penting pada tahap ini. Informasi adalah masukan kritis lain dari penafsiran biaya. Dua macam informasi yang sangat diperlukan sebagai acuan pada tahap ini menurut Alfredo F Serpell adalah : informasi sekarang dan informasi historis. Informasi historis merupakan hal yang paling relevan untuk dijadikan suatu patokan. Berdasarkan informasi historis yang ada, dapat membantu estimator memberikan suatu gambaran untuk menjadi acuan estimasi biaya pada saat sekarang. Informasi merupakan sumber daya yang paling prinsip dan sangat diperlukan dalam suatu kegiatan estimasi (Stewart, 1987). Bley (1990) menyatakan bahwa informasi dapat memberikan referensi kepada seorang estimator mengenai

langkah awal untuk memperoleh gambaran biaya dalam hal ini informasi atau data historis. Data historis adalah data yang berhubungan dengan proyek yang sudah diselesaikan sebelumnya, seperti data-data spesifikasi dan data biaya. Data historis dapat dijadikan dasar untuk menentukan biaya yang pada proyek yang baru dengan membandingkan data historis proyek sebelumnya yang sejenis yang telah diselesaikan. Informasi atau data saat ini merupakan elemen kedua dari informasi estimasi biaya tahap konseptual. Sesuai namanya, informasi ini terkait dengan data terbaru dari proyek yang baru, seperti harga dan indeks harga lokal, produktivitas dan kondisi spesifik lapangan. Sumber utama dari informasi saat ini umumnya merupakan data yang dipublikasi. Data saat ini digunakan untuk menyesuaikan estimasi biaya dengan kondisi proyek saat ini.

c. Proses Estimasi

Alfredo F Serpell (2005) membagi proses estimasi menjadi dua bagian, yaitu tersedianya waktu untuk mengestimasi dan tersedianya teknologi. Pada dunia konstruksi banyak dikenal metode estimasi yang sering dipakai pada tahap ini, antara lain : metode analogi, metode parametric, memakai daftar indeks harga dan informasi proyek terdahulu, metode yang menganalisis unsure-unsurnya, dll. Metode estimasi digunakan untuk mengevaluasi lingkup proyek mengatur dan menganalisa informasi yang telah dikumpulkan untuk menghasilkan estimasi biaya tahap konseptual.

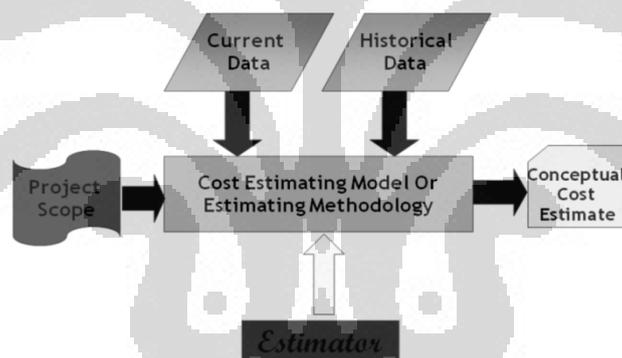
d. Tingkat Ketidakpastian

Faktor ketidakpastian juga sangat berperan pada tahap ini dikarenakan kualitas informasi mengenai adanya perubahan harga dasar juga akan mempengaruhi ketepatan estimasi. Untuk itu tingkat ketidakpastian juga sangat mempengaruhi tingkat akurasi estimasi awal biaya proyek.

e. Performa Estimator

Elemen terakhir yang cukup memberikan peran penting dalam proses estimasi pada tahap konseptual adalah Estimator. Orang yang bertanggung jawab untuk mengorganisir dan menganalisis seluruh informasi dan memperhitungkannya ke dalam estimasi. Estimator bukan hanya mengorganisir suatu proses, namun juga memasukkan keahlian dan pengalaman ke dalam proses estimasi biaya tersebut. Dimana pada masa awal proyek itulah dimana segala sesuatu masih dalam bentuk

konseptual, kecakapan dan pengalaman estimator untuk mengambil keputusan yang tepat akan menentukan hasil akhir suatu perkiraan biaya, yang selanjutnya akan mempengaruhi hasil akhir dari proyek dimana akan terlihat kualitasnya. Penilaian ahli akan dibutuhkan untuk menilai input-input yang dimasukkan ke dalam proses estimasi (PMI, 1996). Keahlian tersebut merupakan penguasaan dalam hal kemampuan, kompetensi, pengalaman, keterbiasaan, pengetahuan, ketrampilan dalam bidangnya. Keahlian dalam estimasi biaya memudahkan estimator untuk memahami proyek baru berdasarkan proyek yang telah dilaksanakan sebelumnya, membuat asumsi untuk mengatasi ketidaktersediaan informasi dan menyesuaikan informasi eksisting berdasarkan kondisi saat ini. Kemampuan estimator untuk memvisualisasikan lingkup pekerjaan dari ketidaklengkapan definisi lingkup merupakan faktor penting dalam estimasi tahap konseptual (Bley, 1990).



Gambar 2.8 Elemen Yang Diperlukan Pada Proses Estimasi Biaya Pada Tahap Konseptual

Sumber: Alfredo F Serpell (2005)

Selain faktor-faktor diatas dalam mengestimasi biaya pada tahap awal diperlukan juga suatu informasi tambahan yang dapat mempengaruhi kualitas estimasi awal itu sendiri. Berikut sumber-sumber data tambahan menurut William T.P (1994) yang diperlukan estimator untuk mempermudah estimasi biaya pada suatu proyek:

- a. Sumber data kebutuhan (*Resource requirements*) : sebuah gambaran dari pemilik untuk pemenuhan request type suatu jenis kualitas (seperti : Material finishing atap, apakah menggunakan atap seng, asbes gelombang atau atap zinalum).

- b. Sumber data tarif/kurs (*Resource rates*): Sumber-sumber data yang menyimpan catatan penting tentang adanya perhitungan tarif atau peningkatan kurs.
- c. Perhitungan jangka waktu aktifitas (*Activity information*): Perhitungan perkiraan jangka waktu pelaksanaan proyek itu dimulai dan diselesaikan.
- d. Sumber-sumber data terdahulu (*Historical information*) :File-file proyek terdahulu yang mengarsipkan data-data penting seperti perkiraan biaya, jumlah pekerja, dll.
- e. Perhitungan dasar biaya proyek.
- f. Pengetahuan/pengalaman tim proyek: catatan-catatan individu dari tim proyek yang dapat mengingat perhitungan dan perkembangan dari proyek yang lalu. Seperti halnya rekoleksi yang dapat dipakai pemilik akan menghasilkan suatu tim yang lebih jauh dapat dipercaya dalam mengelola proyek nantinya.

Sedangkan menurut (Phaobunjong, 2002), informasi tambahan lainnya yang dapat memberikan referensi kepada seorang estimator mengenai langkah awal atau alternatif-alternatif untuk memperoleh gambaran biaya adalah detail pendukung. Detail pendukung tersebut adalah:

- a. Deskripsi lingkup pekerjaan proyek yang diestimasi.
- b. Dokumentasi dari dasar penentuan untuk estimasi.
- c. Dokumentasi untuk setiap asumsi metode, alternatif-alternatif yang akan digunakan.

Detail-detail pendukung tidak hanya memberikan informasi lebih mengenai estimasi tersebut atau penjelasan untuk kegiatan estimasi, melainkan juga meningkatkan kualitas estimasi dengan memberikan informasi lebih mengenai estimasi tersebut. Dengan detail informasi yang lebih banyak, estimasi dapat memberikan pengetahuan kepada estimator dan pihak manajemen untuk membuat keputusan.

### 2.3.5 Output Estimasi Biaya Kontruksi Tahap Konseptual

Hasil output dari tahap ini biasanya berbentuk satuan unit mata uang yang menggambarkan suatu nilai estimasi biaya awal proyek. Hasil ini menggambarkan seluruh informasi, asumsi, penyesuaian dan prosedur yang akan dipertimbangkan dalam proses estimasi lebih lanjut proses yang lebih detail. Satuan unit mata uang merupakan

satuan yang paling banyak dipakai karena dapat membantu evaluasi proyek dan sebagai bahan perbandingan antara satu proyek dengan proyek lainnya (PMI, 1996). Detail pendukung dalam estimasi biaya juga harus dimasukkan sebagai bagian *output* dari hasil estimasi.

Hasil *output* ini sangat diperlukan *owner* karena apabila estimasi dapat diestimasi seakurat mungkin berarti harga tender dapat mendekati perkiraan biaya. Karena biasanya *owner* tidak mau biaya yang dikeluarkan selama pelaksanaan konstruksi nanti melebihi anggaran yang dianggarkan sebelumnya. Keakuratan estimasi akan diuji pada tahapan lelang atau tender, dimana estimasi biaya akan dijadikan oleh *owner* sebagai alat untuk memilih kontraktor dalam tahap lelang.

Nilai estimasi biaya konseptual merupakan suatu perkiraan atas keseluruhan nilai konstruksi pada suatu proyek, namun tidak dapat dieksplisitkan ke dalam suatu komponen-komponen biaya langsung dan tidak langsung. Hal ini dikarenakan penelitian berposisi pada tahap skematik, dimana perhitungannya memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi dikarenakan gambar desain yang belum lengkap sehingga perhitungan kuantitasnya tidak dapat dilakukan. Selain itu, nilai estimasi biaya konseptual merupakan suatu kebutuhan oleh *owner* atau perencana sehingga tidak ada penjabaran komponen biaya secara jelas, sedangkan komponen biaya langsung dan biaya tidak langsung merupakan kebutuhan suatu kontraktor yang perhitungan nilainya sudah tidak dalam tahap skematik lagi karena keseluruhan perhitungan berdasarkan design yang sudah pasti.

Alfredo (2005) merumuskan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja keakuratan *output* dari suatu estimasi biaya konseptual.

Ruang Lingkup	Informasi	Ketidakpastian	Estimator	Prosedur
Kuantitas	Proses	Teknologi	Bakat, ketrampilan	Kesalahan
Definisi	Yang dicari	Proyek	Pengalaman	Ketersediaan waktu
Pendekatan desain	Ketersediaan	Lingkungan	Usaha yang diterapkan	Pengukuran
Status desain	Validitas	Produktivitas	Keahlian	
Kelengkapan	Kelengkapan	Pasar	Penilaian	
Detail	Relevansi	Konstruksi	Pengetahuan	
Kualitas informasi		Sifat proyek	<i>Common sense</i>	
Konsistensi			Kemampuan team	
Kontinuitas				
Sifat proyek				
Teknologi proyek				

Gambar 2.9 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keakuratan Dari Estimasi Biaya Tahap Konseptual

Sumber: Alfredo F Serpell (2005)

### 2.3.6 Penilaian Kualitas Estimasi Biaya Tahap Konseptual

Ada dua metode prediksi yang dapat menilai kualitas suatu estimasi :

- a. Metode berdasarkan data terdahulu, metode ini dibuat menggunakan data-data yang bersifat historikal atau data proyek sebelumnya yang sudah diselesaikan dan biasanya metode ini menggunakan model kuantitatif.
- b. Metode berdasarkan “*Judgement*” atau keputusan individual, metode ini biasanya menggunakan pendapat individual atau pengalaman seorang estimator. Dimana hasil yang diproses akan menghasilkan suatu nilai prediksi.

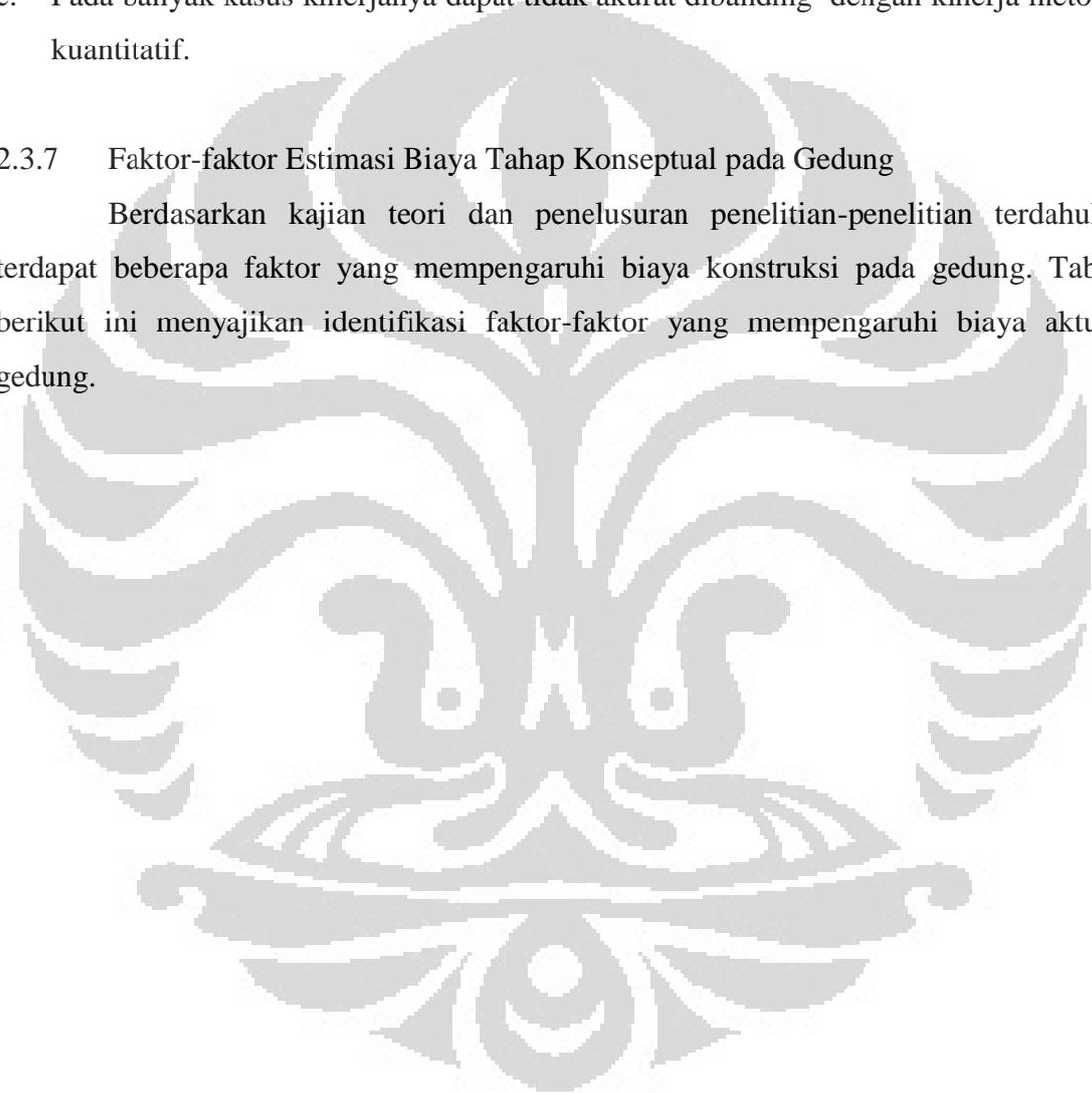
Pada metode yang menggunakan informasi data terdahulu sangat mengandalkan ketersediaan informasi yang tersimpan lalu menggunakannya untuk memprediksi manfaat dimasa yang akan datang. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa apa yang terjadi dimasa lampau dapat diaplikasikan ke kondisi yang serupa dimasa yang akan datang. Penggunaan pendekatan berdasarkan data, model ekstrapolasi atau *causal* model dapat digunakan untuk memprediksi estimasi. Meskipun metode-metode tersebut sudah banyak digunakan dalam banyak situasi nyata, penilaian kualitas estimasi menghadirkan beberapa keterbatasan. Hal tersebut dikarenakan mungkin kurang lengkapnya informasi yang tersimpan. Pendekatan berdasarkan “*Judgement*” atau pengalaman biasanya berawal dari pendapat individual estimator atau dari para ahli. Pada metode ini para ahli menilai beberapa variabel kritis terhadap nilai faktor-faktor yang mempengaruhinya, menggunakan model kualitatif seperti keakuratan model

faktor. Beberapa kelemahan dari penilaian kualitas estimasi berdasarkan metode “*judgement*” yaitu:

- a. Hasilnya akan sulit untuk divalidasi dikarenakan kurang tersedianya data.
- b. Kemungkinan besar hasil penilaian metode *judgment* ini dapat mengurangi efisiensi baik dari segi biaya maupun waktu yang disebabkan oleh pendapat para ahli yang dapat menyebabkan bias.
- c. Pada banyak kasus kinerjanya dapat tidak akurat dibanding dengan kinerja metode kuantitatif.

### 2.3.7 Faktor-faktor Estimasi Biaya Tahap Konseptual pada Gedung

Berdasarkan kajian teori dan penelusuran penelitian-penelitian terdahulu, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi pada gedung. Tabel berikut ini menyajikan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi biaya aktual gedung.



Tabel 2. 1 Faktor-Faktor Estimasi Biaya Tahap Konseptual Pada Gedung

NO.	FAKTOR	NO.	INDIKATOR	KETERANGAN	REFERENSI
<b>1.</b>	<b>LOKASI</b>				
		1	Lokasi Proyek	Kondisi perekonomian setempat, peraturan pembangunan yang diwakili lokasi, mempengaruhi biaya proyek	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli, Masi (2002), Kim & Choi, kang (2005)
		2	Kondisi Tanah/Daya dukung Tanah	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah	Elhag & Boussabaine
<b>2.</b>	<b>DESAIN</b>				
		3	Tipe Pondasi	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah	Kim, Choi, Kang (2005), Setyawati,
		4	Fungsi Gedung	Mempengaruhi biaya konstruksi dan kualitas material	Yokoyama & Tomiya (1988), Gould (1997)
		5	Luas Total Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli & Masi (2002), Setyawati, Sahirman, Creese (2002)
		6	Luas Lantai Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli & Masi (2002), Setyawati, Sahirman, Creese (2002)
		7	Jumlah Tingkat Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan	Yokoyama & Tamiya (1988), Anoli & Masi (2002), Setyawati, Sahirman, Creese (2002), Kim, Choi, Kang (2005)
		8	Jumlah Lantai Basement	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah	Yokoyama & Tamiya (1988)
		9	Ketinggian Bangunan	Mempengaruhi biaya pondasi, struktur, mekanikal dan elektrikal	Ferry., Dj (1999), johnson R (1990), Marshal & Swift (2005)
		10	Jarak Antar Lantai	Mempengaruhi biaya pondasi, struktur, mekanikal dan elektrikal	Anoli & Masi (2002), Setyawati & Sahirman (2002)
		11	Tipe Atap	Mempengaruhi biaya atap	Kim,Choi, Kang (2005)
		12	Finishing Grade	Mempengaruhi biaya finishing/arsitektur	Kim,Choi, Kang (2005)
		13	Bentuk Bangunan	Mempengaruhi biaya eksterior	Yokoyama & Tomiya (1988), Gould (1997)
<b>3.</b>	<b>WAKTU</b>				
		14	Durasi Proyek	Mempengaruhi biaya tenaga kerja dan overhead	Kim, Choi, Kang (2005), Elhag & Boussabaine
		15	Tahun Proyek Akan Dibangun	Kondisi perekonomian pada saat pembangunan, mempengaruhi biaya material	Kim, Choi, Kang (2005)

Sumber : Hasil Olahan

## 2.4 Fuzzy logic

### 2.4.1 Definisi

Pada akhir abad ke-19 hingga akhir abad ke-20, teori probabilitas memegang peranan penting untuk penyelesaian masalah ketidakpastian. Teori ini terus berkembang hingga akhirnya pada tahun 1965, Lofti A. Zadeh memperkenalkan teori fuzzy, yang secara tidak langsung mengisyaratkan bahwa tidak hanya teori probabilitas saja yang dapat digunakan untuk merpresentasikan masalah ketidakpastian. Namun demikian, teori fuzzy bukanlah merupakan pengganti dari teori probabilitas. Pada teori himpunan fuzzy, komponen utama yang sangat berpengaruh adalah fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan merepresentasikan derajat kedekatan suatu objek terhadap atribut tertentu, sedangkan pada teori probabilitas lebih pada penggunaan frekuensi relatif (Ross, 1995).

Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial (Tettamanzi, 2001). Kurangnya informasi dalam menyelesaikan permasalahan sering kali dijumpai pada berbagai bidang kehidupan. Pembahasan tentang ketidakjelasan (*vagueness*) telah dimulai sejak tahun 1937, ketika seorang filsof bernama Max Black mengemukakan pendapatnya tentang ketidakpastian Black mendefinisikan suatu proposisi tentang ketidakjelasan sebagai suatu proposisi dimana status kemungkinan dari proposisi tersebut tidak didefinisikan dengan jelas (Ross, 1995). Sebagai contoh, untuk menyatakan seseorang masuk dalam kategori “muda” dapat memberikan interpretasi yang berbeda oleh setiap individu dan kita tidak dapat memberikan umur tertentu untuk mengatakan seseorang masih muda atau tidak muda. Ketidakjelasan juga dapat digunakan untuk mendeskripsikan sesuatu yang berhubungan dengan ketidakpastian yang diberikan dalam bentuk informasi linguistik atau intuisi.

Dalam kamus Oxford, istilah fuzzy didefinisikan sebagai *blurred* (kabur atau remang-remang), *indistinct* (tidak jelas), *imprecisely defined* (didefinisikan secara tidak presisi), *confused* (membingungkan), dan *vague* (tidak jelas). Dalam teori *fuzzy logic*, kata fuzzy lebih dipandang sebagai sebuah technical adjective.

Penggunaan istilah “sistem fuzzy” tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sebuah sistem yang tidak jelas definisinya, cara kerjanya, atau deskripsinya. Sebaliknya, yang dimaksud dengan sistem fuzzy adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja dan deskripsi yang jelas berdasarkan teori *fuzzy logic*.

Secara umum, *fuzzy logic* adalah sebuah metodologi “berhitung” dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam *fuzzy logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. *Fuzzy logic* telah menjadi riset area yang menganggumkan karena kemampuannya dalam menjembatani bahasa mesin yang serba presisi dengan bahasa manusia yang cenderung tidak presisi, yaitu hanya dengan menekankan pada makna atau arti (*significance*).

Sesuai dengan definisi diatas, *fuzzy logic* merupakan suatu metode pemetaan atau hubungan input dan output dari suatu sistem berdasarkan data input-output. Dari sekian banyak alternatif yang tersedia, sistem fuzzy seringkali menjadi pilihan yang terbaik. Menurut Lofti A. Zadeh, dalam hampir setiap kasus, Anda dapat membangun sistem yang bisa menggantikan hubungan blackbox tanpa menggunakan *fuzzy logic*. Namun apabila memakai *fuzzy logic*, rancang bangun sistem dapat dilakukan lebih cepat dan efisien. Berikut alasan mengapa digunakan metode *fuzzy logic* (Cox, 1994):

- a. Konsep fuzzy logic adalah sangat sederhana sehingga mudah dipahami. Kelebihannya dibandingkan konsep lain bukan terletak pada kompleksitasnya tetapi pada naturalness pendekatannya dalam memecahkan masalah.
- b. Fuzzy logic adalah fleksibel, dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus memulainya dari nol”.
- c. Fuzzy logic memberikan toleransi terhadap ketidakpresisian data.
- d. Permodelan atau pemetaan untuk mencari hubungan data input-output dari sembarang sistem black-box bisa dilakukan dengan memakai sistem fuzzy,
- e. Pengetahuan atau pengalaman dari para pakar dapat dengan mudah dipakai untuk membangun fuzzy logic. Hal ini merupakan kelebihan utama fuzzy logic dibandingkan permodelan jaringan saraf tiruan. Permodelan sistem

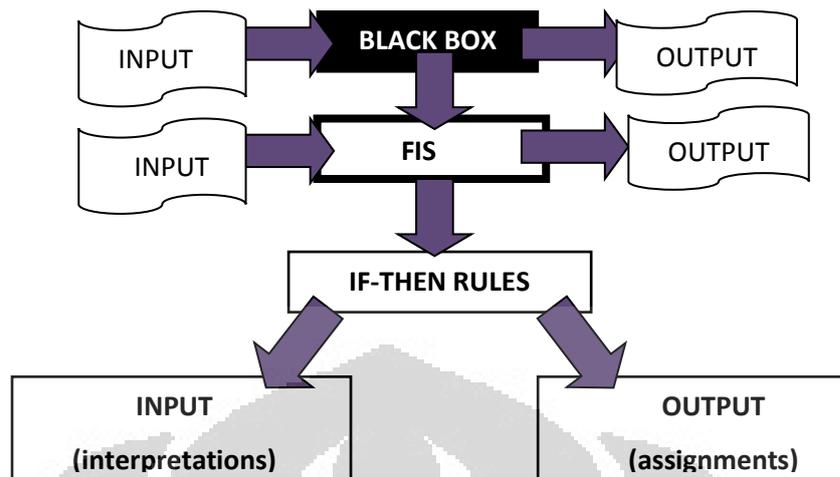
dengan jaringan saraf tiruan berdasarkan data input-output hanya akan menghasilkan model jaringan saraf tiruan yang masih juga sebagai black-box, karena kita sulit mengetahui bagaimana cara kerja model jaringan saraf tiruan yang dihasilkan. Dalam permodelan jaringan saraf tiruan, tidak ada mekanisme untuk melibatkan pengetahuan manusia (pakar) dalam proses pelatihan jaringan saraf tiruan. Jika kita menggunakan fuzzy logic, pengetahuan manusia dapat relatif lebih mudah dilibatkan.

- f. Fuzzy logic dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang terlebih dahulu ada.
- g. Fuzzy logic berdasarkan pada bahasa manusia.
- h. Fuzzy logic adalah sebuah metode yang solid dan efisien untuk memecahkan permasalahan non-linier yang tidak memprioritaskan kepresisian.

#### 2.4.2 Konsep Fuzzy logic

Motivasi utama teori *fuzzy logic* adalah memetakan sebuah ruang input ke dalam ruang output dengan menggunakan IF-THEN *rules*. Pemetaan yang dilakukan dalam suatu Fuzzy Inference System (FIS). FIS mengevaluasi semua rule secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan. Oleh karena itu semua rule harus didefinisikan terlebih dahulu sebelum membangun sebuah FIS yang akan digunakan untuk menginterpretasikan semua rule tersebut.

FIS adalah sebuah metode yang menginterpretasikan harga-harga dalam vektor input, menarik kesimpulan berdasarkan sekumpulan IF-THEN *rules* yang diberikan, dan kemudian menghasilkan vektor-output. Kronologis proses rancang bangun sebuah FIS diilustrasikan dalam Gambar berikut.



Gambar 2. 10 Konsep Umum Kronologi Pembangunan FIS

Sumber : Naba, 2009

### 2.4.3 Fuzzy Set

Fuzzy set adalah sebuah himpunan dimana keanggotaan dari tiap elemennya tidak mempunyai batas yang jelas. Fuzzy set mendasari konsep *fuzzy logic* yang menyatakan bahwa kebenaran dari sembarang pernyataan hanyalah masalah derajat. Pernyataan yang serupa maknanya dengan pernyataan tersebut dikemukakan oleh Lofti A. Zadeh, pengagas teori fuzzy, bahwa alam ini maha kompleks, sehingga hampir mustahil membuat sembarang pernyataan tentangnya yang mengandung dua makna sekaligus: presisi dan bermakna. Oleh karenanya, jika seseorang mengklaim sesuatu melalui suatu pernyataan yang presisi tentang rahasia alam ini, maka pernyataan tersebut akan kehilangan makna. Sebaliknya, jika seseorang hanya menekankan makna dalam pernyataannya, maka kepresisiannya cenderung terabaikan atau tidak disinggung sama sekali. Demikianlah sembarang pernyataan bisa menjadi bersifat fuzzy. Konsep *fuzzy logic* mempunyai kemampuan untuk membalas pertanyaan ‘yes-no’ dengan jawaban “not-quite-yes-or-no”. Cara kerja *fuzzy logic* hanya masalah generalisa logika “ya-tidak” (Boolean). Dalam logika Boolean, “benar” diberi bobot 1 dan “salah” diberi bobot 0. Dalam *fuzzy logic*, hal yang sama bisa dilakukan dengan memboboti “benar/salah” dalam rentang 0 sampai 1.

Terkadang kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval  $[0,1]$ , namun interpretasi sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan fuzzy

memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka waktu yang panjang. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alanim, seperti : MUDA,TUA,MAHAL, dsb.
- b. Numerik, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40,25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami suatu sistem fuzzy, yaitu :

- a. Variabel Fuzzy  
Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak ddibahas oleh sistem fuzzy.Contoh ; umur, temperatur, permintaan, dsb.
- b. Himpunan Fuzzy  
Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.
- c. Semesta Pembicaraan  
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan ddpadap berupa bilangan positif maupun negative. Ada kalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
- d. Domain  
Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpuna fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

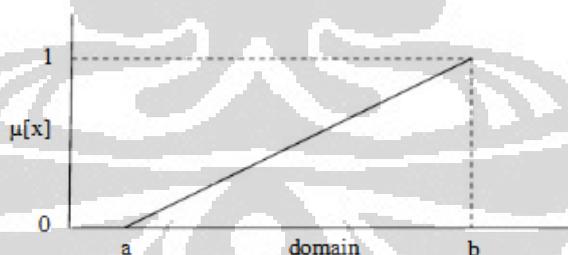
#### 2.4.4 Fungsi Keanggotaan

*Membership function* atau fungsi keanggotaan adalah sebuah fungsi yang memetakan ruang input menjadi bobot atau derajat. Fungsi keanggotaan mendefinisikan bagaimana tiap titik dalam ruang input dipetakan menjadi bobot atau derajat keanggotaan antara 0 dan 1. Dalam teori himpunan, ruang input juga dikenal sebagai universe of discourse. Satu-satunya kondisi yang harus dipenuhi oleh fungsi keanggotaan adalah bahwa memiliki keluaran tunggal dan bervariasi antara 0 dan 1, sementara bentuk fungsinya sendiri bisa sembarang kurva yang diinginkan.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan :

##### a. Representasi Linier

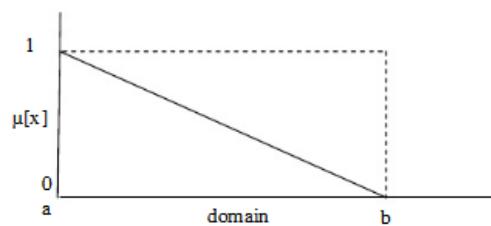
Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaanya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini yang paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Pertama, garis lurus naik dari domain yang memiliki derajat keanggotaan terkecil [0] dari sisi kiri ke arah kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 2. 11 Kurva Representasi Linear Naik

Sumber : (Naba, 2009)

Kedua, garis lurus dimulai dari nilai domain derajat keanggotannya tertinggi di sisi kiri kemudian menurun ke kanan ke nilai domain yang derajat keanggotaanya lebih rendah.



Gambar 2. 12 Kurva Representasi Linear Naik

Sumber : (Naba, 2009)

b. Representasi segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya gabungan antara 2 garis (linier). Sebuah fuzzy set merupakan pengembangan dari sebuah himpunan klasik. Jika  $X$  adalah *universe of discourse* dan elemen-elemennya dinotasikan dengan  $x$ , maka sebuah fuzzy set  $A$  dalam  $X$  didefinisikan dengan :

$$A = \{ x, \mu_A(x) \mid x, X \}$$

$\mu_A(x)$  adalah fungsi keanggotaan dari  $x$  dalam  $A$ . Fungsi keanggotaan memetakan tiap elemen dari  $x$  menjadi derajat keanggotaan antara 0 dan 1.

Secara umum, beberapa kesimpulan tentang himpunan dan fungsi keanggotaan fungsi diberikan di bawah ini :

- Fuzzy set merupakan konsep variabel samar (vague or fuzzy variable).
- Fuzzy set mengizinkan keanggotaan parsial suatu himpunan.
- Derajat keanggotaan fuzzy dalam fuzzy set berkisar antara 0 sampai 1.
- Tiap fungsi keanggotaan  $\mu$  berasosiasi dengan sebuah fuzzy set tertentu dan memetakan suatu nilai input ke nilai derajat keanggotaan yang sesuai.

#### 2.4.5 Boolean logic dan Fuzzy logic

Pembahasan diatas menjelaskan “fuzzy” dalam *fuzzy logic*, namun masih belum jelas apa yang dimaksud “logic” dalam *fuzzy logic*. Merupakan sebuah fakta bahwa *fuzzy logic* bersifat lebih general daripada *boolean logic*. Dalam *fuzzy logic*, jika variabel fuzzy diset pada derajat maksimumnya, yaitu 1 atau minimumnya, yaitu 0, maka akan berlaku *boolean logic* (*two valued logic*).

Dalam *fuzzy logic*, kebenaran sembarang pernyataan hanyalah masalah derajat. Pada *boolean logic* menggunakan operasi logika AND, OR, dan NOT.

Sedangkan dalam *fuzzy logic*, tidak hanya variabel-variabel input yang berharga antara 0 sampai 1, tetapi hasil operasi *fuzzy logic*nya pun demikian.

Terdapat dua fuzzy set, yaitu A dan B, dan ada sebuah anggota himpunan X. Anggota himpunan X ini dapat dikelompokkan dalam fuzzy set dengan derajat keanggotaan  $\mu_A(x)$  dan juga fuzzy set B dengan derajat keanggotaan  $\mu_B(x)$ . Operasi minimum yang dilakukan antara fuzzy set A dan B tersebut dapat dinotasikan dengan :

$$\min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

dimana nilai  $\mu_A(x)$  dan  $\mu_B(x)$  adalah 0 atau 1, dan bukan antara 0 dan 1. Hasil operasi fungsi min ini akan bernilai 0 jika salah satu inputnya bernilai 0. Hal ini mengindikasikan hasil operasi fungsi min sama persis dengan hasil operasi AND dalam *boolean logic*. Dengan cara yang serupa, operasi OR bisa digantikan dengan fungsi  $\max(\mu_A(x), \mu_B(x))$  dan NOT A ekuivalen dengan  $1-\mu_A(x)$ .

A	B	min(A,B)	A	B	max(A,B)	A	1-A
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1		
1	1	1	1	1	1		

AND

OR

NOT

Gambar 2. 13 Operasi Fuzzy Logic (Multivalued Logic)

Sumber : (Naba, 2009)

Operasi-operasi *fuzzy logic* tersebut kemudian digeneralisasi dengan tidak lagi membatasi harga  $\mu_A(x)$  dan  $\mu_B(x)$  dengan 0 dan 1 saja, tetapi dengan sembarang harga antara 0 sampai 1.

#### 2.4.6 IF-THEN Rule

*Fuzzy logic* bekerja berdasar aturan-aturan yang dinyatakan dalam bentuk pernyataan IF-THEN, Sebuah aturan fuzzy tunggal berbentuk seperti berikut :

If x is A then y is B

dimana A dan B adalah linguistic values yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “x is A” disebut antecedent atau premise. Pernyataan “y is B” disebut *Consequent* (kesimpulan). Antecedent dalam IF-THEN rule

merupakan interpretasi yang dinyatakan dalam bentuk derajat keanggotaan antara 0 sampai 1.

Secara umum IF-THEN rule dapat dianggap sebagai sebuah sistem yang memerlukan input dan menghasilkan output. Menginterpretasikan sebuah IF-THEN rule meliputi dua tahapan. Tahapan pertama yaitu mengevaluasi antecedent, yaitu melakukan fuzzifikasi pada input dan menerapkan operasi-operasi logis dengan operator-operator fuzzy. Tahapan kedua yaitu proses implikasi, yaitu menerapkan hasil operasi *fuzzy logic* pada bagian antecedent untuk mengambil kesimpulan dengan mengisikan fuzzy set keluaran ke variabel keluaran.

Dalam kasus *boolean logic*, untuk menginterpretasikan IF-THEN rule bisa dilakukan dengan mudah. Jika premise atau antecedent adalah benar atau salah maka *Consequent* adalah benar atau salah. Dalam kasus *fuzzy logic*, antecedent diijinkan berupa pernyataan yang bersifat fuzzy. Sebagaimana antecedent bersifat fuzzy, derajat kebenarannya pun dimungkinkan kurang dari 1, dan demikian juga kesimpulan yang diambil berdasarkan antecedent tersebut. Derajat kebenaran kesimpulan tidak boleh melebihi derajat kebenaran antecedent. Dalam *fuzzy logic*, prinsip yang digunakan adalah bahwa derajat kebenaran kesimpulan harus sama dengan derajat kebenaran antecedent. Jika antecedent adalah benar dengan derajat kebenaran  $\alpha$ , maka kesimpulannya adalah juga benar dengan derajat kebenaran  $\alpha$ .

- a. Boolean logic :  $a \rightarrow b$  (baik a dan b adalah benar atau salah)
- b. Fuzzy logic :  $\alpha a \rightarrow \alpha b$

*Consequent* juga diijinkan untuk mempunyai lebih dari satu pernyataan. Dalam kasus ini derajat kebenaran semua pernyataan dalam *Consequent* adalah sama, yaitu sama dengan derajat kebenaran antecedent. Misalkan :

If x is A then y is B and z is C

$$\alpha a \rightarrow \alpha b, \alpha c$$

Selain ditentukan oleh hasil operasi *fuzzy logic* dalam *antecedent*, derajat kebenaran dari *Consequent* juga ditentukan oleh bobot dari rule (*the degree of support for the rule*). Jika contoh di atas rule-nya diboboti dengan  $\beta$ , maka berlaku:

$$\alpha a \rightarrow \beta ab, \beta ac$$

Secara umum, tiga tahap penginterpretasian IF-THEN rule dapat dirangkum sebagai berikut :

- a. Fuzzifikasi : menentukan derajat keanggotaan dari variabel masukan.
- b. Operasi fuzzy logic : melakukan operasi-operasi fuzzy logic. Antecedent menggunakan operator AND yang dapat digantikan dengan fungsi min, yaitu memilih variabel input mana yang memiliki derajat keanggotaan terkecil.
- c. Implikasi : menerapkan metode implikasi untuk menentukan bentuk akhir fuzzy set keluaran. Consequent dari fuzzy rule ditentukan dengan mengisikan fuzzy set keluaran ke variabel keluaran.

Penggunaan IF-THEN rule tunggal tidak cukup untuk mendapatkan keputusan terbaik berdasarkan *fuzzy logic*, sehingga dibutuhkan lebih dari satu IF-THEN rule. Output dari tiap rule adalah sebuah fuzzy set (luasannya di bawah kurva) yang diboboti dengan derajat kebenaran antecedent dan bobot rulenya sendiri. Langkah selanjutnya adalah melakukan agregasi dari semua keluaran fuzzy rule, yaitu menjumlahkan semua fuzzy set yang telah diboboti dan kemudian membaginya dengan jumlah total semua luasannya fuzzy set tanpa diboboti sehingga akhirnya didapatkan bilangan tunggal keluaran. Langkah akhir yaitu defuzzifikasi, adalah mengisikan bilangan tunggal tersebut pada variabel keluaran.

#### 2.4.7 Fuzzy Inference System

Seorang operator memiliki pengetahuan tentang cara kerja dari sistem yang bisa dinyatakan dalam sekumpulan IF-THEN rule. Dengan melakukan *fuzzy inference*, pengetahuan tersebut biasanya ditransfer ke dalam perangkat lunak yang selanjutnya memetakan suatu input menjadi output berdasarkan IF-THEN rule yang diberikan. Sistem fuzzy yang dihasilkan disebut *Fuzzy Inference System* (FIS). FIS telah berhasil diaplikasikan ke dalam berbagai bidang, FIS sering disebut juga dengan *fuzzy-rule based system*, *fuzzy expert system*, *fuzzy modelling*, *fuzzy logic controller*, dan *fuzzy system*.

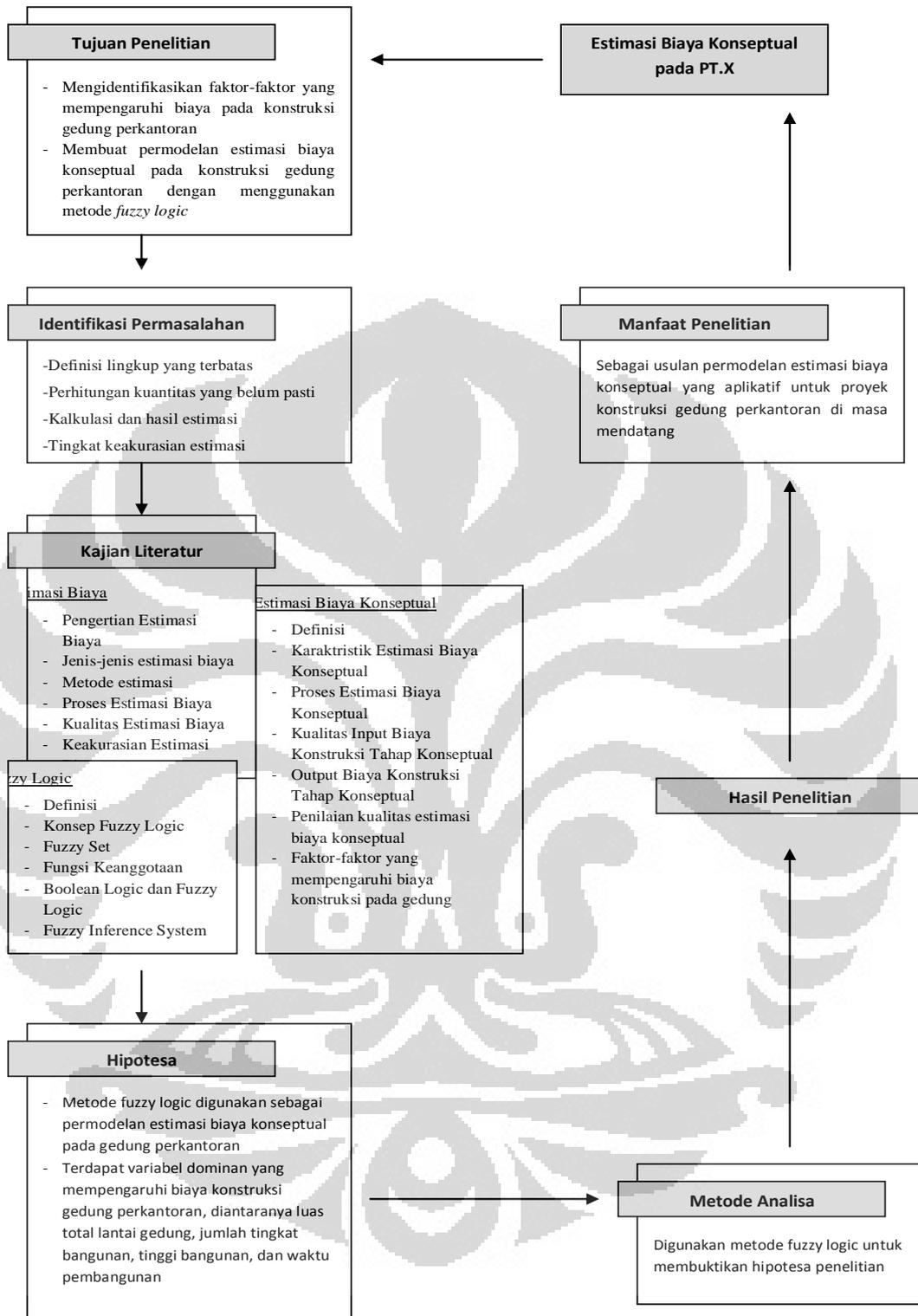
Fuzzy dibangun dengan dua metode, yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno. Kedua metode hanya berbeda dalam cara menentukan harga output FIS.

Metode Mamdani adalah metode yang paling sering dijumpai ketika membahas metodologi-metodologi fuzzy. Hal ini mungkin dikarenakan metode ini merupakan metode yang pertama kali dibangun dan berhasil diterapkan dalam rancang bangun system kontrol menggunakan teori himpunan fuzzy. Ebrahim Mamdani pertama kali mengusulkan metode ini pada tahun 1975 ketika membangun sistem kontrol mesin uap dan boiler. Mamdani mengumpulkan sejumlah IF-THEN rule yang diperoleh dari operator/pakar berpengalaman. Keluaran FIS tipe Mamdani berupa fuzzy set dan bukan sekedar inversi dari fungsi keanggotaan output. Oleh karena itu, untuk menghitung harga keluaran dari suatu fungsi IF-THEN rule, metode Mamdani harus menghitung luas di bawah kurva fuzzy set pada bagian keluaran (THEN-part). Pada proses defuzzifikasi, metode Mamdani harus menghitung luas rata-rata (centroid) yang diboboti dari semua fuzzy set keluaran dari semua rule, kemudian mengisikan rata-rata tersebut ke variabel keluaran FIS.

## **2.5 Kesimpulan**

### **2.5.1 Kerangka Berpikir/Konsep**

Dari pembahasan di atas dapat disusun kerangka berpikir mengenai estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran seperti berikut :



Gambar 2. 14 Kerangka berpikir

Sumber : Hasil Olahan

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan permodelan estimasi biaya konseptual yang aplikatif sehingga estimasi biaya konseptual dapat menghasilkan keakurasian yang tinggi dan deviasi yang sangat kecil.

### 2.5.2 Hipotesa

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas maka dapat disimpulkan hipotesa sebagai berikut :

- a. Metode *fuzzy logic* digunakan sebagai permodelan estimasi biaya konseptual pada gedung perkantoran
- b. Terdapat variabel dominan yang mempengaruhi biaya konstruksi gedung perkantoran, diantaranya luas gedung, jumlah tingkat bangunan, tinggi bangunan, dan waktu pembangunan.

Hubungan antara hipotesa, tujuan penelitian dan judul penelitian digambarkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. 15 Hubungan Hipotesa, Tujuan Dan Judul Penelitian

Sumber : Hasil Olahan

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Pendahuluan**

Keakuratan estimasi biaya konseptual di tahap awal suatu proyek sangat diperlukan guna pengambilan keputusan konstruksi oleh pihak manajemen, yang tentunya memiliki pengaruh yang besar terhadap kinerja biaya proyek dan pada proyek selanjutnya. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai desain dari penelitian dalam mengeksplorasi penggunaan teknik fuzzy logic dalam pembuatan estimasi biaya konseptual pada proyek pembangunan konstruksi gedung perkantoran dan membuat permodelan estimasi biaya untuk proyek konstruksi gedung perkantoran pada tahap konseptual. Pada bab ini juga akan dijelaskan bahwa penelitian yang akan dilakukan adalah bersifat eksploratif. Desain eksploratif bertujuan untuk menggali atau menganalisa suatu fenomena penelitian.

Pada bab ini berisi mengenai metodologi penelitian yang akan dilakukan. Pada sub bab 3.2 akan diberikan mengenai kerangka berpikir pada penelitian ini. Pertanyaan penelitian (*research question*) akan dibahas pada sub-bab 3.3, selanjutnya pada sub-bab 3.4 akan membahas mengenai pemilihan strategi penelitian, sub-bab 3.5 akan membahas mengenai variabel penelitian, sub-bab 3.6 akan membahas mengenai instrumen penelitian, dan pada sub-bab 3.7 akan dibahas mengenai pengumpulan data penelitian, serta pada sub-bab 3.8 akan membahas mengenai metode analisa.

### **3.2 Pemilihan Strategi Penelitian**

Terdapat 3 metode yang dapat digunakan dalam penelitian, adapun penggunaan metode ini perlu memprtimbangkan 3 hal, yaitu : jenis pertanyaan yang digunakan, kendali terhadap peristiwa yang diteliti, fokus terhadap peristiwa yang sedang berjalan atau baru diselesaikan (Yin, 1994). Pada tabel dijelaskan jenis-jenis metode penelitian yang dapat digunakan. Berdasarkan research question pada penelitian ini, yaitu :

- a. Variabel-variabel “apa” yang mempengaruhi estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran?

- b. “Bagaimana” membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran?

maka pada penelitian ini digunakan metode “survey” dan “studi kasus”.

Strategi	Jenis pertanyaan yang digunakan	Kendali terhadap peristiwa yang diteliti	Fokus terhadap peristiwa yang berjalan/baru diselesaikan
Eksperimen	Bagaimana, mengapa	Ya	Ya
Survey	Siapa, dimana, berapa banyak, berapa besar	Tidak	Ya
Analisis Arsip	Siapa, apa, dimana, berapa banyak, berapa besar.	Tidak	Ya/ Tidak
Historis	Bagaimana, mengapa	Tidak	Tidak
Studi Kasus	Bagaimana, mengapa	Tidak	Ya

Gambar 3. 1 Strategi/Metodologi Penelitian

Sumber: Diterjemahkan dari (Yin 1996)

Penelitian ini dibagi menjadi 4 tahapan penelitian yaitu :

- a. Tahap 1 : Persiapan

Pada tahapan ini dilakukan penelitian mulai dari identifikasi masalah, penetapan topik, perumusan masalah, penetapan tujuan, batasan penelitian, manfaat penelitian serta hipotesa penelitian.

- b. Tahap 2 : Metodologi Penelitian

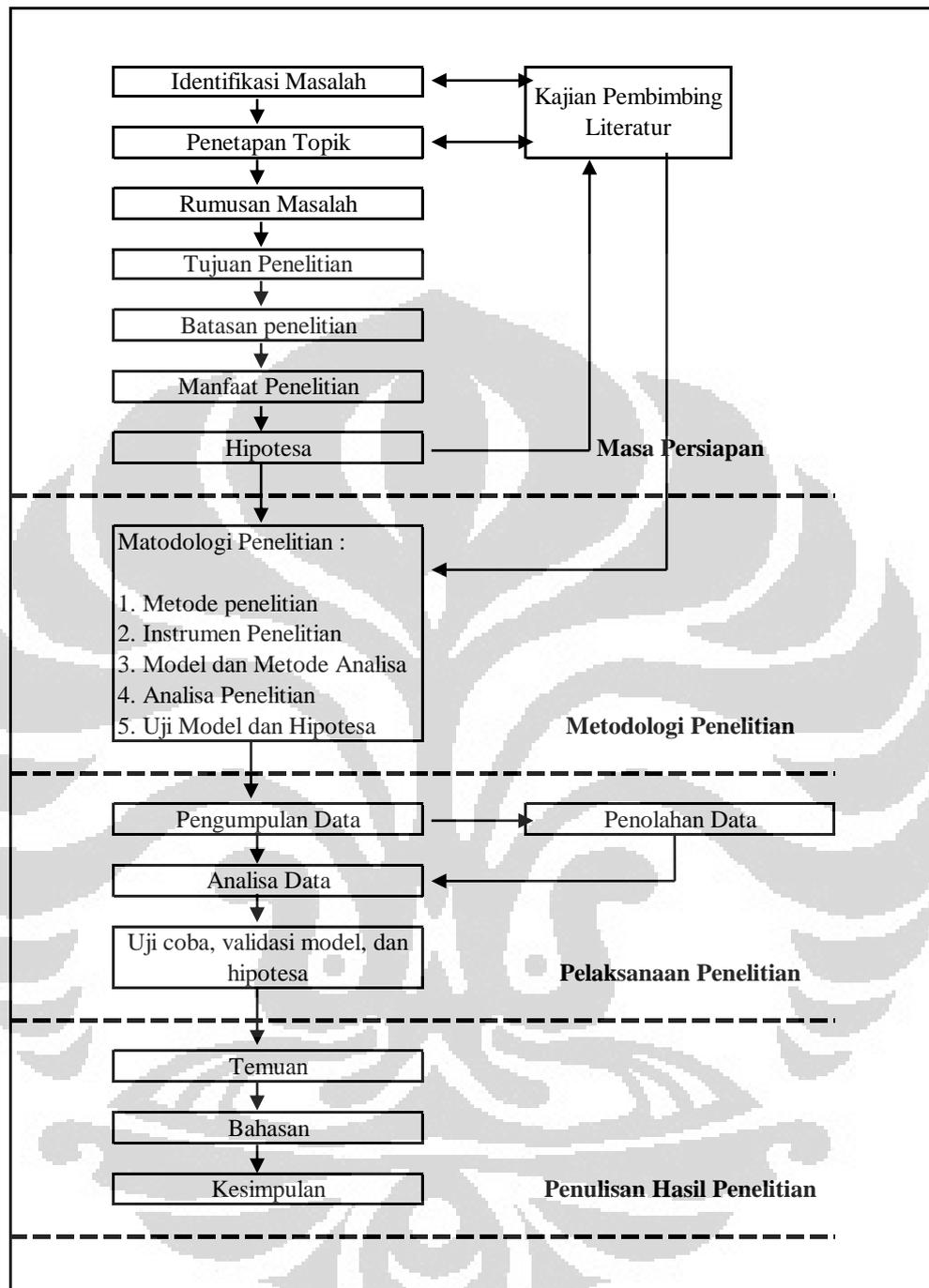
Pada tahapan ini ditentukan metodologi penelitian, instrumen penelitian, model dan metode analisa, analisa penelitian, dan uji model dan hipotesa.

- c. Tahap 3 : Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini dilaksanakan penelitian berdasarkan pendekatan metode fuzzy logic sesuai dengan metodologi yang telah ditetapkan mulai dari pengumpulan data sampai dengan uji coba, validasi model dan hipotesa.

- d. Tahap 4 : Penulisan hasil penelitian

Pada tahap ini penulisan hasil penelitian dilakukan, hasil penelitian kemudian dibahas secara mendalam, kemudian dibuat kesimpulan dari penelitian.



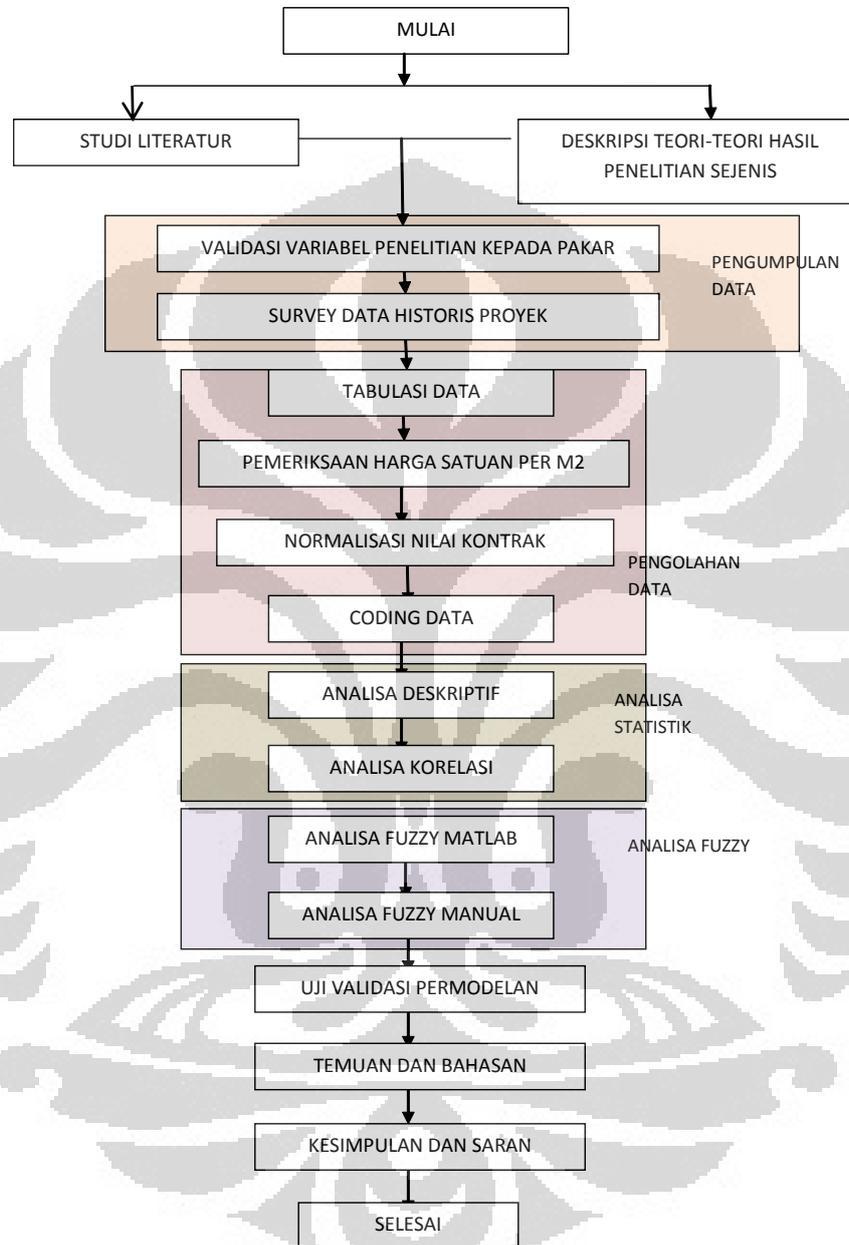
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian

Sumber : Hasil Olahan

### 3.3 Proses Penelitian

Penelitian merupakan suatu siklus. Setiap tahapan akan diikuti oleh tahapan lain secara terus menerus. Untuk dapat melaksanakan penelitian sesuai

dengan tujuan yang diharapkan, maka proses penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 3 Diagram alur proses penelitian

Sumber : Hasil Olahan

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel merupakan gejala yang menjadi fokus peneliti untuk diamati, dimana variabel itu sebagai atribut dari sekelompok orang atau objek yang

mempunyai variasi antara satu dengan yang lainnya dalam kelompok itu. Berdasarkan hubungannya, variabel penelitian dapat dibedakan menjadi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab bagi variabel lain, biasanya diberi notasi X. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau disebabkan oleh variabel lain, biasanya diberi notasi Y.

Variabel pada penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran seperti yang disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3. 1 Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi gedung

NO.	FAKTOR	NO.	INDIKATOR	KETERANGAN	REFERENSI
1.	<b>LOKASI</b>				
		1	Lokasi Proyek	Kondisi perekonomian setempat, peraturan pembangunan yang diwakili lokasi, mempengaruhi biaya proyek	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli, Masi (2002), Kim & Choi, kang (2005)
		2	Kondisi Tanah/Daya dukung Tanah	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah	Elhag & Boussabaine
2.	<b>DESAIN</b>				
		3	Tipe Pondasi	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah	Kim, Choi, Kang (2005), Setyawati,
		4	Fungsi Gedung	Mempengaruhi biaya konstruksi dan kualitas material	Yokoyama & Tomiya (1988), Gould (1997)
		5	Luas Total Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli & Masi (2002), Setyawati, Sahirman, Creese (2002)
		6	Luas Lantai Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli & Masi (2002), Setyawati, Sahirman, Creese (2002)
		7	Jumlah Tingkat Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan	Yokoyama & Tomiya (1988), Anoli & Masi (2002), Setyawati, Sahirman, Creese (2002), Kim, Choi, Kang (2005)
		8	Jumlah Lantai Basement	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah	Yokoyama & Tomiya (1988)
		9	Ketinggian Bangunan	Mempengaruhi biaya pondasi, struktur, mekanikal dan elektrikal	Ferry, Dj (1999), Johnson R (1990), Marshal & Swift (2005)
		10	Jarak Antar Lantai	Mempengaruhi biaya pondasi, struktur, mekanikal dan elektrikal	Anoli & Masi (2002), Setyawati & Sahirman (2002)
		11	Tipe Atap	Mempengaruhi biaya atap	Kim, Choi, Kang (2005)
		12	Finishing Grade	Mempengaruhi biaya finishing/arsitektur	Kim, Choi, Kang (2005)
		13	Bentuk Bangunan	Mempengaruhi biaya eksterior	Yokoyama & Tomiya (1988), Gould (1997)
3.	<b>WAKTU</b>				
		14	Durasi Proyek	Mempengaruhi biaya tenaga kerja dan overhead	Kim, Choi, Kang (2005), Elhag & Boussabaine
		15	Tahun Proyek Akan Dibangun	Kondisi perekonomian pada saat pembangunan, mempengaruhi biaya material	Kim, Choi, Kang (2005)

Sumber : Hasil Olahan

### 3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah pedoman tertulis tentang wawancara, atau pengamatan, atau daftar pertanyaan, yang dipersiapkan untuk mendapatkan informasi dari responden. Instrumen penelitian ini merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data, sehingga alat ini harus berfungsi secara efektif yaitu memenuhi syarat validitas dan realibilitas.

Pada suatu penelitian, dapat digunakan lebih dari satu metode pengumpulan data. Hal ini menunjukkan ada satu atau beberapa variabel yang diteliti melalui metode yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan metode yang terdiri atas wawancara terstruktur. Pada dasarnya metode yang terdiri atas wawancara dan kuesioner ini merupakan metode pengumpulan data survey, dimana terdapat dua komponen yaitu :

a. Kuesioner

Kuesioner merupakan daftar pertanyaan yang disusun dalam bentuk kalimat tanya, dimana dilakukan melalui media, yaitu daftar pertanyaan dikirim kepada koresponden sehingga dilakukan tidak secara langsung berhadapan muka antara peneliti dan koresponden. Pada tabel dapat dilihat contoh kuesioner yang akan digunakan pada penelitian ini. Kuesioner pada penelitian ini dibagi menjadi 2 kelompok :

- a) Kuesioner yang menanyakan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi estimasi biaya konseptual
- b) Kuesioner yang berisi data historis konstruksi gedung perkantoran yang terdiri atas karakteristik proyek dan biaya konstruksi proyek.

b. Wawancara Terstruktur

Wawancara adalah bentuk komunikasi langsung antara peneliti dengan pakar, dimana berlangsung dalam bentuk tanya-jawab dalam hubungan tatap muka, sehingga gerak dan mimik pakar merupakan pola media yang melengkapi kata-kata secara verbal. Dalam wawancara terstruktur, pertanyaan-pertanyaan mengarahkan jawaban dalam pola pertanyaan yang dikemukakan, seperti menyediakan pilihan jawaban bagi pakar sehingga pakar terarah untuk memilih salah satu pilihan tersebut. Dalam penelitian ini wawancara dilakukan terhadap pihak-pihak yang berkompeten sesuai dengan topik penelitian.

### 3.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian, dimana tujuan yang diungkapkan dalam bentuk hipotesa merupakan jawaban sementara terhadap

pertanyaan penelitian, sehingga jawabannya masih perlu diuji secara empiris, dan untuk maksud inilah dibutuhkan pengumpulan data. Ada dua bentuk data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

a. Data Primer

Data primer didapat dengan melakukan studi lapangan. Studi lapangan merupakan cara pengumpulan data dengan melakukan survei kepada perusahaan-perusahaan konstruksi yang berkompeten terhadap permasalahan yang diteliti. Pendekatan untuk pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survei. Survei merupakan suatu metode yang sistematis untuk mengumpulkan data berdasarkan suatu sampel agar mendapatkan informasi dari populasi yang serupa (Tan, 1995). Selain itu tujuan utama dari survei bukan untuk menentukan suatu kasus yang spesifik, namun untuk mendapatkan karakteristik utama dari populasi yang dituju pada suatu waktu yang telah ditentukan. Sebagai landasan teori dalam pengumpulan data primer, dilakukan studi literatur melalui buku-buku, jurnal, majalah dan artikel.

b. Data Sekunder

Merupakan data atau informasi yang diperoleh dari studi literatur, seperti buku-buku, jurnal, makalah, penelitian-penelitian sebelumnya, dan dapat juga disebut data yang telah diolah. Dalam penelitian ini meliputi :

- a) Data yang digunakan sebagai landasan teori dari penelitian, yang diperoleh dari buku-buku, jurnal, makalah dan lain-lain.
- b) Data untuk variabel-variabel penelitian yang diambil dari penelitian sejenis sebelumnya.

Pengumpulan data akan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada responden. Penulis akan melakukan survey dengan menyebarkan kuesioner dengan persyaratan sebagai berikut :

- a. Penelitian dilakukan terhadap proyek konstruksi gedung perkantoran yang berada di Jakarta.
- b. Populasi penelitian ini melibatkan beberapa Owner dan Konsultan Supervisi.

- c. Responden penelitian ini adalah mereka yang secara purposif terpilih menjadi sampel penelitian. Sampel yang digunakan adalah responden yang memenuhi kriteria dalam penelitian ini berdasarkan dari pengalaman, reputasi dan kerjasama.
- d. Kriteria pakar yang akan digunakan adalah sebagai berikut :
- e. Memiliki pengalaman dalam memimpin team estimasi atau proyek konstruksi gedung perkantoran di suatu perusahaan jasa konstruksi atau instansi yang terkait lainnya selama kurang lebih 5 tahun.
- f. Memiliki reputasi yang baik dan memiliki pendidikan yang menunjang dibidangnya.
- g. Kriteria responden/ stakeholder adalah sebagai berikut:
- h. Responden penelitian ini adalah Owner dan Kontraktor pelaksana proyek konstruksi gedung perkantoran.
- i. Owner adalah Kepala Satker/ Kuasa Pengguna Anggaran, dan Pejabat Pembuat Komitmen serta Pengendali Teknis.
- j. Bagi Kontraktor pelaksana memiliki pengalaman dalam pembangunan proyek konstruksi gedung perkantoran.
- k. Memiliki reputasi yang baik.
- l. Memiliki pengalaman yang menunjang dibidangnya.

Teknik sampling yang digunakan adalah random sampling. Pengumpulan data dilakukan dalam 3 (tiga) tahap, yaitu:

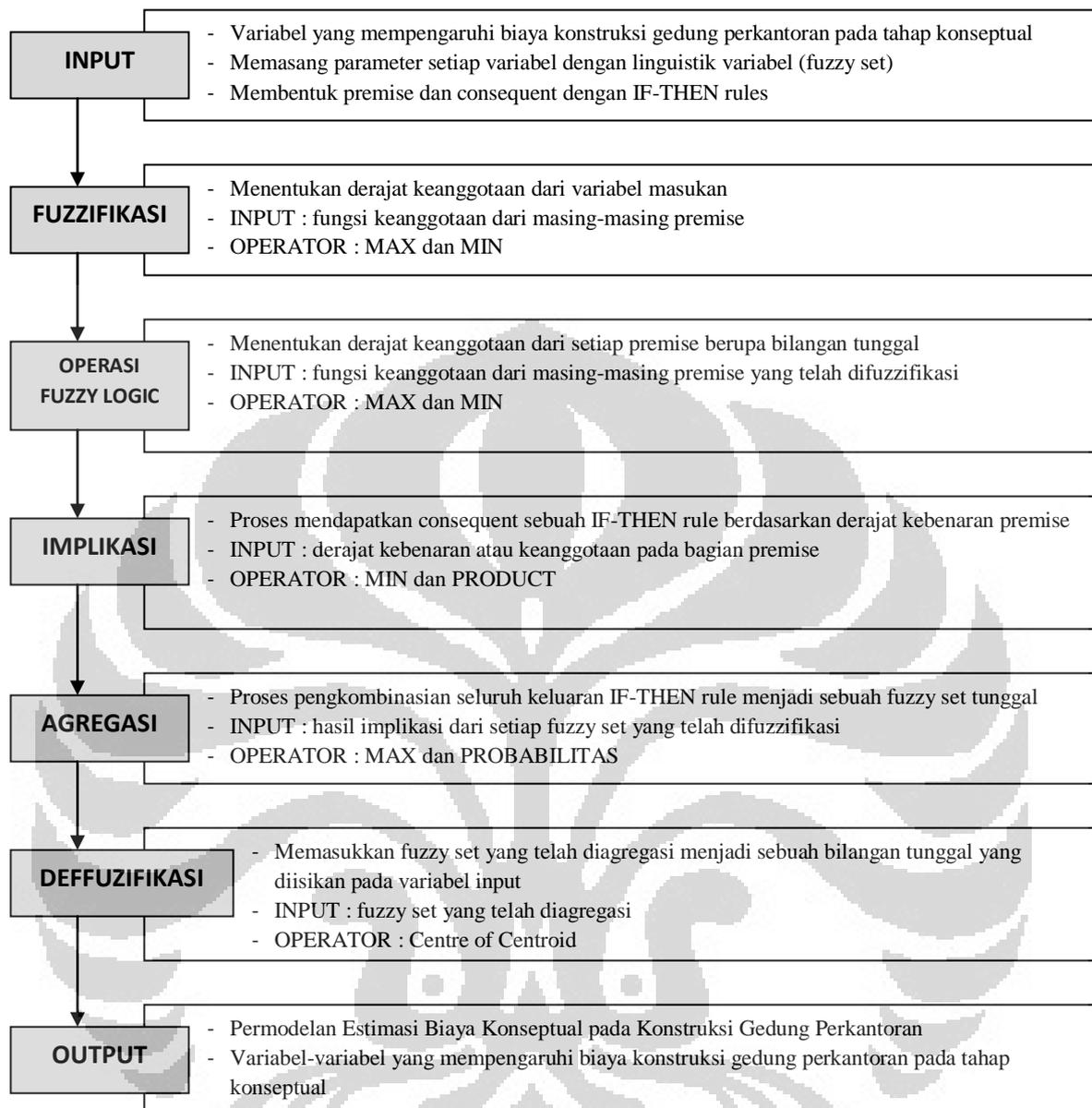
- a. Survei dan wawancara kepada 5 orang pakar untuk mengetahui variabel-variabel dari faktor yang mempengaruhi estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempunyai pengaruh tersebut dilakukan dengan menggunakan berbagai format pengumpulan data, dimulai dengan survei dan wawancara untuk mendapatkan variabel yang berpengaruh. Survey dan wawancara terhadap pakar dilakukan melalui penyebaran kuesioner terhadap pakar. Penyebaran dan pengisian kuesioner dilakukan dengan bertatap muka secara langsung dengan pakar. Format kuesioner disajikan pada lampiran laporan penelitian ini.

- b. Setelah survei pertama kepada pakar selesai, langkah selanjutnya yaitu survei dan wawancara kepada responden/stakeholder untuk pengumpulan data historis proyek perkantoran. Data yang dibutuhkan melalui data historis tersebut berupa nilai kontrak dan karakteristik proyek sesuai dengan variabel penelitian yang telah divalidasi sebelumnya oleh pakar. Survei dilakukan dengan penyebaran kuesioner terhadap responden, yaitu pihak yang terlibat baik secara langsung atau tidak langsung di dalam proyek tersebut. Format kuesioner pengumpulan data historis ini disajikan dalam lampiran laporan penelitian ini.

### **3.7 Metode Analisa**

Data yang telah dikumpulkan melalui instrument penelitian dimaksudkan untuk menguji sejauh mana hipotesa yang telah dikemukakan sebelumnya dapat diterima. Dalam hubungan ini data tersebut perlu dianalisa karena data-data tersebut merupakan data mentah, yang memerlukan pengolahan agar dapat dipergunakan bagi pengujian hipotesa.

Dalam menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran, maka digunakan analisa keputusan (decision analysis). Metode analisa yang digunakan adalah Fuzzy Logic. Adapun prosedur dari metode Fuzzy Logic ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3 1 Metode Analisa Dengan Metode Fuzzy Mamdani

Sumber : Hasil Olahan

Adapun metode perbandingan dalam analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik dengan menggunakan program statistik SPSS (*Statistical Program for Social Science*) 17. Menurut Santoso (2009), SPSS menyediakan menu khusus untuk perhitungan statistik parametrik dan non-parametrik. Analisa yang akan dipakai dengan software SPSS versi 17 ini adalah analisa regresi berganda dimana analisis regresi ganda pada dasarnya menggambarkan hubungan (relationship) antara satu variabel yang disebut

variabel terikat (*dependent, explained*), dengan variabel lainnya yang disebut variabel bebas (*independent, explanatory variables*). Analisa regresi berganda merupakan model matematis yang akan memperlihatkan hubungan secara kuantitatif terikat  $Y$  dan variable  $X$ .. Suatu peramalan regresi ganda atau persamaan penduga dibentuk untuk menerangkan pola hubungan variabel-variabel, sedangkan analisis korelasi adalah untuk mengukur keeratan hubungan antara variabel-variabel. Dengan kata lain, analisis regresi ganda menjawab bagaimana pola hubungan variabel-variabel dan analisis korelasi menjawab bagaimana keeratan hubungan yang diterangkan dalam persamaan regresi.



## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA**

#### **4.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan dibahas seluruh proses pelaksanaan penelitian yang terdiri atas pengumpulan data dan analisa data. Proses pengumpulan data terdiri atas penyebaran kuesioner kepada pakar untuk memvalidasi dan memverifikasi variabel penelitian dan survey pengumpulan data historis gedung perkantoran. Selanjutnya akan dilakukan proses analisa yang terdiri atas analisa statistik dan analisa Fuzzy Logic. Pada penelitian ini analisa statistik yang digunakan adalah analisa deskriptif yang bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik variabel penelitian dan analisa korelasi yang bertujuan untuk mencari variabel independen yang memiliki signifikansi yang tinggi terhadap variabel dependen. Selanjutnya dilakukan analisa fuzzy logic, yang terdiri atas analisa fuzzy matlab dan analisa fuzzy manual. Analisa ini bertujuan untuk membuat permodelan estimasi biaya gedung perkantoran pada tahap konseptual. Selanjutnya permodelan tersebut akan diuji validasi dan realibilitasnya terhadap data sampel gedung perkantoran.

#### **4.2 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu kuesioner validasi variabel penelitian terhadap pakar dan survey data historis proyek. Setiap tahapannya akan dijabarkan secara jelas sebagai berikut :

##### **4.2.1 Kuesioner Validasi Variabel Terhadap Pakar**

Penyebaran kuesioner terhadap pakar ini bertujuan untuk memperoleh masukan dan komentar yang berkaitan dengan perbaikan deskripsi variabel penelitian dan penambahan variabel penelitian. Selain itu dengan penyebaran kuesioner penelitian ini, peneliti akan memperoleh informasi untuk perlakuan yang harus dilakukan selanjutnya, apakah mereduksi variabel penelitian atau memodifikasi bahkan menambahkan variabel penelitian. Tahap ini merupakan tahap yang penting dalam penelitian, karena akan memimpin peneliti untuk

mengetahui informasi apa yang dibutuhkan agar tujuan penelitian ini dapat dilakukan.

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat 15 faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi tahap konseptual pada konstruksi gedung perkantoran.

Identifikasi dan penjelasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi tahap konseptual pada konstruksi gedung perkantoran telah dijelaskan pada bab sebelumnya yang dijadikan sebagai variabel penelitian. Selanjutnya variabel penelitian tersebut disajikan dalam format kuesioner dan disebar kepada pakar untuk memvalidasi dan memverifikasi konstruk dari istilah-istilah yang ada. Format kuesioner validasi variabel terhadap pakar pada penelitian ini disajikan dalam lampiran laporan penelitian ini.

Kuesioner terhadap pakar pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor lain yang diluar variabel penelitian yang mempengaruhi biaya konstruksi tahap konseptual pada konstruksi gedung perkantoran. Pada tahap ini dilakukan validasi variabel penelitian oleh enam pakar yang memiliki kriteria tertentu baik dari bidang akademisi maupun praktisi.

Tabel 4.1 Profil Pakar Kuesioner

No.	Pakar	Pendidikan	Posisi/Jabatan	Pengalaman
1	Pakar 1	S2	Tenaga Ahli	32 Tahun
2	Pakar 2	S2	Dosen	33 Tahun
3	Pakar 3	S1	General Manager	30 Tahun
4	Pakar 4	S1	Procurement Manager	18 Tahun
5	Pakar 5	S2	Senior Planner	37 Tahun
6	Pakar 6	S2	Expert	30 Tahun

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah disebar disebar kepada enam pakar tersebut, keseluruhan variabel penelitian yang didapatkan berdasarkan studi literatur telah dianggap valid, maka selanjutnya variabel-variabel tersebut dapat digunakan untuk tahapan pengumpulan data selanjutnya. Tabel dibawah ini menyajikan variabel penelitian, yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi estimasi biaya tahap konseptual pada gedung perkantoran, yang telah divalidasi oleh keenam pakar pada penelitian ini.

Tabel 4.2 Variabel Validasi Pakar

NO.	FAKTOR	KODE	INDIKATOR	PAKAR						KETERANGAN
				1	2	3	4	5	6	
X.1	LOKASI									
	X.1.1		Lokasi Proyek	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.1.2		Kondisi Tanah/Daya Dukung Tanah	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
X.2	DESAIN									
	X.2.1		Tipe Pondasi	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.2		Fungsi Gedung	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.3		Luas Total Bangunan	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.4		Luas Lantai Bangunan	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.5		Jumlah Tingkat Bangunan	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.6		Jumlah Lantai Basement	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.7		Ketinggian Bangunan	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.8		Jarak Antar Lantai	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.9		Tipe Atap	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.10		Finishing Grade	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.2.11		Bentuk Bangunan	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
X.3	WAKTU									
	X.3.1		Durasi Proyek	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian
	X.3.2		Tahun Proyek Akan Dibangun	√	√	√	√	√	√	telah valid sebagai variabel penelitian

Sumber : Hasil Olahan

Selain memvalidasi variabel-variabel tersebut, beberapa pakar juga memberikan masukan dan tanggapan terkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi pada tahap konseptual pada gedung perkantoran yang disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 3 Faktor Lain Yang Mempengaruhi Biaya Konstruksi Konseptual  
Oleh Pakar

PAKAR	FAKTOR TAMBAHAN YANG MEMPENGARUHI BIAYA KONSTRUKSI TAHAP KONSEPTUAL	TANGGAPAN
PAKAR 1	DESIGN & STRUKTUR BANGUNAN	sudah dimasukkan ke dalam variabel penelitian
	LOKASI BANGUNAN	sudah dimasukkan ke dalam variabel penelitian
	WAKTU PENYELESAIAN PROYEK	sudah dimasukkan ke dalam variabel penelitian
	METODE KERJA	tidak dimasukkan karena posisi penelitian berada pada tahap
	SISTEM PENGADAAN SUMBER DAYA (MATERIAL + UPAH + ALAT + SUBKON)	setuju namun tidak dimasukkan ke dalam variabel penelitian karena informasinya sulit untuk didapatkan
	SISTEM PEMBELANJAAN	setuju namun tidak dimasukkan ke dalam variabel penelitian karena informasinya sulit untuk didapatkan
PAKAR 2	ZONA WILAYAH GEMPA	sudah diwakili oleh variabel lokasi proyek
PAKAR 3	METODE PELAKSANAAN	tidak dimasukkan karena posisi penelitian berada pada tahap
	SPEKIFIKASI BAHAN	sudah diwakili oleh variabel finishing grade
PAKAR 4	METODE PELAKSANAAN	tidak dimasukkan karena posisi penelitian berada pada tahap konseptual dimana metode kerja belum dapat ditentukan dan kontraktor belum terlibat
PAKAR 5	KETERSEDIAAN BESARAN INVESTASI	tidak dimasukkan karena pada penelitian ini owner diasumsikan telah memiliki budget
	LOKASI PROYEK	sudah diwakili oleh variabel lokasi proyek
	AKSESIBILITAS BAGI SUPPLY BARANG JASA LAINNYA	sudah diwakili oleh variabel lokasi proyek
	JENIS MARKET DAN PENGGUNA BANGUNAN	sudah diwakili oleh variabel lokasi proyek
	POLA PENYEDIAAN PARKIR MISALNYA IN-HOUSE ATAU RENTAL	tidak dimasukkan, karena informasinya dibutuhkan pada tahap operasional sehingga tidak sesuai dengan posisi penelitian
	KETERSEDIAAN PELAYANAN INFRASTRUKTUR MISAL LISTRIK, AIR	sudah diwakili oleh variabel finishing grade
	WATER LEVEL LOKASI BANGUNAN	sudah diwakili oleh variabel kondisi tanah proyek
	KETERSEDIAAN TENAGA KERJA TERAMPIL DAN KASAR	tidak dimasukkan karena data tersebut dibutuhkan oleh kontraktor, namun pada penelitian ini belum sampai pada tahap tersebut
	KUALITAS & PENGALAMAN TENAGA AHLI	tidak dimasukkan karena informasi design masih berupa konsep saja
	KONSULTAN PERHITUNGAN STRUKTUR DAN BIAYA BANGUNAN	tidak dimasukkan karena informasi design masih berupa konsep saja
APAKAH VALUE ENGINEERING DIGUNAKAN DALAM PERKIRAAN BIAYA	tidak dimasukkan karena VE biasanya dilakukan pada tahap design	

Sumber : Hasil Olahan

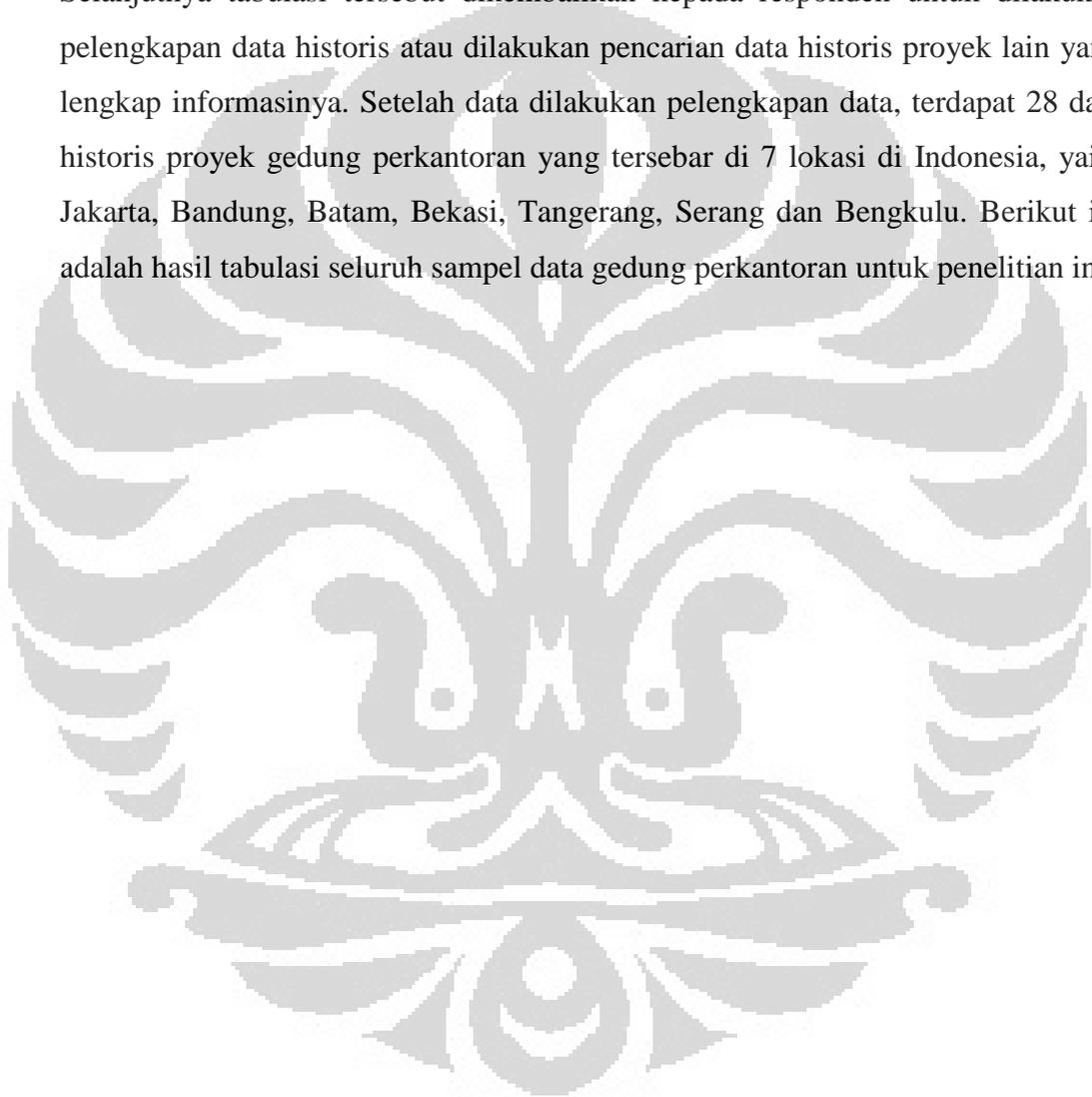
#### 4.2.2 Survey Data Historis Proyek

Variabel yang telah divalidasi oleh pakar tersebut kemudian diteruskan kepada para stakeholder. Pengumpulan data penelitian ini dilakukan melalui survey data historis pada satu kontraktor. Informasi yang dibutuhkan pada penelitian ini melalui data historis tersebut merupakan karakteristik gedung perkantoran sesuai dengan variabel-variabel penelitian yang telah divalidasi sebelumnya oleh pakar. Survey data pada penelitian ini dilakukan secara bertahap dan memakan waktu yang sangat panjang.

Pada pengumpulan data tahap pertama, data historis yang diperoleh berupa hardcopy perencanaan proyek dan softcopy tabulasi karakteristik proyek. Pada tahap pertama terkumpul 42 data historis yang terdiri atas proyek gedung perkantoran, proyek apartemen dan mal, proyek pembangunan rumah sakit dan

proyek pembangunan laboratorium. Tabulasi data historis tersebut disajikan pada lampiran 3 pada laporan penelitian ini.

Data-data tersebut kemudian disaring sesuai dengan objek penelitian ini yang dibatasi hanya pada proyek gedung perkantoran. Sehingga data-data proyek diluar proyek perkantoran akan dibuang. Pada tabulasi tersebut terdapat kotak-kotak kosong yang menandakan bahwa data proyek tersebut belum lengkap. Selanjutnya tabulasi tersebut dikembalikan kepada responden untuk dilakukan pelengkapan data historis atau dilakukan pencarian data historis proyek lain yang lengkap informasinya. Setelah data dilakukan pelengkapan data, terdapat 28 data historis proyek gedung perkantoran yang tersebar di 7 lokasi di Indonesia, yaitu Jakarta, Bandung, Batam, Bekasi, Tangerang, Serang dan Bengkulu. Berikut ini adalah hasil tabulasi seluruh sampel data gedung perkantoran untuk penelitian ini.



Tabel 4. 4 Survey Data Historis Proyek Gedung Perkantoran Tahap 2

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11			X12	
		LOKASI PROYEK	JENIS TANAH	TIPE PONDASI	FUNGSI GEDUNG	LUAS TOTAL BANGUNAN	JUMLAH TINGKAT BANGUNAN	JUMLAH LANTAI BASEMENT	KETINGGIAN BANGUNAN	JARAK ANTAR LANTAI	STRUKTUR ATAP	FINISHING GRADE			BENTUK BANGUNAN	
												PENUTUP DINDING	PENUTUP LANTAI	STRUKTUR ATAP		
1	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	Jakarta Utara	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	7.671	7	0	28,00	4,00	rangka baja	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	str
2	GEDUNG UTAMA DAN AUDITORIUM PT.ASKES	Jakarta Pusat	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	6.745	5	0	21,5	4,00	rangka baja	bata,aluminium composite panel	keramik,homogeneous tile	baja	segi empat	s
3	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	Bandung	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	5.020	5	1	24,00	3,50	rangka baja	celcon	keramik,homogeneous tile	baja	segi empat	
4	THE CONVERGENCE INDONESIA	Jakarta Selatan	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	62.675	22	3	119,00	3,50	rangka baja	celcon	keramik,homogeneous tile	baja	segi empat	s
5	MENARA MERDEKA	Jakarta Pusat	tanah merah	Borepile	Gedung Perkantoran	45.673	32	0	128,00	4,00	dak beton	celcon	keramik	baja	segi empat	s
6	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	Tangerang	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	9.633	9	0	33,00	3,20	dak beton	bata merah	keramik	baja	segi empat	strukt
7	PERKANTORAN KRAMAT	Jakarta Pusat	tanah merah	Pile cap	Gedung Perkantoran	13.549,00	10	3	35,00	3,20	dak beton	celcon	keramik	baja	segi empat	strukt
8	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	Jakarta Pusat	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	7.429,00	7,00	0	23,10	3,30	rangka baja	bata,aluminium composite panel	granit,marmar,homogeneous tile	baja	segi empat	po
9	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	Jakarta Pusat	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	16.800	4	8	12,00	4,00	Plat Baja	celcon,aluminium composite panel	homogeneous tile	baja	segi empat	pond
10	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	Jakarta Pusat	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	4.325	4	1	16,00	3,50	dak beton	celcon	keramik,karpet,granit	baja	segi empat	s
11	BINA GRAHA	Jakarta Pusat	tanah merah	borepile	Gedung Perkantoran	3.829	2	0	10,50	3,50	Atap Baja	celcon	marmar,homogeneous tile	baja	segi empat	st
12	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	Bengkulu	tanah merah	borepile	Gedung Perkantoran	3.574	3	0	12,00	4,25	rangka baja	bata merah,aluminium composite panel	granit,homogeneous tile	baja	segi empat	
13	DEPNAKERTRANS	Bekasi	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	6.650,00	3,00	0	10,50	3,50	rangka baja	bata merah	keramik	baja	segi empat	
14	GRIYA NIAGA	Tangerang	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	19.527,00	15,00	2	56,00	3,50	rangka baja	celcon	granit	baja	segi empat	strukt

Tabel 4.4 (Sambungan)

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11			X12
		LOKASI PROYEK	JENIS TANAH	TIPE PONDASI	FUNGSI GEDUNG	LUAS TOTAL BANGUNAN	JUMLAH TINGKAT BANGUNAN	JUMLAH LANTAI BASEMENT	KETINGGIAN BANGUNAN	JARAK ANTAR LANTAI	STRUKTUR ATAP	FINISHING GRADE			BENTUK BANGUNAN
												PENUTUP DINDING	PENUTUP LANTAI	STRUKTUR ATAP	
21	BAPELKES BATAM GEDUNG A	Batam	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	5.959	7	0	26,25	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat
22	BAPELKES BATAM GEDUNG B	Batam	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	3.405	4	0	15,00	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat
23	BAPELKES BATAM GEDUNG C	Batam	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	6.810	8	0	30,00	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat
24	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	Bandung	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	7.964	3	0	11,25	3,75	rangka baja	celcon	keramik	baja	segi empat
25	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	Jakarta	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	11.838	8	0	34,00	3,90	dak beton	celcon,aluminium composite panel	granit,marmar,karpet	baja	segi empat
26	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	Jakarta Barat	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	5.004	4	0	15,00	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat
27	KANTOR BPK RI BENGKULU	Bengkulu	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	3.450	3	0	12,75	4,25	rangka baja	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat
28	BIOFARMA	Bandung	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	3.672,00	4	1	19,00	4,00	rangka baja	celcon	keramik	baja	segi empat

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.2.3 Pemeriksaan Harga Satuan per m<sup>2</sup>

Pada tahap selanjutnya dilakukan pemeriksaan terhadap data yang telah dikumpulkan. Pemeriksaan data ini bertujuan untuk mencari dan mengidentifikasi data yang outliers atau data yang dapat merusak permodelan yang akan dilakukan dalam analisa data. Pemeriksaan data pada tahap ini berupa perhitungan biaya konstruksi per m<sup>2</sup> pada setiap data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Berikut ini merupakan tabulasi pemeriksaan data terhadap biaya per m<sup>2</sup>.

Tabel 4. 5 Tabel Pemeriksaan Data Terhadap Biaya per m<sup>2</sup>

NO	NAMA PROYEK	LUAS TOTAL BANGUNAN	LINGKUP PEKERJAAN	NILAI KONTRAK	BIAYA/m <sup>2</sup>
1	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG	7.671	struktur, ars, m/e, lanskap	Rp26.250.000.000,00	Rp3.422.148,41
2	GEDUNG UTAMA DAN AUDITORIUM PT.ASKES	6.745	struktur,arsitektur,ME	Rp18.132.567.930,00	Rp2.688.297,69
3	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	5.020	pondasi dan struktur	Rp7.513.241.000,00	Rp1.496.733,11
4	THE CONVERGENCE INDONESIA	62.675	struktur dan arsitektur	Rp165.000.000.000,00	Rp2.632.628,64
5	MENARA MERDEKA	45.673	struktur dan arsitektur	Rp93.720.000.000,00	Rp2.051.981,34
6	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	9.633	struktur,arsitektur,hydrant,plumbing	Rp35.300.000.000,00	Rp3.664.421,99
7	PERKANTORAN KRAMAT	13.549,00	struktur,arsitektur,infrastruktur	Rp14.726.273.500,00	Rp1.086.890,07
8	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	7.429,00	pondasi,struktur, ars, m/e	Rp65.970.000.000,00	Rp8.880.064,61
9	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	16.800	pondasi,struktur,arsitektur,ME	Rp84.267.990.000,00	Rp5.015.951,79
10	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	4.325	struktur,arsitektur,ME	Rp37.548.072.000,00	Rp8.682.558,61
11	BINA GRAHA	3.829	struktur,arsitektur,ME,IT	Rp75.739.267.000,00	Rp19.780.430,14
12	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	3.574	struktur,asitektur,ME	Rp25.425.000.000,00	Rp7.113.878,01
13	DEPNAKERTRANS	6.690,00	struktur,arsitektur	Rp20.271.000.000,00	Rp3.030.044,84
14	GRIYA NIAGA	19.527,00	struktur,arsitektur,MEP,landscape	Rp121.852.500.000,00	Rp6.240.205,87
15	KPP PRATAMA SERANG	4.104,85	pondasi,struktur,arsitektur,ME	Rp0,00	Rp0,00
16	GEDUNG DPP PPP	1698,78	struktur,arsitektur	Rp8.268.000.000,00	Rp4.867.022,22

Tabel 4. 5 (Sambungan)

NO	NAMA PROYEK	LUAS TOTAL BANGUNAN	LINGKUP PEKERJAAN	NILAI KONTRAK	BIAYA/m2
17	ANNEX TAHAP II	4392,77	arsitektur,ME,interior	Rp20.081.642.850,00	Rp4.571.521,58
18	GRAHA ENERGI	111.489	struktur,arsitektur(exc facade),landscape	Rp248.050.000.000,00	Rp2.224.883,17
19	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	41.681	struktur,arsitektur,ME	Rp129.927.000.000,00	Rp3.117.175,69
20	MENKOKESRA	16.800	struktur, ars, m/e	Rp84.267.990.000,00	Rp5.015.951,79
21	BAPELKES BATAM GEDUNG A	5.959	struktur, ars, m/e	Rp79.909.090.909,09	Rp13.410.803,53
22	BAPELKES BATAM GEDUNG B	3.405	struktur, ars, m/e	Rp45.662.337.662,34	Rp13.410.803,53
23	BAPELKES BATAM GEDUNG C	6.810	struktur, ars, m/e	Rp91.324.675.324,68	Rp13.410.803,53
24	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN	7.964	struktur, ars, m/e	Rp62.055.020.909,00	Rp7.792.430,58
25	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI	11.838	struktur, ars, m/e	Rp86.573.842.727,28	Rp7.313.215,30
26	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	5.004	struktur, ars, m/e	Rp43.742.809.762,00	Rp8.741.568,70
27	KANTOR BPK RI BENGKULU	3.450	struktur, ars, m/e	Rp25.420.943.293,32	Rp7.368.389,36
28	BIOFARMA	3.672	struktur, ars, m/e	20.696.000.000,00	Rp5.636.165,58

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan pedoman harga satuan per m<sup>2</sup> tertinggi pada gedung bertingkat dari Bappenas, bahwa harga per m<sup>2</sup> berkisar antara Rp 3.000.0000,- sampai Rp 8.000.000,00. Selanjutnya 28 data historis tersebut diperiksa dan analisa berdasarkan biaya per m<sup>2</sup>. Setelah dilakukan pemeriksaan seperti yang telah ditabulasikan pada tabel diatas, didapatkan biaya per m<sup>2</sup> yang bervariasi pada beberapa proyek walaupun memiliki karakteristik proyek yang hampir serupa. Hal ini disebabkan oleh data proyek yang didapatkan untuk penelitian ini merupakan data yang dikerjakan oleh kontraktor, sehingga nilai kontrak pada setiap proyek merupakan nilai sesuai dengan lingkup pekerjaan yang dikerjakan oleh kontraktor itu sendiri. Dapat dilihat dari tabulasi diatas bahwa lingkup pekerjaan sangat mempengaruhi nilai kontrak pada proyek. Oleh karena itu, lingkup pekerjaan dijadikan variabel tambahan dalam penelitian.

Berdasarkan keseluruhan pemeriksaan data proyek yang dilakukan, akhirnya didapatkan dua data proyek yang dianggap outlier sehingga data tersebut tidak dapat digunakan selanjutnya dalam analisa data. Data no.11 dikeluarkan

karena biaya per m<sup>2</sup> yang sangat tinggi sehingga diperkirakan bangunan tersebut merupakan bangunan istimewa. Karena tidak ada data yang memiliki karakteristik yang mirip dengan data bangunan istimewa tersebut, sehingga data ini dianggap tidak dapat mewakili populasi penelitian. Selain itu, terdapat data no 15 yang tidak dimasukkan pula kedalam data penelitian. Hal ini dikarenakan proyek ini tidak mencantumkan nilai kontraknya dalam dokumen kontrak, sehingga nilai kontraknya tidak dapat diketahui. Berikut ini merupakan data penelitian yang telah diperiksa dan dapat digunakan untuk proses analisa data penelitian.

Tabel 4. 6Tabel Data Penelitian Setelah Pemeriksaan Terhadap Biaya per m2

NO	NAMA PROYEK	LUAS TOTAL BANGUNAN	LINGKUP PEKERJAAN	NILAI KONTRAK	BIAYA/m2
1	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	7.671	struktur, ars, m/e, lanskap	Rp26.250.000.000,00	Rp3.422.148,41
2	GEDUNG UTAMA DAN AUDITORIUM PT.ASKES	6.745	struktur,arsitektur,ME	Rp18.132.567.930,00	Rp2.688.297,69
3	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	5.020	pondasi dan struktur	Rp7.513.241.000,00	Rp1.496.733,11
4	THE CONVERGENCE INDONESIA	62.675	struktur dan arsitektur	Rp165.000.000.000,00	Rp2.632.628,64
5	MENARA MERDEKA	45.673	struktur dan arsitektur	Rp93.720.000.000,00	Rp2.051.981,34
6	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	9.633	struktur,arsitektur,hydrant,plumbing	Rp35.300.000.000,00	Rp3.664.421,99
7	PERKANTORAN KRAMAT	13.549,00	struktur,arsitektur,infrastruktur	Rp14.726.273.500,00	Rp1.086.890,07
8	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	7.429,00	pondasi,struktur, ars, m/e	Rp65.970.000.000,00	Rp8.880.064,61
9	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN	16.800	pondasi,struktur,arsitektur,ME	Rp84.267.990.000,00	Rp5.015.951,79
10	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	4.325	struktur,arsitektur,ME	Rp37.548.072.000,00	Rp8.682.558,61
11	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	3.574	struktur,asitektu r,ME	Rp25.425.000.000,00	Rp7.113.878,01
12	DEPNAKERTRANS	6.690	struktur,arsitektur	Rp20.271.000.000,00	Rp3.030.044,84
13	GRIYA NIAGA	19.527	struktur,arsitektur.MEP,landscap e	Rp121.852.500.000,00	Rp6.240.205,87
14	GEDUNG DPP PPP	1.699	struktur,arsitektur	Rp8.268.000.000,00	Rp4.867.022,22
15	ANNEX TAHAP II	4.393	arsitektur,ME,interior	Rp20.081.642.850,00	Rp4.571.521,58
16	GRAHA ENERGI	111.489	struktur,arsitektur(exc facade),landscap e	Rp248.050.000.000,00	Rp2.224.883,17
17	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	41.681	struktur,arsitektur,ME	Rp129.927.000.000,00	Rp3.117.175,69
18	MENKOKESRA	16.800	struktur, ars, m/e	Rp84.267.990.000,00	Rp5.015.951,79

Tabel 4.6 (Sambungan)

NO	NAMA PROYEK	LUAS TOTAL BANGUNAN	LINGKUP PEKERJAAN	NILAI KONTRAK	BIAYA/m2
19	BAPELKES BATAM GEDUNG A	5.959	struktur, ars, m/e	Rp79.909.090.909,09	Rp13.410.803,53
20	BAPELKES BATAM GEDUNG B	3.405	struktur, ars, m/e	Rp45.662.337.662,34	Rp13.410.803,53
21	BAPELKES BATAM GEDUNG C	6.810	struktur, ars, m/e	Rp91.324.675.324,68	Rp13.410.803,53
22	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN	7.964	struktur, ars, m/e	Rp62.055.020.909,00	Rp7.792.430,58
23	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	11.838	struktur, ars, m/e	Rp86.573.842.727,28	Rp7.313.215,30
24	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	5.004	struktur, ars, m/e	Rp43.742.809.762,00	Rp8.741.568,70
25	KANTOR BPK RI BENGKULU	3.450	struktur, ars, m/e	Rp25.420.943.293,32	Rp7.368.389,36
26	BIOFARMA	3.672	struktur, ars, m/e	Rp20.696.000.000,00	cccc

Sumber : Hasil Olahan

Seperti dapat dilihat dari tabel di atas, pada kolom biaya/m<sup>2</sup> masih terdapat biaya yang tidak terdapat di dalam range Rp 3.000.000-Rp 8.000.000. Hal ini dikarenakan karena jumlah data yang diperoleh sangat terbatas, sehingga apabila data dikurangi atau dikeluarkan, dikhawatirkan data proyek akan terlalu sedikit dan tidak dapat dianalisa. Sehingga data-data tersebut tetap digunakan dan pengeluaran data akan dilakukan seiringan dengan proses analisa penelitian yang akan dilakukan.

#### 4.2.4 Normalisasi Nilai Kontrak Proyek

Normalisasi data nilai kontrak pada proyek merupakan suatu tahapan yang penting untuk dilakukan untuk mentransformasikan nilai kontrak pada basis tempat dan waktu yang sama. Proses ini dilakukan karena faktor perekonomian tiap tempat berbeda dan nilai uang makin lama makin rendah. Agar setiap data sampel proyek dapat dibandingkan, maka nilai proyek tersebut harus diubah pada satu kondisi dan iklim ekonomi yang sama, yaitu pada waktu dan lokasi proyek yang sama. Pada penelitian ini seluruh nilai kontrak akan ditransformasikan kedalam Jakarta pada bulan April 2012.

Untuk menormalisasikan nilai kontrak pada proyek perkantoran pada penelitian ini, akan digunakan persamaan *cost* transformation seperti dibawah ini (Setyawati,2002) :

$$C(t) = C(r) * I(r) / I(t)$$

dimana :

$C(t)$  = *cost* at time of interest

$C(r)$  = *cost* of time of reference

$I(t)$  = *cost* index at time of interest

$I(r)$  = *cost* index at time of reference

Apabila proyek konstruksi memiliki durasi lebih dari satu tahun untuk diselesaikan, maka persamaan diatas akan dimdifikasikan menjadi menjadi persamaan dibawah ini :

$$C(t) = f(1) * C(r) * I(r) / I(t1) + f(1) * C(r) * I(r) / I(t2) + \dots + f(n) * C(r) * I(r) / I(tn)$$

dimana :

$f(n)$  = fraksi atau pembagian durasi pada tahun ke-n terhadap durasi total proyek

Normalisasi nilai kontrak ini dilakukan dengan menggunakan Indeks Harga Konsumen (IHK) yang didapatkan melalui Badan Pusat Statistik. Sebenarnya untuk proses normalisasi nilai kontrak suatu proyek konstruksi, penggunaan Indeks Harga Konsumen ini kurang tepat, karena seharusnya proses normalisasi ini dilakukan dengan menggunakan Indeks Harga Konstruksi. Namun karena ketersediaan Harga Indeks Konstruksi di Indonesia terbatas dan masih belum lengkap, sehingga proses normalisasi pada penelitian ini menggunakan Indeks Harga Konsumen (IHK). IHK yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan persebaran sampel data, yaitu berada di 6 kota dan pada tahun 2006 sampai tahun 2012 yang disajikan pada tabel .

Tabel 4. 7 Indeks Harga Konsumen Tahun 2009

Indeks Harga Konsumen Tahun 2009 ( 2007=100 )												
Kota	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK
BENGKULU	117,74	118,37	120,58	121,29	120,28	120	116,62	117,10	116,74	115,88	115,69	115,88
BATAM	110,75	111,12	112,53	112,79	112,57	112,43	110,36	111,01	111,06	110,38	110,41	110,58
JAKARTA	113,51	114,02	115,06	115,20	115,14	115,73	112,81	112,56	112,93	112,76	112,95	113,10
BANDUNG	112,99	113,56	114,51	114,85	114,83	115,08	112,37	112,24	112,82	112,78	112,56	112,66
BEKASI	112,92	113,52	114,41	114,67	114,69	114,88	112,26	112,92	112,72	112,12	112,42	112,43
TANGERANG	115,96	116,65	118,28	118,50	118,87	118,51	115,96	115,92	116,00	115,69	115,89	115,93

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia

Tabel 4. 8 Indeks Harga Konsumen Tahun 2010

Indeks Harga Konsumen Tahun 2010 ( 2007=100 )												
Kota	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK
BENGKULU	128,01	127,51	129,06	127,73	129,08	130,90	122,18	122,32	121,62	121,90	121,43	124,24
BATAM	117,30	118,28	118,32	119,53	120,02	120,75	113,85	114,07	114,36	114,39	114,64	116,27
JAKARTA	119,53	120,71	121,32	121,59	121,99	122,92	116,56	116,72	116,80	117,06	117,35	118,21
BANDUNG	118,07	118,67	119,18	119,07	119,71	120,29	115,71	116,01	116,05	116,21	116,31	116,60
BEKASI	121,32	122,05	122,14	122,03	122,68	123,93	116,14	116,89	116,33	116,41	116,72	118,75
TANGERANG	122,16	123,49	123,94	124,70	125,08	125,72	119,03	119,95	119,39	119,51	119,66	120,96

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia

Tabel 4. 9 Indeks Harga Konsumen Tahun 2011

Indeks Harga Konsumen Tahun 2011 ( 2007=100 )												
Kota	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK
BENGKULU	132,73	134,97	136,32	136,26	136,02	136,08	133,10	133,35	131,16	129,98	130,24	131,51
BATAM	123,10	123,75	124,73	125,07	125,18	125,29	121,74	122,20	121,60	121,08	121,51	122,21
JAKARTA	125,31	126,75	126,91	126,58	127,18	127,80	123,50	123,76	123,75	123,84	124,02	124,55
BANDUNG	121,55	122,01	121,77	122,00	122,57	123,60	120,67	120,61	120,60	120,58	120,73	120,93
BEKASI	125,34	125,96	126,21	126,53	127,20	128,21	124,98	125,21	125,10	123,91	124,01	124,64
TANGERANG	127,90	129,49	129,44	129,53	129,98	130,47	126,82	127,41	126,39	126,64	126,71	127,22

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia

Tabel 4. 10 Indeks Harga Konsumen Tahun 2012

Indeks Harga Konsumen Tahun 2012 ( 2007=100 )												
Kota	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK	IHK
BENGKULU	137,35	136,12	135,95	135,99								
BATAM	125,91	125,33	125,58	125,55								
JAKARTA	128,41	128,63	128,86	129,03								
BANDUNG	125,13	125,07	125,14	125,37								
BEKASI	129,16	128,98	129,18	129,36								
TANGERANG	131,55	131,59	131,42	131,70								

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia

Setelah mengumpulkan seluruh informasi tentang IHK pada seluruh persebaran lokasi dan waktu pada data proyek, selanjutnya dilakukan proses normalisasi atau transformasi nilai kontrak sesuai dengan persamaan *cost transformation* yang telah dijabarkan sebelumnya. Pada data proyek yang memiliki tahun pembangunan pada tahun 2007 dan dibawah tahun tersebut, proses normalisasinya sedikit berbeda dengan proses normalisasi lainnya. Proses normalisasi dilakukan dengan mengubah terlebih dahulu data proyek sesuai dengan waktu acuan, yaitu April 2012. Indeks harga yang digunakan adalah Indeks Harga Konsumsi pada 66 kota yang akan dilampirkan dalam laporan penelitian ini. Setelah data telah ditransformasikan sesuai dengan waktu acuan yang sama, selanjutnya mengubahnya sesuai dengan lokasi acuan dengan

menggunakan tabel IHK pada tabel di atas. Berikut ini akan ditampilkan hasil tabulasi proses normalisasi pada seluruh data proyek gedung perkantoran pada penelitian ini.

Tabel 4. 11 Tabel Normalisasi Nilai Kontrak Proyek

NO	NAMA PROYEK	LOKASI	TAHUN PEMBANGUNAN	TAHUN PENYELESAIAN	NILAI KONTRAK	NILAI KONTRAK SETELAH PENYESUAIAN
					Lokasi dan Waktu Awal	Jakarta, April 2012
1	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG	Jakarta Utara	January 2012	Agustus 2012	Rp26.250.000.000,00	Rp26.250.000.000,00
2	GEDUNG UTAMA DAN AUDITORIUM PT.ASKES	Jakarta Pusat	July 2011	Desember 2011	Rp18.132.567.930,00	Rp19.248.418.264,15
3	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	Bandung	August 2011	October 2011	Rp7.513.241.000,00	Rp7.945.524.844,11
4	THE CONVERGENCE INDONESIA	Jakarta Selatan	February 2011	Mei 2012	Rp165.000.000.000,00	Rp170.332.807.621,57
5	MENARA MERDEKA	Jakarta Pusat	January 2011	Mei 2012	Rp93.720.000.000,00	Rp94.405.895.833,33
6	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	Tangerang	December 2010	Agustus 2011	Rp35.300.000.000,00	Rp35.840.694.893,75
7	PERKANTORAN KRAMAT	Jakarta Pusat	September 2010	Desember 2010	Rp14.726.273.500,00	Rp15.662.142.018,67
8	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	Jakarta Pusat	Juli 2010	Juli 2011	Rp65.970.000.000,00	Rp69.470.231.944,80
9	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN	Jakarta Pusat	September 2011	Desember 2011	Rp84.267.990.000,00	Rp85.675.665.823,81
10	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	Jakarta Pusat	Oktober 2007	Desember 2007	Rp37.548.072.000,00	Rp48.448.277.301,60
11	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	Bengkulu	August 2009	Agustus 2010	Rp25.425.000.000,00	Rp26.403.021.339,25
12	DEPNAKERTRANS	Bekasi	June 2009	Desember 2009	Rp20.271.000.000,00	Rp21.796.392.750,00
13	GRIYA NIAGA	Tangerang	May 2008	Januari 2009	Rp121.852.500.000,00	Rp138.752.181.455,84
14	GEDUNG DPP PPP	Jakarta Pusat	Juny 2008	Oktober 2008	Rp8.268.000.000,00	Rp9.719.678.657,50
15	ANNEX TAHAP II	Jakarta Selatan	June 2010	Desember 2010	Rp20.081.642.850,00	Rp21.919.756.170,68
16	GRAHA ENERGI	Jakarta Selatan	July 2006	April 2008	Rp248.050.000.000,00	Rp285.319.338.133,79
17	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	Jakarta Pusat	September 2007	Februari 2009	Rp129.927.000.000,00	Rp141.171.604.396,67
18	MENKOKESRA	Jakarta Pusat	Januari 2011	Mei 2011	Rp84.267.990.000,00	Rp88.041.285.422,67
19	BAPELKE BATAM GEDUNG A	Batam	Desember 2009	November 2010	Rp79.909.090.909,09	Rp86.399.149.067,89
20	BAPELKE BATAM GEDUNG B	Batam	Desember 2010	November 2011	Rp45.662.337.662,34	Rp48.671.747.985,10
21	BAPELKE BATAM GEDUNG C	Batam	Januari 2011	Januari 2012	Rp91.324.675.324,68	Rp92.320.849.410,08
22	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN	Bandung	Januari 2012	April 2012	Rp62.055.020.909,00	Rp62.055.020.909,00
23	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI	Jakarta	Oktober 2011	Desember 2012	Rp86.573.842.727,28	Rp86.766.932.056,15
24	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	Jakarta Barat	November 2011	Desember 2011	Rp43.742.809.762,00	Rp44.163.808.635,30
25	KANTOR BPK RI BENGKULU	Bengkulu	Desember 2009	Desember 2010	Rp25.420.943.293,32	Rp25.393.376.245,60
26	BIOFARMA	Bandung	April 2010	Oktober 2010	20.696.000.000,00	Rp22.406.484.980,70

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.2.5 Coding Data

Setelah dilakukan tabulasi dan normalisasi data, selanjutnya dilakukan pengkodean data (*Coding Data*). Proses ini diperlukan untuk proses analisa statistik, karena analisa statistik hanya dapat mengolah data yang berupa angka atau numerik. Namun data yang akan diolah dalam analisa statistik juga dapat mengandung data non-angka atau data kualitatif. Data dalam statistik berdasarkan tingkat pengukurannya (*level of measurement*) dapat dibedakan dalam beberapa kategori sebagai berikut (Santoso, 2011):

- a. Nominal, yaitu data yang hanya menghasilkan satu kategori dan data bersifat kualitatif. Data nominal dalam praktek statistik akan dijadikan angka melalui proses kategorisasi.
- b. Ordinal, yaitu data kualitatif yang memiliki suatu tingkatan. Jika pada data nominal semua data kategori dianggap sama, maka pada data ordinal ada tingkatan data.
- c. Interval, yaitu data kuantitatif yang datanya berupa interval atau jarak.
- d. Rasio, yaitu data yang bersifat kuantitatif atau angka dalam arti yang sesungguhnya. Data rasio tidak berupa kategori dan bisa dioperasikan secara matematika.

Data-data penelitian ini berupa data numerik dan data string. Data numerik adalah data yang berbentuk angka. Maka data yang sudah berbentuk angka tidak perlu dilakukan proses pengkodean. Sedangkan data string adalah data kualitatif yang terdiri atas gabungan huruf-huruf (non-angka). Maka pada proses koding untuk data string pada penelitian ini akan diubah untuk menjadi data kategori atau data nominal. Kategorisasi data string dilakukan berdasarkan kondisi sampel penelitian. Kategorisasi data string pada penelitian ini dilakukan terhadap 9 variabel penelitian.

Pada variabel lokasi proyek, persebaran sampel data penelitian terdiri atas tujuh lokasi, yaitu Bengkulu, Batam, Jakarta, Bandung, Serang, Tangerang dan Bekasi. Data lokasi proyek yang paling dominan yaitu Jakarta. Untuk pembahasan persebaran dan karakteristik data terhadap lokasi akan dibahas secara lebih lengkap dan jelas pada analisa deskriptif. Berikut ini adalah koding terhadap variabel lokasi proyek.

Tabel 4. 12 Kategorisasi Lokasi Proyek

<b>X1. LOKASI PROYEK</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	BENGKULU
2	BATAM
3	JAKARTA
4	BANDUNG
5	SERANG
6	TANGERANG
7	BEKASI

Sumber : Hail Olahan

Pada variabel jenis tanah, persebaran sampel data penelitian seluruhnya berada pada jenis tanah merah. Namun karena analisa statistik membutuhkan data numerik, sehingga diberikan kategori tambahan pada variabel jenis tanah ini. Tabel di bawah ini adalah koding terhadap jenis tanah proyek.

Tabel 4. 13 Kategorisasi Jenis Tanah

<b>X2. JENIS TANAH</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	TANAH MERAH
2	PASIR

Sumber ; Hasil Olahan

Sedangkan untuk variabel pondasi terdiri atas empat kategori yang dibuat berdasarkan data –data eksisting penelitian. Kategorisasi tersebut diantaranya adalah tiang pancang, bores pile, pile cap dan foot plat. Berikut ini adalah tabulasi koding untuk variabel tipe pondasi.

Tabel 4. 14 Kategorisasi Jenis Pondasi

<b>X3. TIPE PONDASI</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	TIANG PANCANG
2	BORED PILE
3	PILE CAP
4	FOOT PLAT

Sumber ; Hasil Olahan

Variabel fungsi gedung yang dimaksud disini adalah apakah suatu proyek memiliki satu fungsi saja sebagai gedung perkantoran (*single function*) atau apakah suatu proyek memiliki fungsi bangunan selain gedung perkantoran (*multi function*). Namun berdasarkan sampel data penelitian yang diperoleh keseluruhan data proyek hanya memiliki satu fungsi saja yaitu gedung perkantoran. Berikut ini adalah tabel koding untuk variabel fungsi gedung.

Tabel 4. 15 Kategorisasi Fungsi Gedung

X4. FUNGSI GEDUNG	
KODE	KETERANGAN
1	GEDUNG PERKANTORAN
2	GEDUNG SERBAGUNA

Sumber ; Hasil Olahan

Sedangkan pada variabel struktur atap, berdasarkan perolehan data penelitian, terbagi atas dua kategori yaitu rangka baja dan dak beton. Tabel di bawah ini merupakan koding dari variabel struktur atap.

Tabel 4. 16 Kategorisasi Struktur Atap

X10. STRUKTUR ATAP	
KODE	KETERANGAN
1	RANGKA BAJA
2	DAK BETON

Sumber ; Hasil Olahan

Penentuan kategorisasi pada variabel finishing grade mengacu pada Permen PU no 45 tahun 2002 tentang spesifikasi teknis bangunan gedung. Namun pada proses kodingnya disesuaikan dengan kondisi aktual data penelitian. Finishing grade sendiri terdiri atas material penutup dinding dan material penutup lantai. Finishing grade ini dibagi kedalam tiga kelas. Kelas pertama merupakan bangunan sederhana, dimana proyek menggunakan material yang standard dan konvensional. Sedangkan pada kelas 2, yaitu bangunan mewah, proyek menggunakan material baik non-standard maupun perpaduan antara material konvensional dan non-standard. Pada kelas ketiga, yaitu sangat mewah, proyek

menggunakan material yang non-standard dan lebih mahal daripada material pada kelas kedua. Berikut ini merupakan tabulasi pada variabel finishing grade, yaitu penutup dinding dan penutup lantai.

Tabel 4. 17 Kategorisasi Penutup Dinding

<b>X11. PENUTUP DINDING</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	SEDERHANA (BATA)
2	MEWAH (BATA, BATA RINGAN/CELCON)
3	SANGAT MEWAH (BATA, CELCON, ALUMINIUM COMPOSITE & MATERIAL NON STANDARD)

Sumber ; Hasil Olahan

Tabel 4. 18 Kategorisasi Penutup Lantai

<b>X12. PENUTUP LANTAI</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	SEDERHANA (KERAMIK)
2	MEWAH (KERAMIK,HOMOGENEOUS TILE)
3	SANGAT MEWAH (HOMOGENEOUS TILE, GRANIT, MARMER & MATERIAL NON STANDARD)

Sumber ; Hasil Olahan

Sedangkan untuk variabel bentuk bangunan, seluruh data proyek pada penelitian ini memiliki bentuk bangunan segi empat. Namun diberikan kategori tambahan, yaitu bulat, untuk memudahkan input data dalam analisa statistik yang akan dilakukan berikutnya. Berikut ini adalah tabulasi dari koding variabel bentuk bangunan.

Tabel 4. 19 Kategorisasi Bentuk Bangunan

<b>X13. BENTUK BANGUNAN</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	SEGI EMPAT
2	BULAT

Sumber ; Hasil Olahan

Lingkup pekerjaan pada data penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini sangat bervariasi, sehingga kategorisasi untuk variabel lingkup pekerjaan ini lebih banyak dibandingkan variabel yang lainnya. Koding untuk variabel lingkup pekerjaan ini disesuaikan dengan data aktual pada penelitian. Tabel di bawah ini merupakan koding untuk variabel lingkup pekerjaan.

Tabel 4. 20 Kategorisasi Lingkup Pekerjaan

<b>X14. LINGKUP PEKERJAAN</b>	
<b>KODE</b>	<b>KETERANGAN</b>
1	STRUKTUR,ARSITEKTUR,ME,LANDSCAPE
2	STRUKTUR,ARSITEKTUR,ME
3	PONDASI,STRUKTUR
4	STRUKTUR,ARSITEKTUR
5	PONDASI,STRUKTUR,ARSITEKTUR,ME
6	ARSITEKTUR,ME,INTERIOR
7	STRUKTUR,ARSITEKTUR,HYDRANT,PLUMBING

Sumber ; Hasil Olahan

Berikut ini akan disajikan keseluruhan tabulasi data yang data string yang telah dikategorisasi dan data numerik sehingga siap untuk diolah untuk analisa statistik yang akan dilakukan selanjutnya dalam penelitian ini.

Tabel 4. 21 Coding Data Penelitian

NO.	NAMA PROYEK	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11		X12	X13	X14	X15	Y
		LOKASI PROYEK	JENIS TANAH	TIPE PONDASI	FUNGSI GEDUNG	LUAS TOTAL BANGUN	JUMLAH TINGKAT BANGUN	JUMLAH LANTAI BASEMEN	KETINGGI AN BANGUN	JARAK ANTAR LANTAI	STRUKTUR ATAP	FINISHING GRADE	PENUTUP DINDING	PENUTUP LANTAI	BENTUK BANGUN AN	LINGKUP PEKERJAAN	DURASI PROYEK	NILAI KONTRAK SETELAH PENYESUAIAN
1	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	3	1	1	1	7.671	7	0	28,00	4,00	1	2	2	1	1	225	2625000000	
2	GEDUNG UTAMA DAN AUDITORIUM PT.ASKES	3	1	2	1	6.745	5	0	21,5	4,00	1	3	2	1	2	180	19248418264	
3	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	4	1	1	1	5.020	5	1	24,00	3,50	1	2	2	1	3	67	7945524844	
4	THE CONVERGENCE INDONESIA	3	1	2	1	62.675	22	3	119,00	3,50	1	2	2	1	4	454	170332807622	
5	MENARA MERDEKA	3	1	2	1	45.673	32	0	128,00	4,00	2	2	1	1	4	480	94405895833	
6	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	6	1	1	1	9.633	9	0	33,00	3,20	2	1	1	1	7	250	35840694894	
7	PERKANTORAN KRAMAT	3	1	3	1	13.549	10	3	35,00	3,20	2	2	1	1	4	115	15662142019	
8	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	3	1	1	1	7.429	7	0	23,10	3,30	1	3	3	1	5	392	69470231945	
9	KEMENTRIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	3	1	1	1	16.800	4	8	12,00	4,00	1	3	2	1	5	118	85675665824	
10	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	3	1	2	1	4.325	4	1	16,00	3,50	2	2	3	1	2	88	48448277302	
11	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	1	1	2	1	3.574	3	0	12,00	4,25	1	3	3	1	2	365	26403021339	
12	DEPNAKERTRANS	7	1	2	1	6.690	3	0	10,50	3,50	1	1	1	1	4	182	21796392750	
13	GRIYA NIAGA	6	1	2	1	19.527	15	2	56,00	3,50	1	2	3	1	1	270	138752181456	
14	GEDUNG DPP PPP	3	1	4	1	1.699	4	0	12,80	3,20	1	2	1	1	4	150	9719678658	
15	ANNEX TAHAP II	3	1	2	1	4.393	6	0	24,00	4,00	1	3	3	1	6	184	21919756171	

Tabel 4. 21 (Sambungan)

NO.	NAMA PROYEK	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	FINISHING GRADE		X13	X14	X15	Y
		LOKASI PROYEK	JENIS TANAH	TIPE PONDASI	FUNGSI GEDUNG	LUAS TOTAL BANGUN	JUMLAH TINGKAT BANGUN	JUMLAH LANTAI BASEMEN	KETINGGIAN BANGUN	JARAK ANTAR LANTAI	STRUKTUR ATAP	PENUTUP DINDING	PENUTUP LANTAI	BENTUK BANGUNAN	LINGKUP PEKERJAAN	DURASI PROYEK	NILAI KONTRAK SETELAH PENYESUAIAN
16	GRAHA ENERGI	3	1	2	1	111.489	42	5	210,55	3,50	2	2	3	1	1	630	285319338134
17	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	3	1	2	1	41.681	5	3	17,50	3,50	1	2	2	1	2	540	141171604397
18	MENKOKESRA	3	1	2	1	16.800	12	0	56,00	4,00	2	2	2	1	2	125	88041285423
19	BAPELKES BATAM GEDUNG A	2	1	2	1	5.959	7	0	26,25	3,75	2	2	2	1	2	366	86399149068
20	BAPELKES BATAM GEDUNG B	2	1	2	1	3.405	4	0	15,00	3,75	2	2	2	1	2	366	48671747985
21	BAPELKES BATAM GEDUNG C	2	1	2	1	6.810	8	0	30,00	3,75	2	2	2	1	2	366	92320849410
22	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	4	1	2	1	7.964	3	0	11,25	3,75	1	2	1	1	2	93	62055020909
23	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	3	1	2	1	11.838	8	0	34,00	3,90	2	3	3	1	2	397	86766932056
24	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	3	1	2	1	5.004	4	0	15,00	3,75	2	2	2	1	2	36	44163808635
25	KANTOR BPK RI BENGKULU	1	1	1	1	3.450	3	0	12,75	4,25	1	2	2	1	2	366	25393376246
26	BIOFARMA	4	1	2	1	3.672	4	1	19,00	4,00	1	2	1	1	2	180	22406484981

Sumber : Hasil Olahan

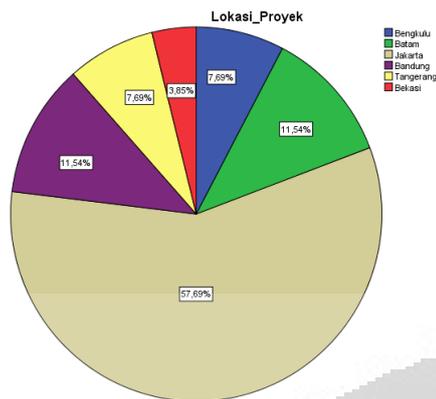
### 4.3 Analisa Data

Setelah pengumpulan data telah dilakukan dan data telah diolah, tahapan selanjutnya adalah analisa data. Proses analisa pada penelitian ini terdiri atas analisa statistik dan analisa fuzzy logic. Analisa statistik pada penelitian ini terdiri atas analisa deskriptif dan analisa korelasi. Sedangkan pada analisa fuzzy logic terdiri atas analisa fuzzy matlab dan analisa manual. Untuk tahapan dan proses masing-masing analisa akan dijelaskan sebagai berikut ini.

#### 4.3.1 Analisa Deskriptif

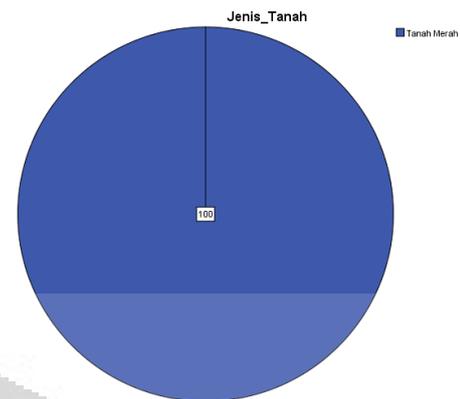
Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan data dalam bentuk kuantitatif tanpa menyertakan pengambilan keputusan. Analisa statistik deskriptif berusaha menjelaskan atau menggambarkan berbagai karakteristik data, seperti rata-rata, range data, seberapa jauh data-data bervariasi dari rata-ratanya, median data, nilai maksimum, nilai minimum, dan sebagainya. Pada data bukan kuantitatif, yaitu data kualitatif atau data kategori, akan digunakan analisa deskriptif dengan menggunakan menu frequencies pada SPSS 20,0. Pada variabel kualitatif, karakteristik data akan digambarkan dengan menggunakan pie chart, sedangkan perhitungan mean, standard deviasi, dan lain-lain tidak akan dilakukan. Namun pada variabel kuantitatif, karakteristik data akan digambarkan melalui perhitungan mean, nilai maksimum, nilai minimum, standard deviasi dan range.

Berdasarkan hasil analisa deskriptif pada variabel lokasi proyek, maka diketahui persebaran data paling banyak terdapat pada lokasi Jakarta, yaitu sebesar 57,69% dari 26 data historis proyek yang diperoleh pada penelitian ini. Sedangkan pada variabel jenis tanah, keseluruhan data memiliki jenis tanah yang sama yaitu tanah merah.



Gambar 4. 1 Pie Chart Lokasi Proyek

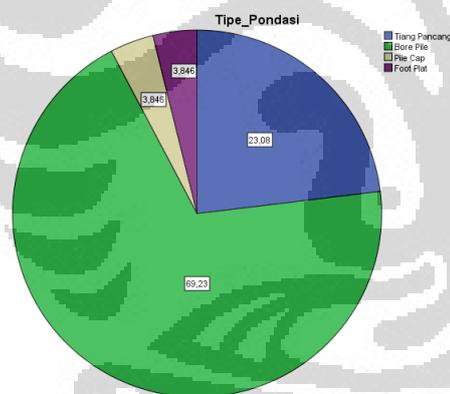
Sumber : Hasil Olahan



Gambar 4. 2 Pie Chart Jenis Tanah

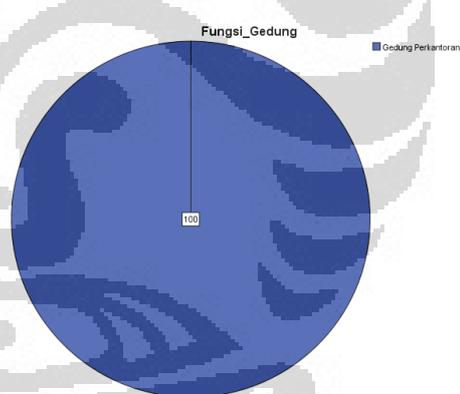
Sumber : Hasil Olahan

Pada variabel tipe pondasi, sebanyak 69,23% data proyek memiliki tipe pondasi bored pile, 23,08% dengan tipe pondasi tiang pancang dan sisanya oleh tipe pondasi pile cap dan foot flat. Sedangkan untuk fungsi gedung, keseluruhan data proyek memiliki satu fungsi gedung saja, yaitu sebagai gedung perkantoran.



Gambar 4. 3 Pie Chart Tipe Pondasi

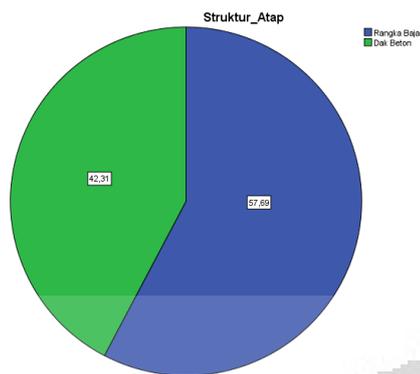
Sumber : Hasil Olahan



Gambar 4. 4 Pie Chart Fungsi Gedung

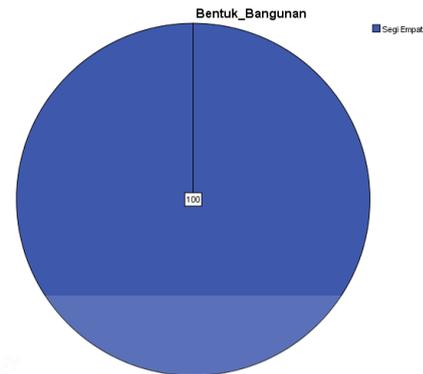
Sumber : Hasil Olahan

Struktur atap pada mayoritas data adalah menggunakan rangka baja dengan presentase sebesar 57,69%. Sedangkan 42,31% data memiliki struktur atap menggunakan dak beton. Keseluruhan data historis pada proyek ini memiliki bentuk bangunan yang sama yaitu segi empat.



Gambar 4. 5 Pie Chart Struktur Atap

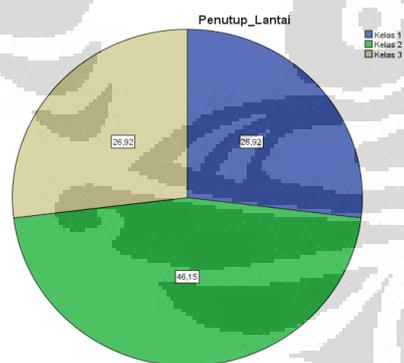
Sumber : Hasil Olahan



Gambar 4. 6 Pie Chart Bentuk Bangunan

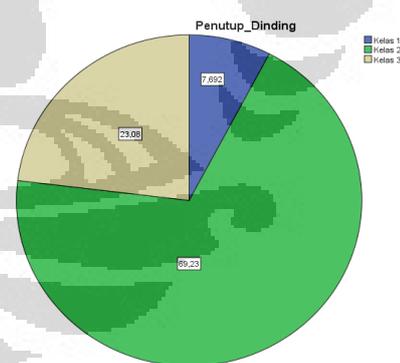
Sumber : Hasil Olahan

Sedangkan karakteristik data untuk variabel finishing grade, terdiri atas penutup lantai dan penutup dinding. Penutup lantai pada keseluruhan sampel data mayoritas berada pada kelas 2 dengan presentase sebesar 46,15%, kemudian diikuti oleh kelas 1 dan kelas 3 yang memiliki presentase yang sama sebesar 26,92%. Sedangkan penutup dinding pada keseluruhan sampel data mayoritas berada pada kelas 2 dengan presentase sebesar 69,23%, kemudian diikuti oleh kelas 3 dengan presentase sebesar 23,08%, dan selanjutnya oleh kelas 1 sebesar 7,692%.



Gambar 4. 7 Pie Chart Penutup Lantai

Sumber : Hasil Olahan

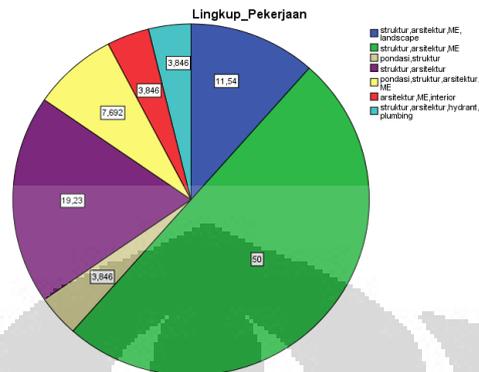


Gambar 4. 8 Pie Chart Penutup Dinding

Sumber : Hasil Olahan

Mayoritas data berada pada lingkup pekerjaan kategori ke-2 yaitu struktur,arsitektur dan ME dengan presentase sebesar 50%. Selanjutnya diikuti

oleh lingkup pekerjaan kategori ke-4 yaitu struktur dan arsitektur dengan presentase 19,23%.



Gambar 4. 9 Pie Chart Lingkup Pekerjaan

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan hasil analisa deskriptif yang dilakukan pada variabel-variabel dengan data numerik atau kuantitatif disajikan pada tabel statistics di bawah ini. Mean menunjukkan rata-rata dari data sampel pada variabel yang ditinjau. Standard deviasi menunjukkan persebaran data sampel, bahwa apabila standard deviasi semakin besar maka menunjukkan data semakin bervariasi. Sedangkan range merupakan jangkauan dari data atau nilai maksimum data dikurangi dengan data minimum data dari variabel yang ditinjau. Keseluruhan hasil analisa deskriptif pada penelitian ini akan dilampirkan pada laporan penelitian.

Tabel 4. 22 Analisa Deskriptif

Statistics							
	Luas_Bangunan	Lapis_Bangunan	Jumlah_Basement	Ketinggian_Bangunan	Jarak_Antar_Lantai	Durasi_Proyek	Nilai_Kontrak
Mean	16672,1154	9,08	1,04	38,5462	3,7135	268,65	68253087929,4231
Std. Deviation	24336,89335	9,376	1,949	45,92722	,31450	159,254	62254973205,38140
Range	109790,00	39	8	200,05	1,05	594	277373813290,00
Minimum	1699,00	3	0	10,50	3,20	36	7945524844,00
Maximum	111489,00	42	8	210,55	4,25	630	285319338134,00

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.3.2 Analisa Korelasi

Analisa korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, dimana pada penelitian ini dimaksudkan untuk mencari

variabel yang signifikan terhadap biaya kontrak konstruksi gedung perkantoran. Analisa korelasi yang digunakan pada penelitian ini merupakan teknik statistik Pearson karena penelitian ini merupakan penelitian parametrik. Untuk pengambilan keputusan pada analisa ini yaitu dengan mencari variabel yang memiliki tanda bintang (\*) untuk signifikansi 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dan bintang 2 (\*\*) untuk signifikansi 99% ( $\alpha = 0,01$ ). Selain itu, pengambilan keputusan dalam analisa korelasi ini dapat dilihat dari angka korelasi Pearson. Angka korelasi yang menunjukkan angka mendekati 1 atau -1 menunjukkan korelasi yang erat. Sebaliknya apabila angka korelasi menunjukkan angka yang mendekati 0, maka menunjukkan korelasi yang lemah. Tanda negatif ( - ) pada angka korelasi menunjukkan adanya arah hubungan yang berlawanan, sedangkan tanda ( + ) menunjukkan arah hubungan yang berbanding lurus.

Dalam proses analisa korelasi pada penelitian ini, akan dicari variabel yang paling dominan mempengaruhi biaya konstruksi pada tahap konseptual. Variabel independen yang menjadi input dalam proses analisa ini berjumlah 13. Dua variabel lainnya, yaitu lokasi proyek dan tahun pembangunan, tidak dimasukkan ke dalam proses analisa ini dikarenakan kedua variabel tersebut telah digunakan dalam proses normalisasi nilai kontrak proyek.

Dari hasil analisa korelasi dengan menggunakan SPSS 20.00 terdapat 4 variabel bebas yang mempengaruhi biaya kontrak pada konstruksi gedung perkantoran. Sehingga hanya keempat variabel signifikan ini yang akan digunakan dalam proses analisa selanjutnya. Pada tabel berikut ini disajikan hasil analisa korelasi yang disimplifikasikan, namun hasil analisa secara keseluruhan disajikan pada lampiran laporan penelitian ini.

Tabel 4. 23 Faktor signifikan Hasil Analisa Korelasi

Variabel	Faktor yang signifikan terhadap biaya konstruksi pada tahap konseptual	Pearson Correlation
X.2.3	Luas Bangunan	,756**
X.2.5	Jumlah Tingkat Bangunan	,605**
X.2.7	Ketinggian Bangunan	,667**
X.3.1	Durasi Proyek	,509*

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.4 Analisa Fuzzy Logic

Data yang sebelumnya telah dianalisa secara statistik selanjutnya akan dianalisa dengan menggunakan metode fuzzy logic. Analisa fuzzy logic ini bertujuan untuk membuat permodelan estimasi biaya pada tahap konseptual pada gedung perkantoran. Analisa fuzzy ini sendiri terdiri atas analisa fuzzy dengan matlab dan analisa fuzzy manual. Selanjutnya permodelan yang dihasilkan akan diinspeksi tingkat erornya terhadap data historis yang diperoleh dalam penelitian ini, dan kemudian permodelan tersebut akan diuji validasi menggunakan dua data proyek yang sebelumnya tidak diikutsertakan dalam proses pembuatan permodelan dengan menggunakan metode fuzzy logic ini. Berikut ini adalah rekapitulasi data pembentuk model dan data uji validasi.

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Data Pembentuk Model

NO.	NAMA PROYEK	KETINGG IAN	LUAS TOTAL	JUMLAH TINGKAT	LINGKUP PEKERJA	NILAI KONTRAK
						Jakarta, April 2012
1	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	24	5.020	5	3	Rp 7.945.524.844
2	GEDUNG DPP PPP	12,8	1698,78	4	1	Rp 9.719.678.658
3	PERKANTORAN KRAMAT	35	13.549	10	4	Rp 15.662.142.019
4	DEPNAKERTRANS	11	6.690	3	2	Rp 31.796.392.750
5	ANNEX TAHAP II	24	4.393	6	6	Rp 21.919.756.171
6	BIOFARMA	19	3.672	4	2	Rp 22.406.484.981
7	KANTOR BPK RI BENGKULU	13	3.450	3	2	Rp 25.393.376.246
8	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	28	7.671	7	1	Rp 26.250.000.000
9	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	12	3.574	3	2	Rp 26.403.021.339
10	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	33	9.633	9	7	Rp 35.840.694.894
11	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	15	5.004	4	2	Rp 44.163.808.635
12	BAPELKES BATAM GEDUNG B	15	3.405	4	2	Rp 48.671.747.985
13	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	11	7.964	3	2	Rp 62.055.020.909
14	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	23	7.429	7	5	Rp 69.470.231.945

Tabel 4.24 (Sambungan)

NO.	NAMA PROYEK	KETINGG IAN	LUAS TOTAL	JUMLAH TINGKAT	LINGKUP PEKERJA	NILAI KONTRAK
						Jakarta, April 2012
15	KEMENTRIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	12	16.800	4	5	Rp 85.675.665.824
16	BAPELKES BATAM GEDUNG A	26	5.959	7	2	Rp 86.399.149.068
17	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	34	11.838	8	2	Rp 86.766.932.056
18	MENKOKESRA	56	16.800	12	1	Rp 88.041.285.423
19	BAPELKES BATAM GEDUNG C	30	6.810	8	2	Rp 92.320.849.410
20	MENARA MERDEKA	128	45.673	32	4	Rp 94.405.895.833
21	GRIYA NIAGA	56	19.527	15	4	Rp 138.752.181.456
22	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	18	41.681	5	6	Rp 141.171.604.397
23	GRAHA ENERGI	211	111.489	42	4	Rp 285.319.338.134

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Data Uji Validasi

NO.	NAMA PROYEK	KETINGG IAN BANGUN	LUAS TOTAL BANGUN	JUMLAH TINGKAT BANGUN	LINGKUP PEKERJA AN	NILAI KONTRAK
						Jakarta, April 2012
1	THE CONVERGENCE INDONESIA	119	62.675	22	4	Rp 170.332.807.622
2	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	16	4.325	4	2	Rp 48.448.277.302

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.4.1 Analisa Fuzzy Matlab

Setelah didapatkan variabel yang signifikan terhadap biaya kontrak konstruksi gedung perkantoran, maka tahap selanjutnya adalah menganalisa data tersebut dengan metode fuzzy logic. Pada penelitian ini, analisa fuzzy logic digunakan pada matlab 7.70 yang bertujuan untuk membuat suatu permodelan estimasi biaya pada tahap konseptual pada konstruksi gedung perkantoran. Analisa fuzzy logic ini terdiri atas tiga tahapan yaitu fuzzifikasi, fuzzy inference atau fuzzy rule evaluation dan defuzzifikasi. Dalam mengoperasikan logika Fuzzy, maka digunakan fungsi-fungsi yang terdapat pada toolbox Matlab 7.70.

Dalam membuat permodelan dengan fuzzy logic pada penelitian ini dilakukan dilakukan berbagai iterasi *membershipfunction* sampai didapatkan hasil permodelan dengan tingkat akurasi yang paling baik. Pada iterasi pertama permodelan, digunakan empat variabel dari hasil analisa korelasi yang dilakukan sebelumnya, namun permodelan yang dihasilkan menghasilkan error yang sangat besar yaitu diatas 70%. Kemudian dengan iterasi yang kedua, masih dilakukan dengan keempat variabel input hasil analisa korelasi, namun dilakukan *membershipfunction* dibuat lebih banyak dan lebih rapat. Hasil dari permodelan tersebut masih cukup besar yaitu sekitar 70%. Kemudian dilakukan pembacaan dan pemeriksaan ulang terhadap data pembentuk permodelan, karena hubungan durasi terhadap biaya yang rancu akhirnya variabel durasi dihilangkan untuk pembentuk permodelan. Pada iterasi yang ketiga dilakukan dengan tiga variabel input hasil analisa korelasi, yaitu tinggi bangunan, luas dan jumlah tingkat bangunan. Permodelan yang dihasilkan memiliki error yang lebih kecil dari sebelumnya, namun masih cukup besar yaitu 51,62%. Pada iterasi yang keempat masih menggunakan ketiga variabel yang sama, namun *membershipfunction* pada variabel luas dibuat lebih rapat dan banyak, sehingga dihasilkan error yang lebih baik dari sebelumnya, yaitu 37,34%. Namun beberapa data pembentuk model menghasilkan error di atas 100%, sehingga permodelan ini dicoba diperbaiki kembali pada iterasi selanjutnya dengan merapatkan *membershipfunction* pada variabel ketinggian dikarenakan range data yang cukup besar. Permodelan yang dihasilkan memiliki error sebesar 25,74%. Selanjutnya dilakukan kembali pembacaan dan pemeriksaan data historis yang dimiliki pada penelitian ini. Karakteristik nilai kontrak pada data penelitian sangat bervariasi, dan ada beberapa proyek yang memiliki karakteristik yang hampir sama namun memiliki perbedaan nilai kontrak yang sangat jauh. Perbedaan ini dikarenakan oleh perbedaan lingkup pekerjaan yang dikerjakan. Oleh karena itu, pada iterasi selanjutnya lingkup pekerjaan dimasukkan ke dalam variabel input pembentuk permodelan nilai kontrak. Hasil permodelan ini jauh lebih baik daripada permodelan-permodelan yang dibuat sebelumnya, sehingga akhirnya variabel permodelan inilah yang dipakai menjadi variabel pembentuk permodelan penelitian. BerNamun selanjutnya akan diuji coba pembuatan permodelan

dengan menggunakan *membershipfunction* yang bervariasi. Variasi *membershif function* yang diuji dalam penelitian ini yaitu tipe *triangular*, *gauss*, *bell*, *trapezium* dan *dsig*. Berikut ini adalah tabulasi data permodelan dengan variasi *membershipfunction*.

Tabel 4. 26 Perbandingan Permodelan dengan Variasi *Membership Function*

NO.	NAMA PROYEK	DEVIASI (%)				
		TRIANGULAR	TRAPESIUM	BELL	GAUSS	DSIG
1	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	-16,29	-15,91	-17,30	-18,93	-13,77
2	GEDUNG DPP PPP	5,35	5,76	5,45	3,39	7,61
3	PERKANTORAN KRAMAT	-4,07	-4,07	-4,71	-4,07	-4,07
4	DEPNAKERTRANS	-34,29	-34,29	-34,29	-33,98	-34,29
5	ANNEX TAHAP II	-12,23	-12,23	-12,68	-12,23	-12,23
6	BIOFARMA	-47,28	-47,28	-47,73	-49,51	-47,28
7	KANTOR BPK RI BENGKULU	-32,71	-33,50	-37,04	-34,29	-38,23
8	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	5,52	6,29	5,90	6,29	6,29
9	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	-28,77	-29,53	-32,94	-30,29	-34,08
10	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	-3,51	-3,51	-3,51	-3,79	-3,51
11	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	12,37	15,99	19,62	13,50	23,69
12	BAPELKE BATAM GEDUNG B	32,20	32,20	31,99	21,52	32,20
13	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	31,19	31,19	31,19	31,35	31,19
14	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	-1,48	-1,48	-1,63	-1,48	-1,48
15	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
16	BAPELKE BATAM GEDUNG A	36,92	36,34	32,64	36,34	30,67
17	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	-0,50	-0,50	-0,38	-0,38	-0,50
18	MENKOKESRA	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
19	BAPELKE BATAM GEDUNG C	3,27	1,97	5,66	11,18	1,21
20	MENARA MERDEKA	-1,16	-1,16	-1,26	-1,16	-1,26
21	GRIYA NIAGA	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62
22	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
23	GRAHA ENERGI	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
	MEAN ABSOLUTE ERROR (%)	13,73	13,91	14,46	13,93	,

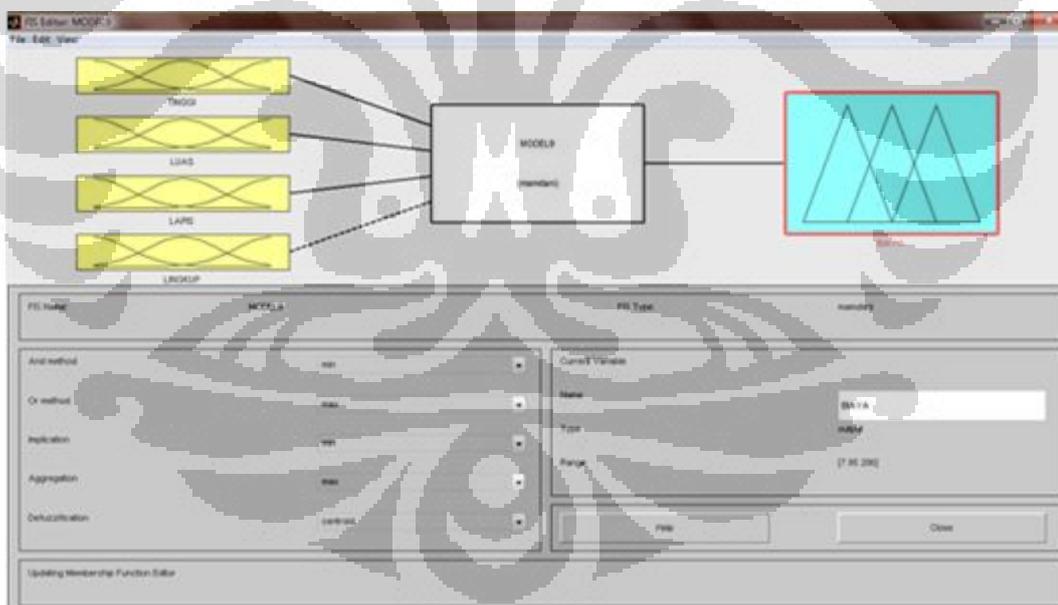
Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan table di atas, maka dapat dilihat bahwa tipe *membershipfunction* *triangular* menghasilkan permodelan dengan tingkat deviasi rata-rata absolute (*mean absolute error*) yang paling kecil dibandingkan dengan tipe *membership function* lainnya. Sehingga permodelan dengan tipe *membershipfunction* *triangular* ini dipilih karena menghasilkan permodelan yang paling baik dibandingkan dengan permodelan dengan variasi *membershipfunction* lainnya.

Berikut ini akan dijelaskan secara tentang proses analisa fuzzy matlab dengan menggunakan empat variabel input, yaitu ketinggian, luas, jumlah tingkat dan lingkup pekerjaan dan satu variable output, yaitu nilai kontrak pada konstruksi gedung perkantoran. Terdapat empat tools yang dapat digunakan untuk membangun, mengedit dan mengobservasi sistem penalaran fuzzy dengan matlab, yaitu (Kusumadewi, 2002) :

a. *Fuzzy Inference System Editor*

Pada *Fuzzy Inference System Editor* ini dilakukan penetapan variabel input dan output. Variabel input pada analisa ini terdiri atas Tinggi Bangunan, Luas Bangunan dan Jumlah Lapis Bangunan. Sedangkan variabel output pada proses analisa ini adalah Nilai Kontrak Proyek Gedung Perkantoran. Selanjutnya menetapkan operasi dasar untuk operasi himpunan fuzzy pada setiap variabel input dan output. Selain itu dilakukan pula penentuan metode fuzzy logic yang akan digunakan untuk proses analisa. Dalam penelitian ini digunakan fuzzy logic metode Mamdani.



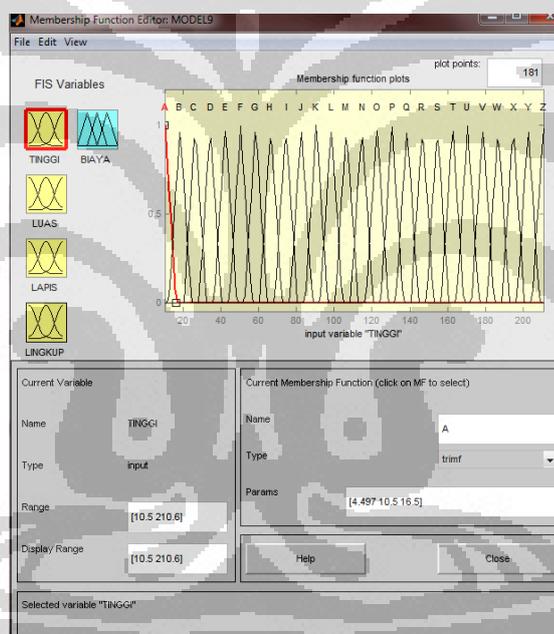
Gambar 4. 10 FIS Editor Matlab

Sumber : Hasil Olahan

b. *MembershipFunction Editor*

Pada *Membership Function Editor* ini akan dibuat fungsi keanggotaan pada setiap variabel input dan variabel output. *Membershipfunction* editor

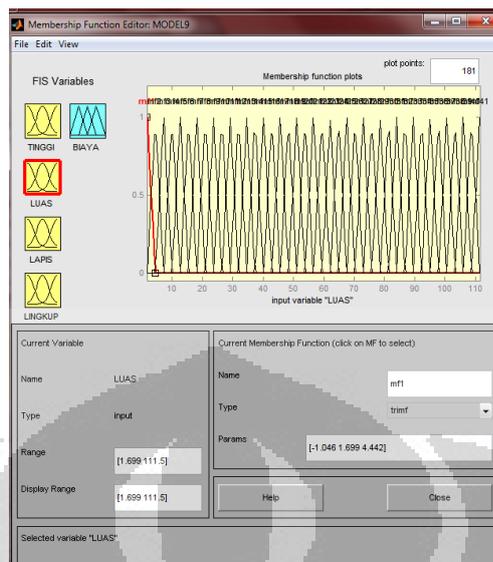
berfungsi untuk mengedit fungsi keanggotaan himpunan fuzzy untuk setiap variabel input dan output. *Membershipfunction* himpunan fuzzy dapat direpresentasikan dalam bentuk linear, kurva segitiga, kurva trapesium, kurva bentuk bahu, kurva S, dan kurva bentuk lonceng. Keseluruhan *membershipfunction* dapat dinyatakan pada *toolbox* matlab 8.70 dengan tipe-tipe seperti *trimf* (segitiga), *trapmf*, *gbellmf*, *pimf*, *sigmf* dan sebagainya. Untuk variabel input ketinggian bangunan, terdiri atas 26 *membershipfunction* dengan representasi segitiga. Variabel input ini memiliki range berdasarkan nilai minimum dan maksimum sesuai dengan seluruh data ketinggian proyek. Berikut ini adalah masukan dari variabel ketinggian kedalam *membershipfunction* editor.



Gambar 4. 11 *Membership Function* Variabel Tinggi pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

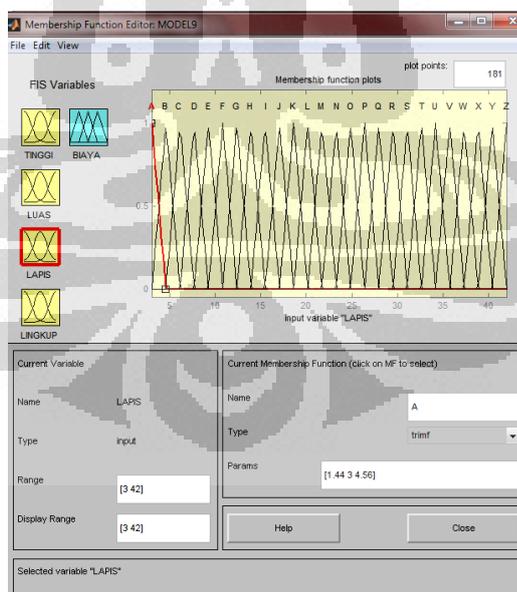
Sedangkan untuk variabel input luas bangunan disusun dengan 41 fungsi keanggotaan dengan representasi segitiga. Variabel input ini memiliki range berdasarkan nilai minimum dan maksimum sesuai dengan seluruh data luas proyek. Berikut ini adalah masukan dari variabel ketinggian kedalam *membershipfunction* editor.



Gambar 4. 12 *Membership Function* Variabel Luas pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

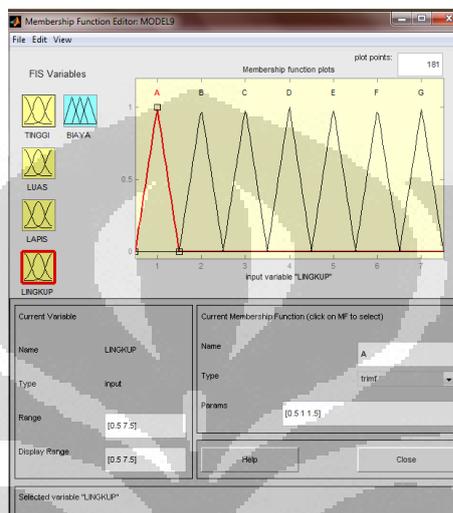
Pada variabel input jumlah lapis bangunan, terdiri atas 26 membershipfunction dengan representasi segitiga. Variabel input ini memiliki range berdasarkan nilai minimum dan maksimum sesuai dengan seluruh data jumlah lapis proyek. Berikut ini adalah masukan dari variabel ketinggian kedalam membershipfunction editor.



Gambar 4. 13 *Membership Function* Lapis Bangunan pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

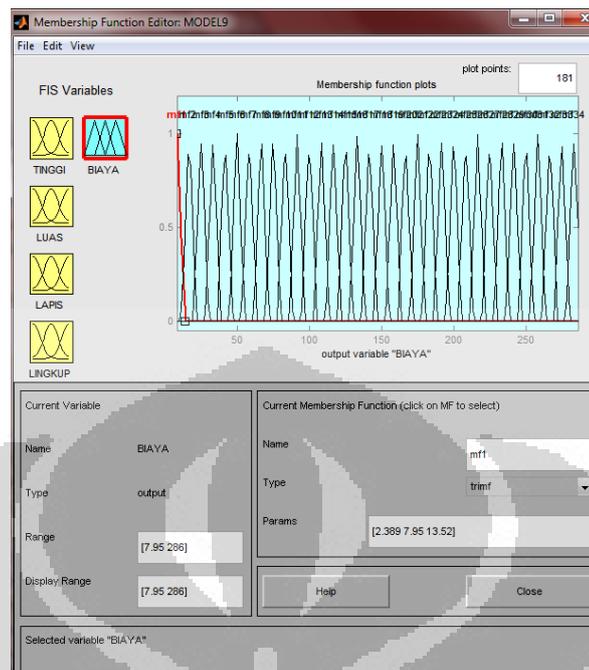
Sedangkan untuk variabel input lingkup pekerjaan disusun dengan 7 fungsi keanggotaan dengan representasi segitiga. Variabel input ini memiliki range berdasarkan kategorisasi lingkup pekerjaan pada data proyek. Berikut ini adalah masukan dari variabel ketinggian kedalam membershipfunction editor.



Gambar 4. 14 *Membership Function* Variabel Lingkup Pekerjaan pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

Pada variabel output nilai kontrak proyek disusun atas 34 membershipfunction dengan representasi segitiga. Variabel input ini memiliki range berdasarkan nilai minimum dan maksimum sesuai dengan seluruh data jumlah lapis proyek. Karena range pada variabel ini cukup jauh, maka membershipfunction dibuat dengan jumlah yang banyak. Berikut ini adalah masukan dari variabel ketinggian kedalam membershipfunction editor.

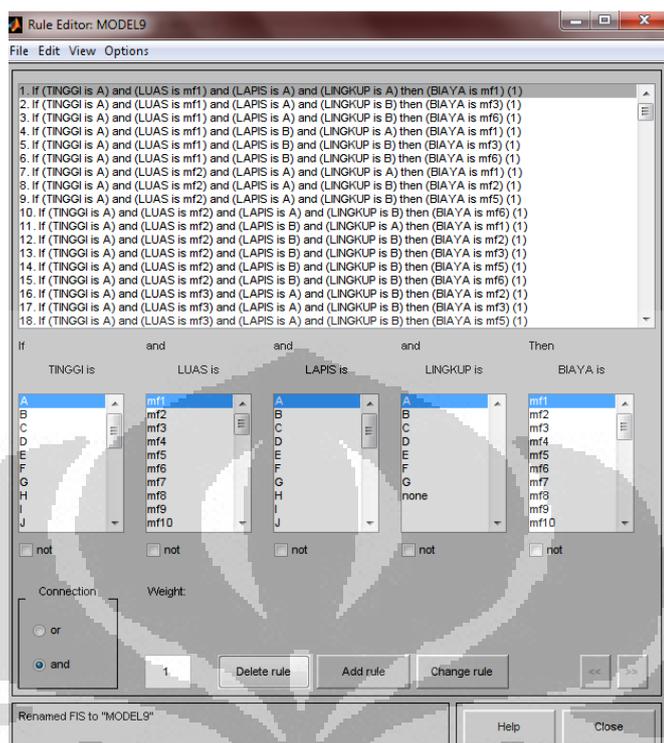


Gambar 4. 15 *Membership Function* Variabel Nilai Kontrak pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

### c. *Rules* Editor

Setelah seluruh fungsi keanggotaan telah disusun terhadap seluruh variabel masukan dan keluaran, tahapan selanjutnya adalah pembuatan IF-THEN aturan atau rules pada Rules Editor. Pada Rules Editor ini akan dibuat seluruh aturan yang terdiri atas premise dan consequent dengan menggunakan operator AND. Keseluruhan rules dibuat berdasarkan data historis proyek yang digunakan untuk membuat permodelan. Uji coba permodelan ini menggunakan trial eror sehingga data-data yang dapat mengganggu permodelan dikeluarkan, sehingga hanya menggunakan 19 data untuk membuat permodelan fuzzy ini. Seluruh premise dibuat dengan menggabungkan membershipfunction pada variabel masukan. Sedangkan seluruh consequent dibuat berdasarkan membershipfunction pada variabel keluaran. Dari seluruh data yang digunakan untuk membuat permodelan ini tersusun 188 rules. Keseluruhan IF-THEN rules akan disajikan pada lampiran laporan penelitian ini. Berikut ini adalah proses input dari rules pada matlab yang dilakukan dalam penelitian ini.

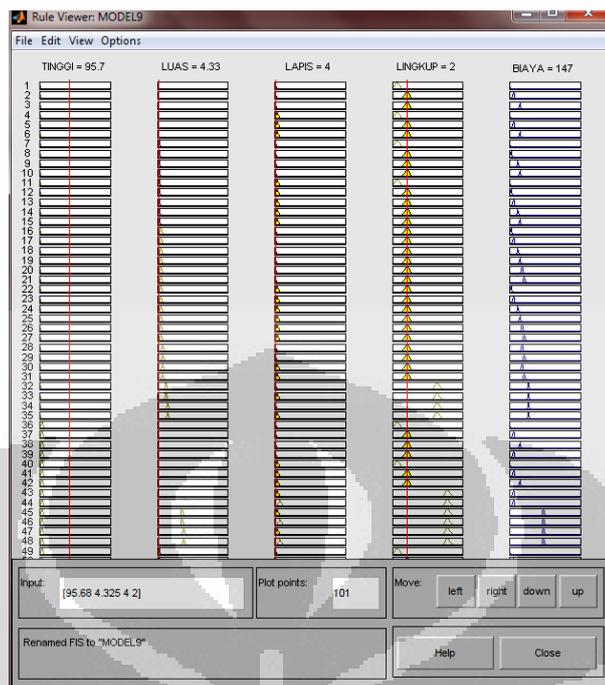


Gambar 4. 16 Rules Editor pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

#### d. Rules Viewer

Setelah keseluruhan rules telah dimasukkan ke dalam rules editor, selanjutnya adalah memetakan seluruh data untuk permodelan ke dalam rules viewer. Dalam rules viewer ini, seluruh variabel masukan data pembentuk model akan dimasukkan, sementara matlab akan mencari besaran angka variabel keluaran. Pada rules editor seluruh data digambarkan dengan menggunakan variabel linguistik, sehingga seluruh masukan dan keluaran berupa data kualitatif atau non-angka. Namun pada rules viewer, seluruh masukan dan keluaran angka keluar dalam bentuk data kuantitatif atau angka.



Gambar 4. 17 Rules Viewer pada Matlab

Sumber : Hasil Olahan

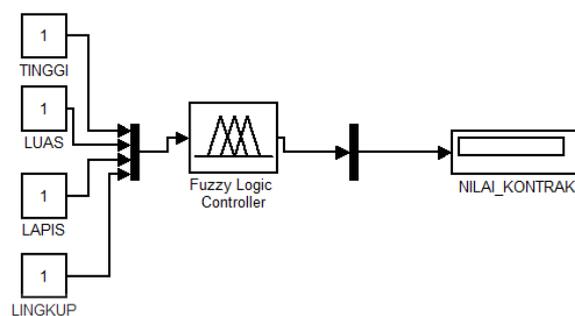
Berdasarkan hasil analisa fuzzy matlab yang telah dilakukan, range eror yang didapatkan melalui data pembentuk model adalah 16,41%. Berikut ini adalah hasil pemetaan seluruh data pembentuk model dengan analisa fuzzy matlab.

Tabel 4. 27 Data Pembentuk Model Fuzzy Matlab

NO.	NAMA PROYEK	KETINGGIAN BANGUNAN	LUAS TOTAL BANGUNAN	JUMLAH TINGKAT	LINGKUP PEKERJAAN	NILAI KONTRAK AKTUAL	NILAI KONTRAK FUZZY MATLAB	ERROR (%)
1	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	24	5,020	5	3	Rp 7,945,524,844.11	Rp 9,240,000,000.00	-16.29
2	GEDUNG DPP PPP	12.8	1698.78	4	1	Rp 9,719,678,657.50	Rp 9,200,000,000.00	5.35
3	PERKANTORAN KRAMAT	35	13,549	10	4	Rp 15,662,142,018.67	Rp 16,300,000,000.00	-4.07
4	DEPNAKERTRANS	11	6,690	3	2	Rp 31,796,392,750.00	Rp 42,700,000,000.00	-34.29
5	ANNEX TAHAP II	24	4,393	6	6	Rp 21,919,756,170.68	Rp 24,600,000,000.00	-12.23
6	BIOFARMA	19	3,672	4	2	Rp 22,406,484,980.70	Rp 33,000,000,000.00	-47.28
7	KANTOR BPK RI BENGKULU	13	3,450	3	2	Rp 25,393,376,245.60	Rp 33,700,000,000.00	-32.71
8	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	28	7,671	7	1	Rp 26,250,000,000.00	Rp 24,800,000,000.00	5.52
9	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	12	3,574	3	2	Rp 26,403,021,339.25	Rp 34,000,000,000.00	-28.77
10	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	33	9,633	9	7	Rp 35,840,694,893.75	Rp 37,100,000,000.00	-3.51
11	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	15	5,004	4	2	Rp 44,163,808,635.30	Rp 38,700,000,000.00	12.37
12	BAPELKES BATAM GEDUNG B	15	3,405	4	2	Rp 48,671,747,985.10	Rp 33,000,000,000.00	32.20
13	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	11	7,964	3	2	Rp 62,055,020,909.00	Rp 42,700,000,000.00	31.19
14	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	23	7,429	7	5	Rp 69,470,231,944.80	Rp 70,500,000,000.00	-1.48
15	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	12	16,800	4	5	Rp 85,675,665,823.81	Rp 83,000,000,000.00	3.12
16	BAPELKES BATAM GEDUNG A	26	5,959	7	2	Rp 86,399,149,067.89	Rp 54,500,000,000.00	36.92
17	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	34	11,838	8	2	Rp 86,766,932,056.15	Rp 87,200,000,000.00	-0.50
18	MENKOKESRA	56	16,800	12	1	Rp 88,041,285,422.67	87.2*10 <sup>9</sup>	0.96
19	BAPELKES BATAM GEDUNG C	30	6,810	8	2	Rp 92,320,849,410.08	Rp 89,300,000,000.00	3.27
20	MENARA MERDEKA	128	45,673	32	4	Rp 94,405,895,833.33	Rp 95,500,000,000.00	-1.16
21	GRIYA NIAGA	56	19,527	15	4	Rp 138,752,181,455.84	Rp 141,000,000,000.00	-1.62
22	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	18	41,681	5	6	Rp 141,171,604,396.67	Rp 141,000,000,000.00	0.12
23	GRAHA ENERGI	211	111,489	42	4	Rp 285,319,338,133.79	Rp 283,000,000,000.00	0.81
MEAN ABSOLUTE ERROR (%)								13.73

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan hasil matlab yang dibentuk oleh data pembentuk model di atas didapatkan bahwa deviasi rata-rata absolute permodelan adalah sebesar 13,73% dengan range error yang dihasilkan adalah -47,28% sampai +36,92%. Berikut ini adalah simulink dari permodelan yang dihasilkan melalui 23 data historis pembentuk permodelan.

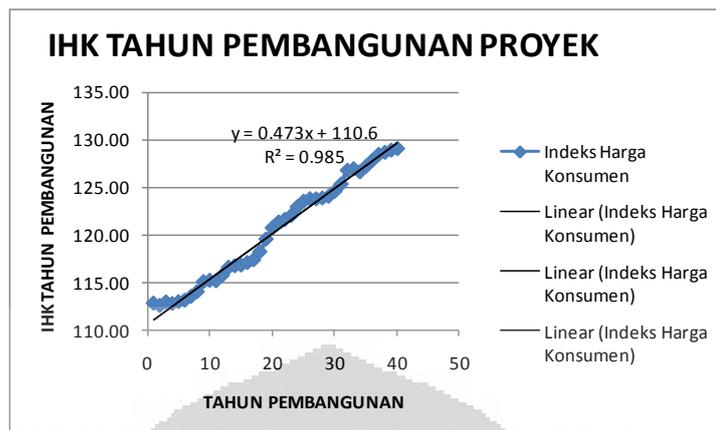


Gambar 4. 18 Simulink Permodelan

Sumber : Hasil Olahan

Pada simulink diatas, permodelan dibentuk berdasarkan data historis yang telah melalui proses normalisasi sebelumnya sehingga lokasi dan waktu proyek tidak dapat dieksplisitkan melalui permodelan tersebut. Selanjutnya permodelan tersebut akan dimodifikasi menjadi permodelan yang mampu meramalkan proyek di masa mendatang sesuai dengan lokasi dan tahun pembangunan proyek, sehingga simulink mampu melakukan proses normalisasi langsung di dalam permodelan tersebut.

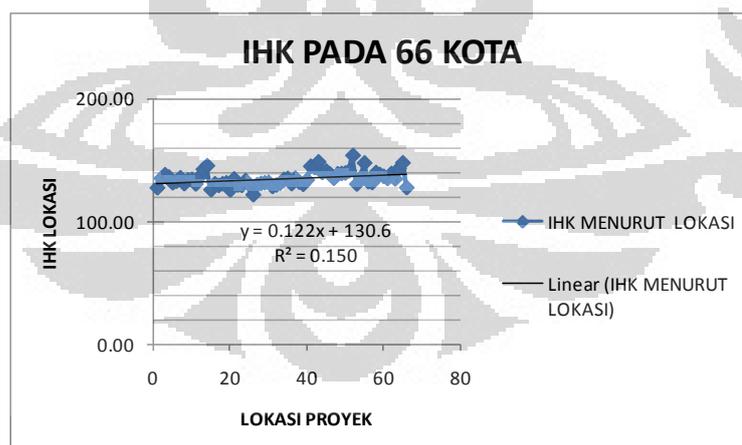
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa proses normalisasi nilai kontrak dalam penelitian ini menggunakan indeks harga konsumen menurut tahun pembangunan proyek dan indeks harga proyek di 66 kota di Indonesia. Kemudian masing-masing indeks harga di plot dalam suatu grafik untuk menampilkan persamaannya. Berdasarkan lokasi acuan penelitian ini, maka plot grafik IHK tahun pembangunan proyek dibentuk berdasarkan seluruh indeks harga konsumen di Jakarta pada setiap bulan dari tahun 2009 hingga April 2012 dengan titik pertama adalah Januari 2009 d titik akhir adalah April 2012. Berikut ini adalah hasil plot indeks harga konsumen menurut waktu pembangunan proyek.



Gambar 4. 19 Plot IHK Tahun Pembangunan Proyek

Sumber : Hasil Olahan

Selanjutnya akan di plot grafik indeks harga konsumen menurut lokasi 66 kota di Indonesia. Hal ini dilakukan agar nilai permodelan dapat ditransformasikan sesuai dengan lokasi proyek. Titik pertama pada plot grafik ini merupakan kota Banda Aceh dan titik akhir dalam plot grafik ini merupakan kota Jayapura. Keseluruhan proses dan keterangan plot indeks harga konsumen di 66 kota di Indonesia akan dilampirkan dalam laporan penelitian ini. Berikut ini adalah hasil plot grafik seluruh indeks harga konsumen pada 66 kota di Indonesia.

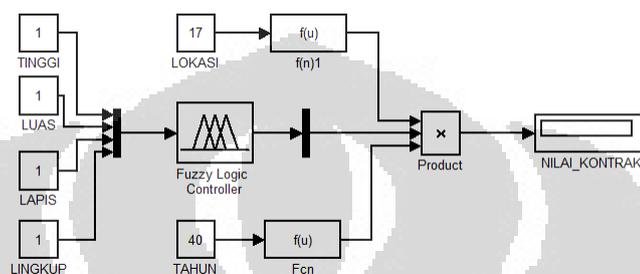


Gambar 4. 20 Plot Indeks Harga Konsumen pada 66 Kota di Indonesia

Sumber : Hasil Olahan

Selanjutnya kedua persamaan transformasi nilai kontrak proyek tersebut akan dimasukkan ke dalam simulink fuzzy yang telah dibuat sebelumnya.

Simulink akan dimodifikasi sedemikian rupa sehingga mampu melakukan normalisasi menurut lokasi dan waktu pembangunan proyek. Proses normalisasi pada simulink ini dibuat berdasarkan rumus transformasi nilai kontrak yang telah dijelaskan dalam sub-bab normalisasi nilai kontrak. Hasil modifikasi simulink permodelan tersebut ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 21 Simulink Permodelan untuk Peramalan Proyek di Masa Mendatang  
Sumber : Hasil Olahan

Pada simulink peramalan proyek di atas, dapat terlihat bahwa normalisasi nilai kontrak dilakukan melalui dua tahap. Pada tahap pertama setelah memasukkan keempat parameter gedung perkantoran, selanjutnya output akan ditransformasikan nilainya menurut tahun pembangunan proyek. Pada kotak product, nilai proyek akan dikalikan dengan indeks harga konsumen sesuai dengan tahun pembangunan proyek. Input angka pada field tahun pembangunan pada simulink di atas tidak secara eksplisit sesuai dengan tahun waktu pembangunan, namun field tersebut diisi dengan posisi tahun proyek dari titik acuan pada plot grafik IHK tahun pembangunan. Sedangkan field fcn berisikan IHK pada tahun 2012 di Jakarta dibagi dengan plot formulation yang didapatkan dari plot grafik IHK tahun pembangunan. Pada tahap kedua, output selanjutnya akan ditransformasikan sesuai dengan lokasi pembangunan proyek. Input pada field lokasi ini juga tidak secara eksplisit lokasi proyek, namun pengisiannya berupa data kuantitatif atau numerical berdasarkan *coding* 66 kota pada plot IHK Lokasi Proyek. Field f(n)1 berisikan plot formulation yang didapatkan sebelumnya melalui grafik IHK pada 66 kota di Indonesia. Setelah melalui keseluruhan tahap tersebut, maka akan didapatkan peramalan nilai kontrak sesuai dengan lokasi dan waktu pembangunan proyek. Kategorisasi atau coding lokasi

dan tahun pada plot grafik IHK secara menyeluruh akan ditampilkan dalam lampiran laporan penelitian ini.

#### 4.4.2 Analisa Fuzzy Manual

Analisa fuzzy manual ini dilakukan untuk memverifikasi permodelan yang dibuat melalui analisa fuzzy matlab. Tahap pertama yang dilakukan dalam analisa fuzzy manual adalah dengan pembentukan himpunan fuzzy pada variabel input dan variabel output. Variabel input dalam pembentukan model fuzzy manual ini disesuaikan dengan variabel input pada permodelan dengan fuzzy matlab, yang terdiri atas ketinggian bangunan, luas bangunan, jumlah lapis bangunan dan lingkup pekerjaan. Fuzzy sets dan jumlah *membershipfunction* pada fuzzy manual ini juga disesuaikan dengan fuzzy sets dan *membershipfunction* pada fuzzy matlab. Pada variabel ketinggian bangunan tersusun atas 26 *membershipfunction*, sedangkan pada variabel luas bangunan tersusun atas 41 *membershipfunction*, selanjutnya pada variabel jumlah lapis bangunan tersusun atas 26 *membershipfunction* dan lingkup pekerjaan tersusun atas 7 *membershipfunction*. Pada variabel output, nilai kontrak proyek tersusun atas 34 *membershipfunction*.

Tahapan selanjutnya adalah menyusun komposisi aturan atau *rules* berdasarkan data historis gedung perkantoran. Penyusunan *rules* hanya dilakukan pada keempat variabel input dengan menggunakan operator and. Setelah *rules* telah disusun pada keseluruhan data, selanjutnya adalah menghitung nilai  $\mu$  variabel input pada seluruh data penelitian. Kemudian melakukan perhitungan nilai  $\mu$  gabungan berdasarkan komposisi aturan atau *rules* yang telah dibuat sebelumnya. Nilai  $\mu$  gabungan pada *rules* diambil dengan menggunakan operator minimum Berdasarkan penyusunan komposisi aturan pada seluruh data juga dapat terlihat korelasi antar data yang memiliki *rules* yang sama. Sehingga pada data yang memiliki korelasi *rules* dengan data yang lain, perhitungan nilai  $\mu$  diambil yang paling minimum dari data yang memiliki *rules* yang sama.

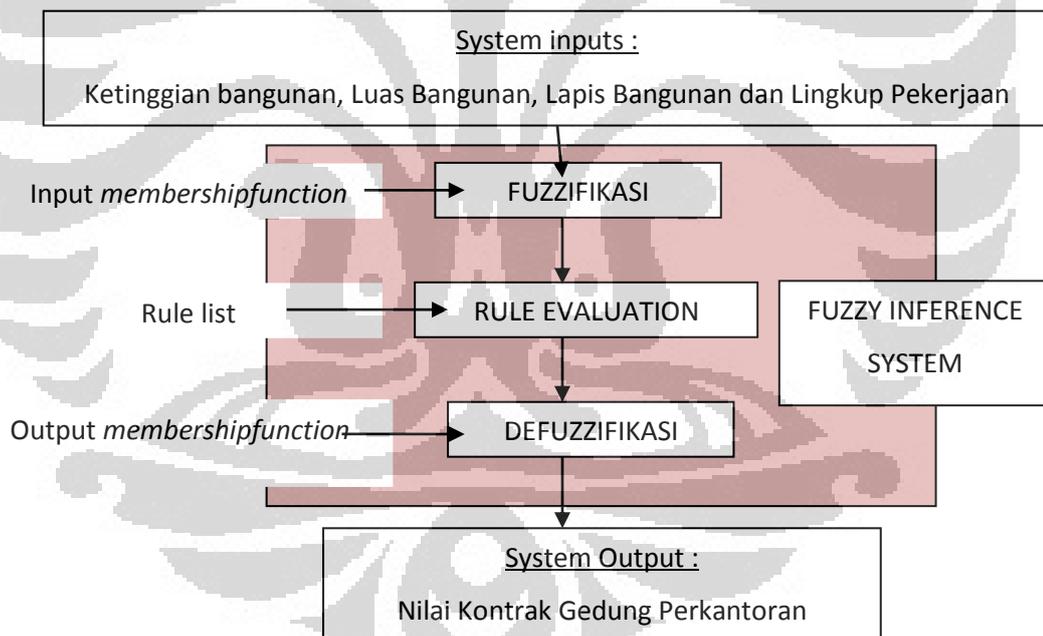
Tahapan berikutnya dalam fuzzy manual ini adalah defuzzifikasi atau penegasan. Pada tahap ini semua himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy akan menghasilkan suatu bilangan pada domain output pada himpunan fuzzy tersebut. Domain output yang dimaksudkan dalam permodelan

ini adalah nilai kontrak. Nilai pada domain output ini diperoleh dengan menggabungkan seluruh nilai  $\mu$  pada setiap *rules* input pada masing-masing data, kemudian memetakan nilai  $\mu$  pada setiap *rules* data pembentuk model dengan operator maksimum dan selanjutnya adalah melakukan defuzzifikasi dengan metode centroid. Metode centroid (*composite moment*) ini dilakukan dengan mengambil titik pusat ( $z^*$ ) pada daerah fuzzy output. Perhitungan titik pusat pada domain output pada fuzzy manual secara umum dirumuskan sebagai berikut :

untuk variabel kontinu 
$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

, atau untuk variabel diskret. 
$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

Secara singkat keseluruhan proses analisa fuzzy manual pada penelitian ini digambarkan melalui flow di bawah ini.



Gambar 4. 22 Flow Fuzzy Manual

Sumber : Hasil Olahan

Setelah keseluruhan proses tersebut dilakukan, maka didapatkan permodelan melalui analisa fuzzy manual. Tabel di bawah ini menyajikan keseluruhan hasil analisa fuzzy manual melalui 23 data pembentuk model.

Tabel 4. 28 Data Pembentuk Model pada Analisa Fuzzy Manual

NO.	NAMA PROYEK	KETINGGIAN	LUAS TOTAL	JUMLAH TINGKAT	LINGKUP PEKERJAAN	NILAI KONTRAK AKTUAL	NILAI KONTRAK FUZZY MATLAB	NILAI KONTRAK FUZZY MANUAL	ERROR (%)
1	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	24	5.020	5	3	Rp7.945.524.844,11	Rp9.240.000.000,00	Rp7.950.000.000,00	0,06
2	GEDUNG DPP PPP	12,8	1.699	4	1	Rp9.719.678.657,50	Rp9.200.000.000,00	Rp7.950.000.000,00	18,21
3	PERKANTORAN KRAMAT	35	13.549	10	4	Rp15.662.142.018,67	Rp16.300.000.000,00	Rp16.300.000.000,00	4,07
4	DEPNAKERTRANS	10,5	6.690	3	2	Rp31.796.392.750,00	Rp42.700.000.000,00	Rp43.400.000.000,00	36,49
5	ANNEX TAHAP II	24	4.393	6	6	Rp21.919.756.170,68	Rp24.600.000.000,00	Rp24.640.000.000,00	12,41
6	BIOFARMA	19	3.672	4	2	Rp22.406.484.980,70	Rp33.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	74,06
7	KANTOR BPK RI BENGKULU	12,75	3.450	3	2	Rp25.393.376.245,60	Rp33.700.000.000,00	Rp37.300.000.000,00	46,89
8	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	28	7.671	7	1	Rp26.250.000.000,00	Rp24.800.000.000,00	Rp24.640.000.000,00	6,13
9	KANTOR PERWAKILAN BPK RI	12	3.574	3	2	Rp26.403.021.339,25	Rp34.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	47,71
10	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	33	9.633	9	7	Rp35.840.694.893,75	Rp37.100.000.000,00	Rp37.140.000.000,00	3,63
11	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	15	5.004	4	2	Rp44.163.808.635,30	Rp38.700.000.000,00	Rp40.000.000.000,00	9,43
12	BAPELKES BATAM GEDUNG B	15	3.405	4	2	Rp48.671.747.985,10	Rp33.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	19,87
13	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	11,25	7.964	3	2	Rp62.055.020.909,00	Rp42.700.000.000,00	Rp43.400.000.000,00	30,06
14	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	23	7.429	7	5	Rp69.470.231.944,80	Rp70.500.000.000,00	Rp70.510.000.000,00	1,50
15	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	12	16.800	4	5	Rp85.675.665.823,81	Rp83.000.000.000,00	Rp83.030.000.000,00	3,09
16	BAPELKES BATAM GEDUNG A	26,25	5.959	7	2	Rp86.399.149.067,89	Rp54.500.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,92
17	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	34	11.838	8	2	Rp86.766.932.056,15	Rp87.200.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,49
18	MENKOKESRA	56	16.800	12	1	Rp88.041.285.422,67	Rp87.200.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,97
19	BAPELKES BATAM GEDUNG C	30	6.810	8	2	Rp92.320.849.410,08	Rp89.300.000.000,00	Rp88.630.000.000,00	4,00
20	MENARA MERDEKA	128	45.673	32	4	Rp94.405.895.833,33	Rp95.500.000.000,00	Rp95.540.000.000,00	1,20
21	GRIYA NIAGA	56	19.527	15	4	Rp138.752.181.455,84	Rp141.000.000.000,00	Rp141.400.000.000,00	1,91
22	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	18	41.681	5	6	Rp141.171.604.396,67	Rp141.000.000.000,00	Rp141.400.000.000,00	0,16
23	GRAHA ENERGI	211	111.489	42	4	Rp285.319.338.133,79	Rp283.000.000.000,00	Rp283.200.000.000,00	0,74
MEAN ABSOLUTE ERROR (%)									14,09

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 4. 29 Perbandingan Fuzzy Matlab dan Fuzzy Manual

NO.	NAMA PROYEK	NILAI KONTRAK FUZZY MATLAB	NILAI KONTRAK FUZZY MANUAL	DEVIASI (%)
1	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	Rp9.240.000.000,00	Rp7.950.000.000,00	13,96
2	GEDUNG DPP PPP	Rp9.200.000.000,00	Rp7.950.000.000,00	13,59
3	PERKANTORAN KRAMAT	Rp16.300.000.000,00	Rp16.300.000.000,00	0,00
4	DEPNAKERTRANS	Rp42.700.000.000,00	Rp43.400.000.000,00	1,64
5	ANNEX TAHAP II	Rp24.600.000.000,00	Rp24.640.000.000,00	0,16
6	BIOFARMA	Rp33.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	18,18
7	KANTOR BPK RI BENGKULU	Rp33.700.000.000,00	Rp37.300.000.000,00	10,68
8	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	Rp24.800.000.000,00	Rp24.640.000.000,00	0,65
9	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	Rp34.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	14,71
10	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	Rp37.100.000.000,00	Rp37.140.000.000,00	0,11
11	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	Rp38.700.000.000,00	Rp40.000.000.000,00	3,36
12	BAPELKE BATAM GEDUNG B	Rp33.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	18,18
13	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	Rp42.700.000.000,00	Rp43.400.000.000,00	1,64
14	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	Rp70.500.000.000,00	Rp70.510.000.000,00	0,01
15	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	Rp83.000.000.000,00	Rp83.030.000.000,00	0,04
16	BAPELKE BATAM GEDUNG A	Rp54.500.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	59,98
17	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	Rp87.200.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,01
18	MENKOKESRA	Rp87.200.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,01
19	BAPELKE BATAM GEDUNG C	Rp89.300.000.000,00	Rp88.630.000.000,00	0,75
20	MENARA MERDEKA	Rp95.500.000.000,00	Rp95.540.000.000,00	0,04
21	GRIYA NIAGA	Rp141.000.000.000,00	Rp141.400.000.000,00	0,28
22	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	Rp141.000.000.000,00	Rp141.400.000.000,00	0,28
23	GRAHA ENERGI	Rp283.000.000.000,00	Rp283.200.000.000,00	0,07
DEVIASI RATA-RATA (%)				6,88

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.5 Uji Validasi

Validasi penelitian bertujuan untuk menguji valid atau tidaknya hasil penelitian yang telah didapatkan melalui proses analisa penelitian. Sesuai dengan tujuan penelitian, proses analisa menghasilkan suatu permodelan estimasi biaya konseptual dengan metode fuzzy logic. Validasi dilakukan dengan menguji dua sampel data proyek gedung perkantoran terhadap permodelan yang dibuat dengan analisa fuzzy matlab dan fuzzy manual.

Berdasarkan hasil permodelan estimasi biaya konseptual yang dibuat dengan analisa fuzzy matlab, range error yang didapatkan untuk untuk data

pembentuk model diperoleh sebesar 25,98%. Sedangkan range error untuk data validasi didapatkan sebesar 22,79%.

Tabel 4. 30 Uji Validasi Model Fuzzy Matlab

NO.	NAMA PROYEK	KETINGGIAN BANGUNAN	LUAS TOTAL BANGUNAN	JUMLAH TINGKAT BANGUNAN	LINGKUP PEKERJAN	NILAI KONTRAK	MANUAL(*10 <sup>9</sup> )	EROR(%)
						Jakarta, April 2012	MODEL 9	
1	THE CONVERGENCE INDONESIA	119	62.675	22	4	Rp170.332.807.621,57	Rp170.600.000.000,00	0,156865
2	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	16	4.325	4	2	Rp48.448.277.301,60	Rp35.750.000.000,00	26,20997
<b>TOTAL ERROR (%)</b>								<b>13,18342</b>

Sumber : Hasil Olahan

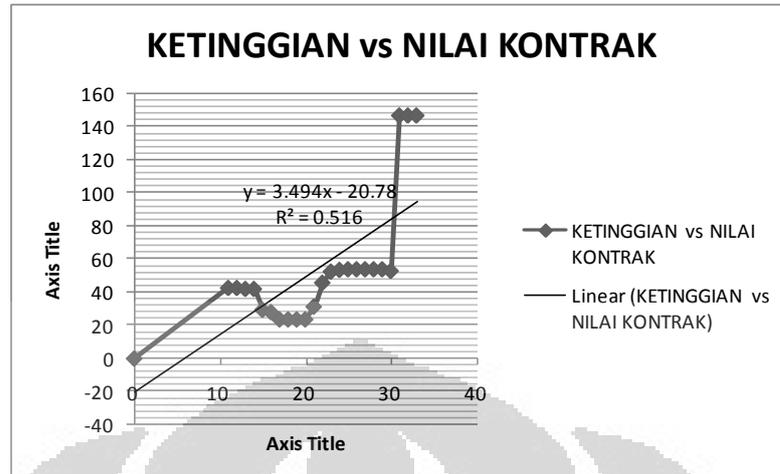
Sedangkan berdasarkan hasil permodelan estimasi biaya konseptual yang dibuat dengan analisa fuzzy manual, range error yang didapatkan untuk data pembentuk model diperoleh sebesar 13,18 %. Perbedaan error uji validasi permodelan matlab dengan permodelan manual adalah sebesar 9,61%.

#### 4.6 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas ini dilakukan untuk mengetahui arah hubungan variabel independen dominan terhadap variabel independen. Variabel independen yang dimaksud disini adalah variabel dominan yang sifatnya kuantitatif, yaitu ketinggian bangunan, luas bangunan dan jumlah tingkat bangunan. Sedangkan variabel dependen yang dimaksudkan adalah nilai kontrak gedung perkantoran.

Analisa sensitivitas pada penelitian ini terdiri atas tiga bagian, yaitu dengan memplot masing-masing variabel independen dominan terhadap variabel independen ke dalam suatu kurva atau grafik. Plot grafik analisa sensitivitas ini sendiri dilakukan berdasarkan data historis proyek yang dimiliki dalam penelitian ini.

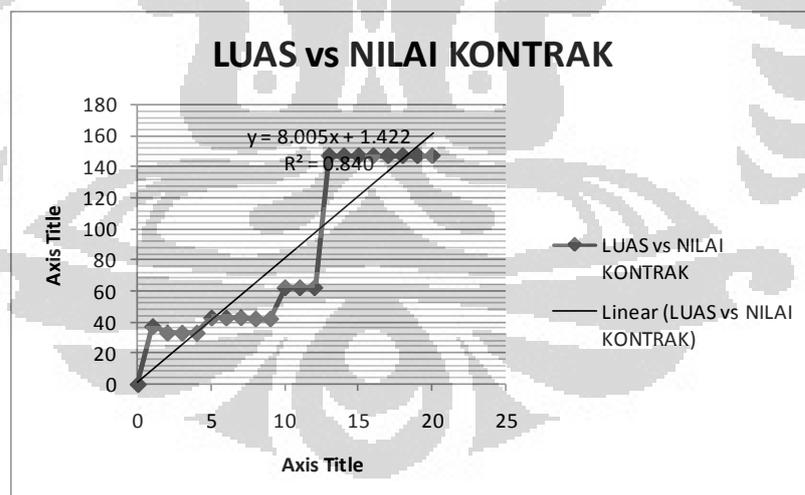
Berikut ini adalah hasil analisa sensitivitas dari ketinggian bangunan terhadap nilai kontrak proyek gedung perkantoran. Dapat dilihat pada grafik di bawah ini bahwa semakin besar ketinggian proyek maka nilai kontrak proyek pun cenderung semakin membesar.



Gambar 4. 23 Analisa Sensitivitas Ketinggian Terhadap Nilai Kontrak

Sumber : Hasil Olahan

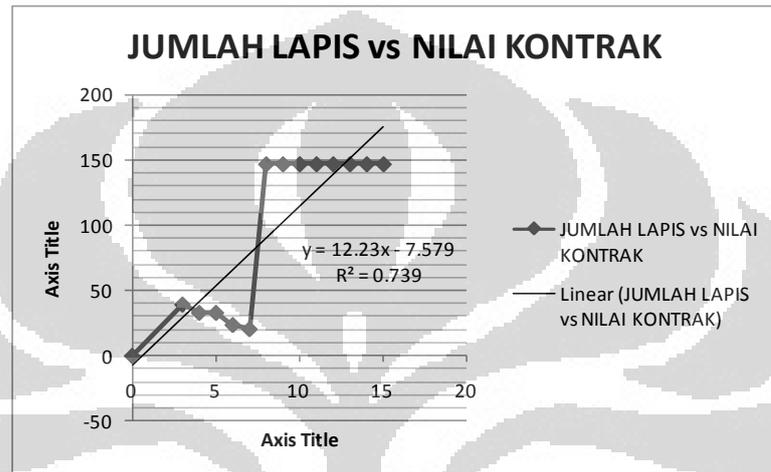
Berdasarkan hasil analisa sensitivitas dari luas bangunan terhadap nilai kontrak proyek juga diperoleh bahwa semakin besar luas bangunan suatu proyek maka nilai kontrak pun akan semakin besar. Grafik yang diperoleh dari plot kedua variabel tersebut memang tidak linier dengan sempurna, hal ini disesuaikan dengan kondisi aktual data historis yang diperoleh dalam penelitian ini.



Gambar 4. 24 Analisa Sensitivitas Luas Terhadap Nilai Kontrak

Sumber : Hasil Olahan

Sedangkan berdasarkan hasil analisa sensitivitas dari jumlah tingkat bangunan terhadap nilai kontrak proyek diperoleh bahwa semakin besar jumlah tingkat bangunan suatu proyek maka nilai kontrak pun akan semakin besar. Gambar di bawah ini merupakan plot dari jumlah tingkat bangunan terhadap nilai kontrak proyek.



Gambar 4. 25 Analisa Sensitivitas Jumlah Tingkat Terhadap Nilai Kontrak

Sumber : Hasil Olahan

## **BAB 5**

### **TEMUAN DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Temuan dan Bahasan Analisa Korelasi**

Analisa korelasi yang dilakukan pada tahap sebelumnya bertujuan untuk mengidentifikasi variabel-variabel apa saja yang dominan mempengaruhi estimasi biaya konstruksi pada tahap konseptual. Analisa korelasi yang dilakukan dengan SPSS Statistics 20 pada penelitian ini menghasilkan empat faktor yang signifikan terhadap biaya konstruksi gedung perkantoran pada tahap konseptual.

Nilai korelasi yang ditunjukkan pada tabel korelasi terdiri atas tiga variabel yang berpangkat bintang dua dan satu variabel yang berpangkat bintang satu. Variabel yang berpangkat bintang dua ( \*\* ) memiliki tingkat kepercayaan 99% ( $\alpha = 0,01$ ). Sedangkan untuk variabel yang berpangkat bintang satu ( \* ) memiliki tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat tiga variabel, yaitu luas bangunan, jumlah tingkat bangunan dan ketinggian bangunan, lebih signifikan mempengaruhi estimasi biaya konstruksi pada konstruksi gedung perkantoran. Sehingga variabel paling signifikan terhadap biaya konstruksi gedung perkantoran pada tahap konseptual adalah :

- a. X.2.3 Luas Bangunan
- b. X.2.5 Jumlah Tingkat Bangunan
- c. X.2.7 Ketinggian Bangunan

#### **5.2 Temuan dan Bahasan Analisa Fuzzy Logic Matlab**

Keempat variabel dominan terhadap biaya konstruksi pada tahap konseptual yang dudaptkan melalui analisa korelasi sebelumnya akan dijadikan basis dalam proses analisa fuzzy logic. Dalam trial error pembuatan permodelan estimasi biaya konseptual dengan fuzzy logic ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik logika data. Ketika variabel durasi dimasukkan ke dalam proses analisa ini, permodelan yang dihasilkan memiliki standard error yang sangat besar. Bila dilakukan peninjauan terhadap durasi proyek pada seluruh data penelitian, didapatkan bahwa tidak selamanya proyek yang memiliki luas bangunan yang lebih besar memiliki durasi yang lebih panjang dan tidak selamanya durasi yang makin panjang akan menghasilkan nilai kontrak yang lebih

besar. Oleh karena itu, dalam proses analisa selanjutnya variabel durasi ini tidak dimasukkan ke dalam pembuatan permodelan.

Selain dengan menggunakan tiga variabel hasil analisa korelasi, peneliti juga juga mencoba mengganti variabel durasi dengan variabel jumlah basement dan jarak antar lantai. Namun dari hasil permodelan yang dihasilkan melalui analisa fuzzy matlab, didapatkan bahwa standard error yang dihasilkan tidak terlalu jauh berbeda dengan standard error yang dihasilkan melalui permodelan dengan menggunakan ketiga variabel dari analisa korelasi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah basement dan jarak antar lantai tidak terlalu signifikan mempengaruhi estimasi biaya pada tahap konseptual pada gedung perkantoran.

Permodelan estimasi biaya konseptual dengan fuzzy logic ini juga sangat dipengaruhi oleh penentuan *membershipfunction* pada setiap variabel masukan dan variabel keluaran. Untuk data-data pada variabel yang memiliki range yang sangat besar, maka dibutuhkan jumlah *membershipfunction* yang lebih rapat, sehingga jumlah *membershipfunction* pun akan semakin membesar. Semakin kecil range pada *membershipfunction* akan menghasilkan permodelan dengan standard error yang lebih kecil. Namun pembuatan *membershipfunction* yang terlalu rapat dan banyak, akan membuat proses komputasi fuzzy pada matlab ini berat. Oleh karena itu, untuk analisa fuzzy logic yang memiliki jumlah rule yang sangat besar direkomendasikan untuk menggunakan metode fuzzy clustering, yaitu suatu data input dan output akan dikelompokkan ke dalam beberapa group atau cluster.

Karakteristik data sampel juga sangat mempengaruhi permodelan yang dihasilkan oleh analisa fuzzy ini. Karakteristik data penelitian akan menjadi dasar dalam pembentukan *rules* dalam analisa fuzzy ini. Analisa fuzzy cenderung mencari korelasi pada setiap data yang memiliki *rules* yang sama. Namun karena data penelitian yang terlalu sedikit, sedangkan persebaran data penelitian terlalu random dan luas, sehingga pembacaan korelasi antar data yang dilakukan berdasarkan *rules* pada analisa penelitian ini terlalu banyak. Hal ini mengakibatkan komputasi menjadi berat dan juga optimasi parameter-parameter rule menjadi lebih sulit. Oleh karena itu, standard error yang dihasilkan oleh beberapa data pembentuk permodelan ini cukup besar.

Berdasarkan pembacaan dan pemeriksaan data yang dilakukan, nilai kontrak suatu proyek sangat dipengaruhi oleh lingkup pekerjaan. Oleh karena itu, peneliti memasukkan variabel tambahan, yaitu lingkup pekerjaan ke dalam analisa permodelan dengan metode fuzzy. Hasil analisa menunjukkan bahwa tingkat error dari permodelan jauh lebih baik daripada permodelan yang dihasilkan melalui penggunaan tiga variabel hasil korelasi saja. *Mean absolute error* permodelan yang dihasilkan dari empat variabel input, yaitu ketinggian bangunan, luas bangunan, jumlah tingkat bangunan dan lingkup pekerjaan, adalah sebesar 16,14% . Sedangkan berdasarkan uji validasi yang dilakukan, standard error yang dihasilkan adalah sebesar 22,79%. Menurut AACE, tingkat akurasi pada tahap konseptual diharapkan berada dalam rentang -20% sampai +30% dari biaya proyek sebenarnya, sehingga permodelan yang dihasilkan melalui penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan keakurasian pada proyek di masa mendatang.

### **5.3 Temuan dan Bahasan Analisa Fuzzy Logic Manual**

Analisa dengan fuzzy manual ini bertujuan untuk membandingkan dan memeriksa permodelan yang dihasilkan oleh fuzzy matlab. Berdasarkan analisa fuzzy manual yang didapatkan, standard error permodelan yang dihasilkan dari data pembentuk model terhadap nilai kontrak aktual proyek adalah sebesar 18,39%. Sedangkan selisih akurasi permodelan fuzzy manual dan fuzzy logic adalah sebesar 2,25%. Adanya perbedaan akurasi antara permodelan fuzzy manual dan fuzzy matlab ini disebabkan karena perhitungan pada fuzzy manual ini sampai melibatkan tiga angka dibelakang koma dari data proyek, sedangkan pada komputasi matlab, angka yang diambil hanya satu angka dari belakang koma pada data. Namun, perbedaan error permodelan yang relatif cukup kecil ini menunjukkan bahwa permodelan yang dihasilkan dari penelitian ini dapat diterima. Berikut ini adalah tabulasi deviasi komputasi permodelan fuzzy matlab dan fuzzy manual.

Tabel 5. 1 Tabel Perbandingan Permodelan Fuzzy Matlab Dan Manual

NO.	NAMA PROYEK	NILAI KONTRAK AKTUAL	NILAI KONTRAK FUZZY MATLAB	NILAI KONTRAK FUZZY MANUAL	EROR FUZZY MATLAB TERHADAP NILAI AKTUAL	EROR FUZZY MANUAL TERHADAP NILAI AKTUAL
1	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	Rp7.945.524.844,11	Rp9.240.000.000,00	Rp7.950.000.000,00	16,29	0,06
2	GEDUNG DPP PPP	Rp9.719.678.657,50	Rp9.200.000.000,00	Rp7.950.000.000,00	5,35	18,21
3	PERKANTORAN KRAMAT	Rp15.662.142.018,67	Rp16.300.000.000,00	Rp16.300.000.000,00	4,07	4,07
4	DEPNAKERTRANS	Rp31.796.392.750,00	Rp42.700.000.000,00	Rp43.400.000.000,00	34,29	36,49
5	ANNEX TAHAP II	Rp21.919.756.170,68	Rp24.600.000.000,00	Rp24.640.000.000,00	12,23	12,41
6	BIOFARMA	Rp22.406.484.980,70	Rp33.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	47,28	74,06
7	KANTOR BPK RI BENGKULU	Rp25.393.376.245,60	Rp33.700.000.000,00	Rp37.300.000.000,00	32,71	46,89
8	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	Rp26.250.000.000,00	Rp24.800.000.000,00	Rp24.640.000.000,00	5,52	6,13
9	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	Rp26.403.021.339,25	Rp34.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	28,77	47,71
10	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	Rp35.840.694.893,75	Rp37.100.000.000,00	Rp37.140.000.000,00	3,51	3,63
11	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	Rp44.163.808.635,30	Rp38.700.000.000,00	Rp40.000.000.000,00	12,37	9,43
12	BAPELKES BATAM GEDUNG B	Rp48.671.747.985,10	Rp33.000.000.000,00	Rp39.000.000.000,00	32,20	19,87
13	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG BARAT	Rp62.055.020.909,00	Rp42.700.000.000,00	Rp43.400.000.000,00	31,19	30,06
14	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	Rp69.470.231.944,80	Rp70.500.000.000,00	Rp70.510.000.000,00	1,48	1,50
15	KEMENTRIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	Rp85.675.665.823,81	Rp83.000.000.000,00	Rp83.030.000.000,00	3,12	3,09
16	BAPELKES BATAM GEDUNG A	Rp86.399.149.067,89	Rp54.500.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	36,92	0,92
17	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	Rp86.766.932.056,15	Rp87.200.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,50	0,49
18	MENKOKESRA	Rp88.041.285.422,67	Rp87.200.000.000,00	Rp87.190.000.000,00	0,96	0,97
19	BAPELKES BATAM GEDUNG C	Rp92.320.849.410,08	Rp89.300.000.000,00	Rp88.630.000.000,00	3,27	4,00
20	MENARA MERDEKA	Rp94.405.895.833,33	Rp95.500.000.000,00	Rp95.540.000.000,00	1,16	1,20
21	GRIYA NIAGA	Rp138.752.181.455,84	Rp141.000.000.000,00	Rp141.400.000.000,00	1,62	1,91
22	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	Rp141.171.604.396,67	Rp141.000.000.000,00	Rp141.400.000.000,00	0,12	0,16
23	GRAHA ENERGI	Rp285.319.338.133,79	Rp283.000.000.000,00	Rp283.200.000.000,00	0,81	0,74
MEAN ABSOLUTE ERROR (%)					13,73	14,09

Sumber : Hasil Olahan

#### 5.4 Temuan dan Bahasan Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas ini dilakukan untuk mengetahui arah hubungan variabel independen dominan terhadap variabel independen. Variabel independen yang dimaksud disini adalah variabel dominan yang sifatnya kuantitatif, yaitu ketinggian bangunan, luas bangunan dan jumlah tingkat bangunan. Sedangkan variabel dependen yang dimaksudkan adalah nilai kontrak gedung perkantoran.

Pada grafik hasil analisa ketinggian bangunan terhadap nilai kontrak proyek, didapatkan bahwa semakin tinggi bangunan, maka nilai kontrak proyek akan semakin besar. Begitu pula dengan grafik analisa luas bangunan terhadap

nilai kontrak proyek dan jumlah tingkat bangunan terhadap nilai kontrak proyek. Hal ini menunjukkan hubungan antara ketiga variabel dependen dan independen tersebut yang saling berbanding lurus. Pada grafik memang tidak berbentuk linear dengan sempurna, hal ini disesuaikan dengan kondisi aktual data yang digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, karena nilai kontrak proyek sangat ditentukan oleh lingkup pekerjaan yang dikerjakan pada proyek tersebut dan lingkup pekerjaan pada data penelitian ini sangat bervariasi sehingga pada beberapa data terlihat terlihat hubungan yang tidak berbanding lurus antara variabel independen dengan variabel dependennya. Perbedaan karakteristik proyek yang diakibatkan karena lingkup pekerjaan ini mengakibatkan proses perbandingan antar data menjadi lebih sulit. Hal lain yang membuat pembacaan hubungan antar variabel independent terhadap variabel dependent adalah karena pada saat input salah satu variabel yang ditinjau hubungannya terhadap variabel output, sedangkan variabel input lainnya konstan dalam permodelan. Oleh karena itu, ada sejumlah input data dalam proses analisa sensitivitas ini yang tidak tercakup di dalam IF-THEN rules permodelan yang dihasilkan berdasarkan data pembentuk model. Sehingga pembacaan data dalam permodelan akan sulit.

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah pada penelitian dan merupakan pembuktian dari hipotesa penelitian. Berdasarkan keseluruhan proses penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

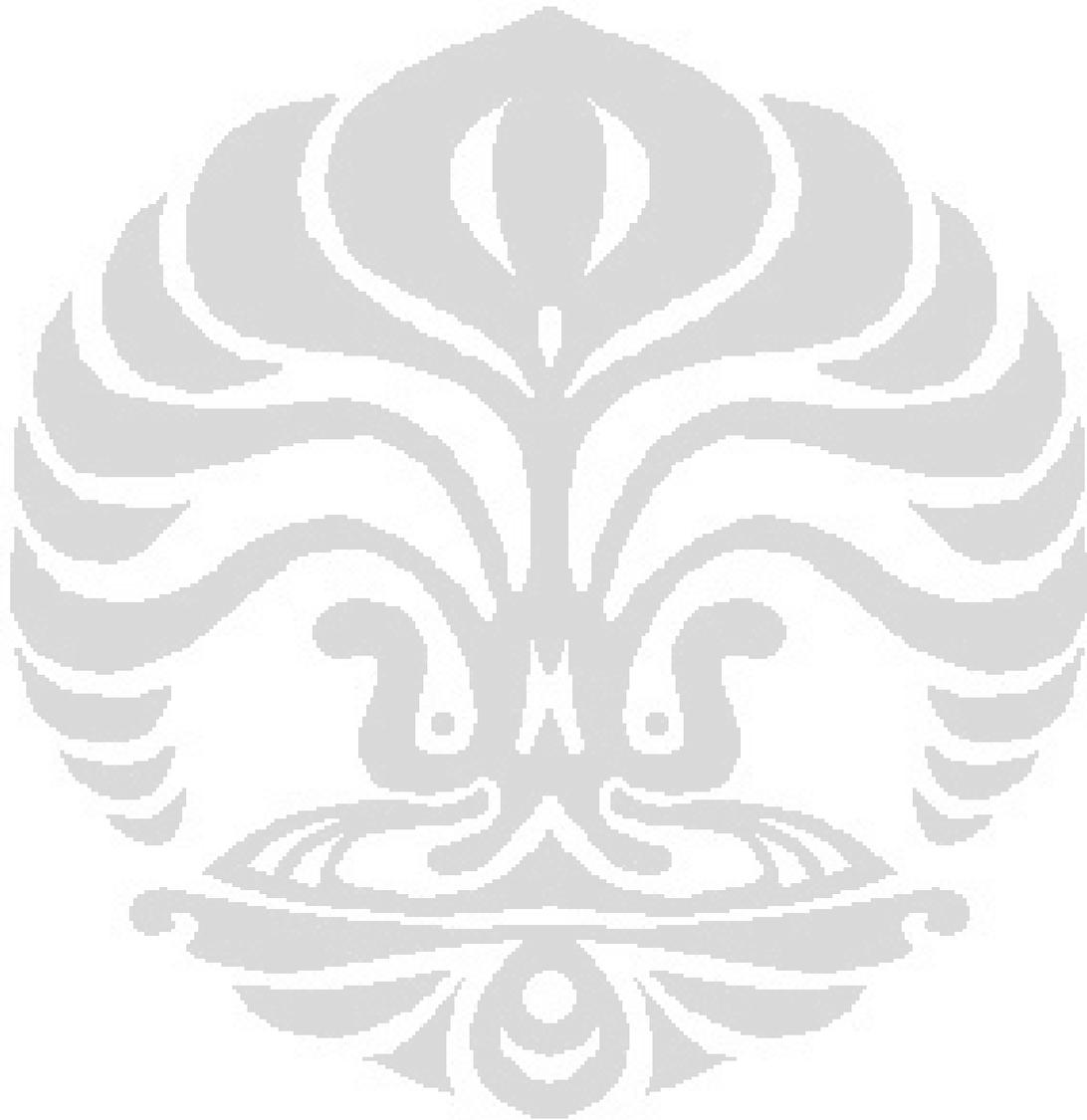
- a. Terdapat 6 faktor paling dominan terhadap biaya konstruksi pada tahap konseptual pada gedung perkantoran, yaitu lokasi proyek, tahun pembangunan, luas bangunan, ketinggian bangunan, jumlah tingkat bangunan dan lingkup pekerjaan.
- b. Metode fuzzy logic dapat digunakan untuk membuat permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran, dengan tingkat kepercayaan atau tingkat akurasi sebesar 16,41%.

### 6.2 Saran

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka saran ataupun masukan yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang relevan antara lain :

- a. Analisa statistik direkomendasikan untuk dilakukan pada jumlah data diatas 30, sedangkan data pada penelitian ini sangat minim dan terbatas, yaitu berjumlah 25 data. Dikhawatirkan bahwa ada faktor signifikan lain yang tidak bisa dikeluarkan dari proses analisa statistik yang dilakukan dalam penelitian ini karena minimnya data yang dimiliki. Selain itu jumlah data juga akan mempengaruhi permodelan yang akan dibuat, bahwa semakin banyak data pembentuk model maka tingkat akurasi permodelan yang dibuat juga akan semakin baik.
- b. Untuk meningkatkan keakurasian permodelan pada data yang memiliki range yang besar, maka sebaiknya menggunakan *membershipfunction* yang cukup rapat dan *rules* yang sangat besar, Diusahakan pembuatan *membershipfunction* yang sedemikian rupa agar mengurangi pembacaan software terhadap data yang saling berkorelasi. Diusahakan agar setiap *rules* data memiliki korelasi minim dengan data-data yang lain.

- c. Apabila variabel penelitian sangat banyak dan range data sangat besar, apabila dipaksakan dengan menggunakan metode fuzzy standard akan menghasilkan *membershipfunction* yang sangat banyak dan rapat, sehingga *rules* akan semakin besar pula. Hal ini akan mengakibatkan proses komputasi dalam fuzzy akan semakin berat dan rumit. Oleh karena itu, lebih baik permodelan dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy clustering.



## DAFTAR ACUAN

Wisnu Isvara (2011). Disertasi : “ Permodelan Estimasi Biaya di Tahap Schematic Design Pada Konstruksi Bangunan Gedung dengan Menggunakan Metode Regresi Analysis dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System”. Depok : Program Studi Teknik Sipil Kekhususan Manajemen Konstruksi, Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik UI.

Pedoman Hubungan Kerja Antara Arsitek Dengan Pengguna Jasa Ikatan Arsitek Indonesia (2007).

Soeharto, Iman. “Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 1.” Erlangga, 1990: 5

Dell’Isola, M.D. *Architect’s Essentials of Cost Management*. Canada: John Wiley and Sons.

Hal 24-28

Project Management Institute (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Third Edition.

Lotfi A. Zadeh, *Fuzzy Sets, Information and Control*, vol.8, hal.338-353.

M. Sugeno dan T. Yasukawa, *A Fuzzy Logic-based Approach to Qualitative Modeling*, *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol 1, hal 7-31, Feb 93.

Julian Bagus. (2010). Depok : Program Studi Teknik Sipil Kekhususan Manajemen Konstruksi, Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik UI.

## DAFTAR REFERENSI

Bley, A. F. (1990). Dissertation presented to the University of Texas at Austin in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. *Improved Conceptual Estimating Performance Using a Knowledge-Based Approach* .

C.M., T., & Thomas K. L., T. (1999). *Decision making and Operations Research Techniques for Construction Management*.

Cheng M., Y., & H. W. (2008). Web-based Conceptual Cost Estimates for Construction Projects Using Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model. *Automation in Construction* .

Cox, E. (1994). *The fuzzy system handbook : A pratitioners guide to building, using and maintaining fuzzy systems*. Boston Massachusetts: AP Professional Press.

Dell'Isola, M. D. (2002). *Architect's Essentials of Cost Management*. Canada: John Wiley and Sons.

Gibson, G. E. (1993). Modelling Pre-Project Planning for the Construction of Capital Faciliries.

Halpin, D. W. (1990). *Construction Management-2nd edition*.

Hegazy, T. M., & Fazio, P. (1994). Developing practical neural network application using backpropagation. *Journal Microcomputers in Civ. Eng.*

Karshenas, M. (1995). *Industrialization and Agricultural Surplus*. Oxford University Press.

Kouskoulas. (1975). Predesign Cost-Estimation Function for Buildings. *Journal of The Construction Division* .

Latief, Y. (2001). *Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Naba, D. E. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Deli Publishing.

P. S. (1996). *A Guide to The Project Managemnt Body of Knowledge*. Newtown Square: Project Management Institute.

Phaobunjong, K. (2002). *Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Cost Estimating of Building Construction Projects* .

Phaobunjong, K., & Nuntapong, O. (2002). *Estimating Building Costs*. Marcel Dekker.

Ross, T. (1995). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. New York: McGraw Hill.

Schuette, S. D., & Liska, R. W. (1994). *Building Construction Estimating*. McGraw Hill.

Serpell, A. F. (2005). *Improving Organizational Performance of Construction Management Processes*.

Soeharto, I. (1990). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual sampai Operasional)*. Erlangga.

Stewart, R. D. (1987). *Fundamentals of Cost Estimating in Cost Estimator's Reference Manual*.

Tettamanzi, A. (2001). *Soft computing : integrating evolutionary, neural, and fuzzy systems*. New York: Springer.

Wideman, R. M. (1995). *Cost Control of Capital Projects* , BiTech Publisher Ltd.

Wilson, A. J. (1982). *Experiments in Probabilistic Cost Modelling in Building Techniques*.





**LAMPIRAN 1**

**KUESIONER VALIDASI VARIABEL TERHADAP PAKAR**



**ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL PADA KONSTRUKSI  
GEDUNG PERKANTORAN DENGAN METODE FUZZY LOGIC**

**KUESIONER PENELITIAN KEPADA PAKAR DAN PELAKU KONSTRUKSI  
(IDENTIFIKASI VARIABEL-VARIABEL BIAYA PADA KONSTRUKSI  
GEDUNG PERKANTORAN)**

**JENNYVERA  
(0806454310)**

**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
2012**



UNIVERSITAS INDONESIA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI

Jika Anda memiliki pertanyaan mengenai kuesioner ini, Anda dapat menghubungi :  
 Jennyvera pada no. Telepon 0821-17444505 atau 0819-10400047  
 Atau melalui email : [vjenny7@gmail.com](mailto:vjenny7@gmail.com)

## LATAR BELAKANG

Estimasi biaya conceptual merupakan salah satu aktivitas yang memegang peranan terpenting dalam perencanaan suatu proyek. Estimasi biaya konseptual ini bertujuan untuk menentukan kelayakan (*feasibility study*) dan rancangan anggaran biaya (*budgeting*) suatu proyek. Oleh karena itu, estimasi biaya tahap konseptual dituntut untuk memiliki keakurasian yang tinggi. Pada tahap konseptual, informasi proyek yang tersedia sangat terbatas, dimana hanya berupa konsep dan gagasan dan banyak faktor yang terkait dengan proyek belum diketahui, sehingga estimasi pada tahap ini merupakan aktivitas yang sulit.

Aktivitas pekerjaan pada konstruksi gedung tersebut melibatkan banyak pihak (*multi-stakeholder*) dan memiliki metode kerja yang bervariasi. Kompleksitas ini mengakibatkan banyak faktor dan ketidakpastian yang dapat mempengaruhi biaya konstruksi suatu proyek konstruksi gedung. Kompleksitas suatu proyek konstruksi, terbatasnya waktu dan kurangnya informasi proyek menjadi permasalahan dan tantangan dalam mengestimasi biaya konseptual. Hasil estimasi pada tahap ini tidak diharapkan presisi dengan biaya aktual proyek, namun harus memiliki keakurasian yang tinggi dan deviasi yang sekecil mungkin.

Pendekatan estimasi biaya konseptual yang paling konvensional adalah menggunakan analisa regresi. Namun pendekatan ini hanya mampu memproses variabel dominan suatu proyek, sehingga variabel lainnya akan tereliminasi. Selain itu pendekatan ini tidak mampu menjelaskan keterkaitan antar variabel dengan biaya konstruksi proyek. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan permodelan estimasi biaya konseptual, salah satunya dengan menggunakan artificial intelligence yang terdiri atas berbagai variasi. Pada penelitian ini, peneliti akan membuat suatu permodelan dengan menggunakan fuzzy logic. Metode ini dipilih karena fuzzy logic dapat mencari respon atau

hubungan berdasarkan variabel-variabel yang tidak presisi. Penelitian ini secara khusus akan meninjau parameter-parameter yang memiliki korelasi erat terhadap biaya konseptual konstruksi gedung perkantoran.

### **TUJUAN PENELITIAN**

Adanya penelitian ini tentunya memiliki tujuan yang penting. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi variabel apa saja yang mempengaruhi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran.
2. Membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran dengan metode fuzzy logic.

### **KERAHASIAAN INFORMASI**

Seluruh informasi yang diberikan pada kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan sebagai bahan studi. Jika diinginkan, hasil studi akan disampaikan kepada instansi/perusahaan yang berpartisipasi dalam studi ini untuk masukan dalam upaya peningkatan kinerja proyek. Partisipasi anda merupakan bantuan tak terhingga yang memungkinkan studi ini dapat terlaksana.

### **INFORMASI HASIL PENELITIAN**

Setelah seluruh informasi telah didapatkan dan dianalisa, maka hasilnya akan disampaikan kepada Perusahaan Bapak/ Ibu dan apabila ada pertanyaan mengenai penelitian ini, maka Bapak/ Ibu dapat menghubungi :

1. Penulis/ Mahasiswa : Jennyvera pada HP : 082117444505 atau e-mail : [vjenny7@gmail.com](mailto:vjenny7@gmail.com)
2. Pembimbing 1 : Ir. Wisnu Isvara, MT pada HP 0816996713 atau e-mail : [wisnu.isvara@gmail.com](mailto:wisnu.isvara@gmail.com)
3. Pembimbing 2 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT pada HP 08158977999 atau e-mail : [latief73@eng.ui.ac.id](mailto:latief73@eng.ui.ac.id)

Terimakasih atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi kuesioner ini. Semua informasi yang telah diberikan ini hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian saja dan dijamin kerahasiaannya.

Hormat saya,  
Jennyvera

## DATA PAKAR

Nama Responden : \_\_\_\_\_

Alamat : \_\_\_\_\_

Kode Pos ; \_\_\_\_\_

No. Telepon : \_\_\_\_\_

Email : \_\_\_\_\_

Perusahaan/Instansi : \_\_\_\_\_

Jabatan/Posisi dari Responden : \_\_\_\_\_

Pendidikan Terakhir : \_\_\_\_\_

Pengalaman Kerja : \_\_\_\_\_

Jenis kepemilikan perusahaan (berikan tanda "X" pada kotak yang sesuai) :

Pemerintah (BUMN/BUMD)

Kerjasama(PMA/PMDN)

Swasta

Lain-lain : .....

Jenis proyek yang sering anda kerjakan (berikan tanda "X" pada kotak yang sesuai) :

Gedung Bertingkat

Property

Industri

Heavy Engineering

Lain-lain : .....

Tanda Tangan :

Terima Kasih atas Partisipasi Anda

Semua informasi yang anda berikan dalam survey ini **dijamin kerahasiaannya**  
dan hanya akan dipakai untuk keperluan penelitian saja.

**KUESIONER**

1. Apakah menurut Anda faktor-faktor ini harus diperhatikan dalam penentuan biaya konstruksi gedung perkantoran?  
(berikan tanda “X” pada jawaban pilihan Anda)

NO.	FAKTOR	NO.	INDIKATOR	KETERANGAN	YA	TIDAK	TANGGAPAN
<b>1.</b>	<b>LOKASI</b>						
		X1	Lokasi Proyek	Kondisi perekonomian setempat, peraturan pembangunan yang diwakili lokasi, mempengaruhi biaya proyek			
		X2	Kondisi Tanah/Daya dukung Tanah	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah			
<b>2.</b>	<b>DESAIN</b>						
		X3	Tipe Pondasi	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah			
		X4	Fungsi Gedung	Mempengaruhi biaya konstruksi dan kualitas material			
		X5	Luas Total Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan			
		X6	Luas Lantai Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan			
		X7	Jumlah Tingkat Bangunan	Mempengaruhi seluruh biaya komponen utama bangunan			
		X8	Jumlah Lantai Basement	Mempengaruhi biaya pondasi dan struktur bawah			
		X9	Ketinggian Bangunan	Mempengaruhi biaya pondasi, struktur, mekanikal dan elektrikal			
		X10	Jarak Antar Lantai	Mempengaruhi biaya pondasi, struktur, mekanikal dan elektrikal			
		X11	Tipe Atap	Mempengaruhi biaya atap			
		X12	Finishing Grade	Mempengaruhi biaya finishing/arsitektur			
		X13	Bentuk Bangunan	Mempengaruhi biaya eksterior			
<b>3.</b>	<b>WAKTU</b>						
		X14	Durasi Proyek	Mempengaruhi biaya tenaga kerja dan overhead			
		X15	Tahun Proyek Akan Dibangun	Kondisi perekonomian pada saat pembangunan, mempengaruhi biaya material			

2. Faktor-faktor lain yang harus diperhatikan dalam penentuan biaya konstruksi gedung perkantoran selain faktor-faktor diatas adalah :

No.	Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya proyek konstruksi bangunan perkantoran	Tanggapan
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		



**LAMPIRAN 2**  
**KUESIONER PENGUMPULAN DATA TERHADAP RESPONDEN**

**ESTIMASI BIAYA KONSEPTUAL PADA KONSTRUKSI  
GEDUNG PERKANTORAN DENGAN METODE FUZZY  
LOGIC**



**KUESIONER PENELITIAN KEPADA PAKAR DAN PELAKU KONSTRUKSI  
(IDENTIFIKASI VARIABEL-VARIABEL BIAYA PADA KONSTRUKSI  
GEDUNG PERKANTORAN)**

**JENNYVERA  
(0806454310)**

**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI**

Jika Anda memiliki pertanyaan mengenai kuesioner ini, Anda dapat menghubungi :

Jennyvera pada no. Telepon 0821-17444505 atau 0819-10400047

Atau melalui email : [vjenny7@gmail.com](mailto:vjenny7@gmail.com)

## **LATAR BELAKANG**

Estimasi biaya conceptual merupakan salah satu aktivitas yang memegang peranan terpenting dalam perencanaan suatu proyek. Estimasi biaya konseptual ini bertujuan untuk menentukan kelayakan (*feasibility study*) dan rancangan anggaran biaya (*budgeting*) suatu proyek. Oleh karena itu, estimasi biaya tahap konseptual dituntut untuk memiliki keakurasian yang tinggi. Pada tahap konseptual, informasi proyek yang tersedia sangat terbatas, dimana hanya berupa konsep dan gagasan dan banyak faktor yang terkait dengan proyek belum diketahui, sehingga estimasi pada tahap ini merupakan aktivitas yang sulit.

Aktivitas pekerjaan pada konstruksi gedung tersebut melibatkan banyak pihak (*multi-stakeholder*) dan memiliki metode kerja yang bervariasi. Kompleksitas ini mengakibatkan banyak faktor dan ketidakpastian yang dapat mempengaruhi biaya konstruksi suatu proyek konstruksi gedung. Kompleksitas suatu proyek konstruksi, terbatasnya waktu dan kurangnya informasi proyek menjadi permasalahan dan tantangan dalam mengestimasi biaya konseptual. Hasil estimasi pada tahap ini tidak diharapkan presisi dengan biaya aktual proyek, namun harus memiliki keakurasian yang tinggi dan deviasi yang sekecil mungkin.

Pendekatan estimasi biaya konseptual yang paling konvensional adalah menggunakan analisa regresi. Namun pendekatan ini hanya mampu memproses variabel dominan suatu proyek, sehingga variabel lainnya akan tereliminasi. Selain itu pendekatan ini tidak mampu menjelaskan keterkaitan antar variabel dengan biaya konstruksi proyek. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan permodelan estimasi biaya konseptual, salah satunya dengan menggunakan artificial intelligence yang terdiri atas berbagai variasi. Pada penelitian ini, peneliti akan membuat suatu permodelan dengan menggunakan

fuzzy logic. Metode ini dipilih karena fuzzy logic dapat mencari respon atau hubungan berdasarkan variabel-variabel yang tidak presisi. Penelitian ini secara khusus akan meninjau parameter-parameter yang memiliki korelasi erat terhadap biaya konseptual konstruksi gedung perkantoran.

### **TUJUAN PENELITIAN**

Adanya penelitian ini tentunya memiliki tujuan yang penting. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi variabel apa saja yang mempengaruhi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran.
2. Membuat suatu permodelan estimasi biaya konseptual pada konstruksi gedung perkantoran dengan metode fuzzy logic.

### **KERAHASIAAN INFORMASI**

Seluruh informasi yang diberikan pada kuesioner ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan sebagai bahan studi. Jika diinginkan, hasil studi akan disampaikan kepada instansi/perusahaan yang berpartisipasi dalam studi ini untuk masukan dalam upaya peningkatan kinerja proyek. Partisipasi anda merupakan bantuan tak terhingga yang memungkinkan studi ini dapat terlaksana.

## INFORMASI HASIL PENELITIAN

Setelah seluruh informasi telah didapatkan dan dianalisa, maka hasilnya akan disampaikan kepada Perusahaan Bapak/ Ibu dan apabila ada pertanyaan mengenai penelitian ini, maka Bapak/ Ibu dapat menghubungi :

1. Penulis/ Mahasiswa : Jennyvera pada HP : 082117444505 atau e-mail : [vjenny7@gmail.com](mailto:vjenny7@gmail.com)
2. Pembimbing 1 : Ir. Wisnu Isvara, MT pada HP 0816996713 atau e-mail : [wisnu.isvara@gmail.com](mailto:wisnu.isvara@gmail.com)
3. Pembimbing 2 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT pada HP 08158977999 atau e-mail : [latief73@eng.ui.ac.id](mailto:latief73@eng.ui.ac.id)

Terimakasih atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi kuesioner ini. Semua informasi yang telah diberikan ini hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian saja dan dijamin kerahasiaannya.

Hormat saya,

Jennyvera

## DATA RESPONDEN

Nama Responden : \_\_\_\_\_

Alamat : \_\_\_\_\_

Kode Pos ; \_\_\_\_\_

No. Telepon : \_\_\_\_\_

Email : \_\_\_\_\_

Perusahaan/Instansi : \_\_\_\_\_

Jabatan/Posisi dari Responden : \_\_\_\_\_

Pendidikan Terakhir : \_\_\_\_\_

Pengalaman Kerja : \_\_\_\_\_

Jenis kepemilikan perusahaan (berikan tanda "X" pada kotak yang sesuai) :

Pemerintah (BUMN/BUMD)

Kerjasama (PMA/PMDN)

Swasta

Lain-lain : .....

Jenis proyek yang sering anda kerjakan (berikan tanda "X" pada kotak yang sesuai) :

Gedung Bertingkat

Property

Industri

Heavy Engineering

Lain-lain : .....

Tanda Tangan :

Terima Kasih atas Partisipasi Anda

Semua informasi yang anda berikan dalam survey ini **dijamin**  
**kerahasiaannya** dan hanya akan dipakai untuk keperluan penelitian saja.

**Petunjuk Pengisian :**

1. Isilah data-data yang sesuai pada tempat isian yang bertanda titik-titik.
2. Lingkari jawaban anda atau beri tanda (√) pada kotak isian sesuai jawaban anda.

**A. DATA PROFIL UMUM PROYEK**

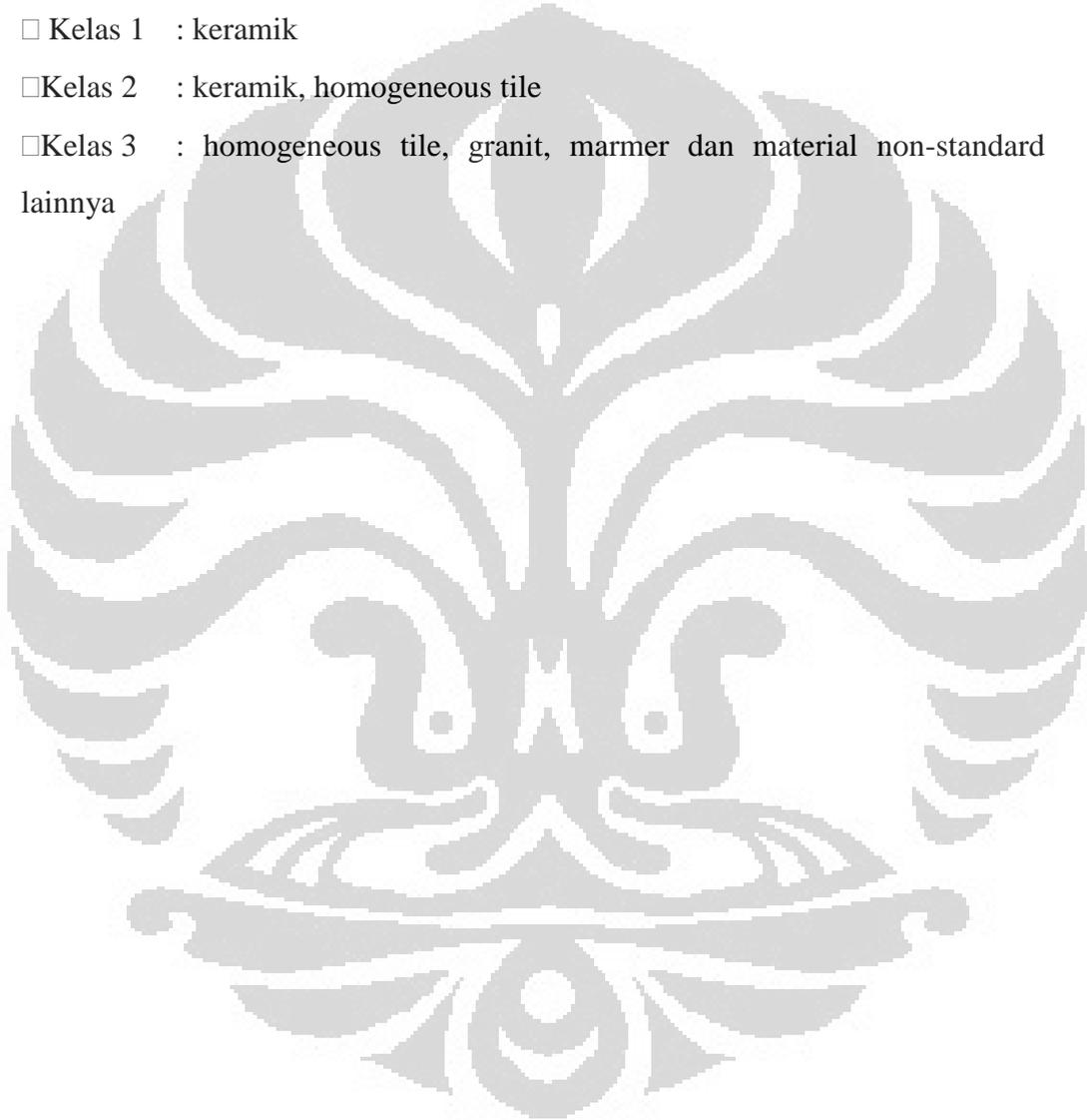
1. Nama Proyek : .....
2. Lokasi Proyek di Jakarta :
  - Pulau Jawa : .....
  - Luar Pulau Jawa : .....
3. Nilai Kontrak Proyek : Rp .....
4. Lingkup Pekerjaan : .....
5. Bulan dan Tahun Pembangunan : .....
6. Bulan dan Tahun Penyelesaian : .....
7. Durasi Pembangunan : ..... (hari)
8. Fungsi Gedung : .....
  - Gedung perkantoran saja (single-function)
  - Multi-function
9. Total Luas Bangunan : ..... (m<sup>2</sup>)
10. Jumlah Lapis Bangunan : .....
11. Jumlah Lantai Basement : .....
12. Ketinggian Bangunan : ..... (m)
13. Jarak antar lantai : ..... (m)
14. Jenis Tanah :
  - Tanah Merah     Pasir     Lain-lain : .....
15. Bentuk bangunan :
  - Kotak     Silinder     Bentuk Lain seperti ; .....
16. Tipe Pondasi
  - Bored pile     Tiang pancang     Lain-lain : .....
17. Struktur Atap
  - Rangka baja     Dak Beton     Rangka kayu

18. Tipe penutup dinding (material dinding) :

- Kelas 1 : Bata
- Kelas 2 : Bata, bata ringan/celcon
- Kelas 3 : Bata, celcon, aluminium composite dan material non-standard lainnya

19. Type penutup lantai :

- Kelas 1 : keramik
- Kelas 2 : keramik, homogeneous tile
- Kelas 3 : homogeneous tile, granit, marmer dan material non-standard lainnya





**LAMPIRAN 3**  
**TABULASI PENGUMPULAN DATA HISTORIS TAHAP 1**

### Lampiran 3 : Tabulasi Pengumpulan Data Historis Tahap 1

NO.	NAMA PROYEK	LOKASI PROYEK	DAYA DUKUNG TANAH	TIPE PONDASI	FUNGSI GEDUNG	LUAS TOTAL BANGUNAN	JUMLAH TINGKAT BANGUNAN	JUMLAH LANTAI BASEMENT	KETINGGIAN BANGUNAN	JARAK ANTAR LANTAI	TIPE ATAP	FINISHING GRADE			BENTUK BANGUNAN	DURASI PROYEK	TAHUN AKAN DIBANGUN	NILAI KONTRAK
												PENUTUP DINDING	PENUTUP LANTAI	STRUKTUR ATAP				
1	GRAND KARTINI	Jakarta Pusat	tanah merah	Borepile dia 100, 120	Apartemen, Hotel dan Office	75.866		3	91,00	3,50	Plat beton	celcon,aluminium composite panel	granit,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	420	July 2007	
2	GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI PELABUHAN TANJUNG PRIUK	Jakarta Utara	tanah merah	Pancang 40x40	Gedung Perkantoran	7.671	7	-	24,00	4,00	Atap baja penutup zincalum	beton	homogeneous tile	baja	Persegi panjang	223	January 2012	Rp23.863.636.363,64
3	GEDUNG UTAMA DAN AUDITORIUM PT.ASKES	Jakarta Pusat	tanah merah	Bore pile 120x60	Gedung Perkantoran	6.745	5	-	21,5	4,00	Plat Baja	aluminium composite panel	granit,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	180	July 2011	Rp18.132.567.142,50
4	GEDUNG KANTOR PUSAT BANK SAUDARA	Bandung	tanah merah	Jacking pile dia 35 cm panjang 12m	Gedung Perkantoran	5.020	6	1	24,00	3,50	Atap baja	celcon	homogeneous tile	baja	Persegi panjang	67	August 2011	Rp7.513.241.000,00
5	THE CONVERGENCE INDONESIA	Jakarta Selatan	tanah merah	Borepile	Gedung Perkantoran	62.675	22	3	119,00	3,50	rangka baja	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	454	February 2011	Rp165.000.000.000,00
6	MENARA MERDEKA	Jakarta Pusat	tanah merah	Borepile 120	Gedung Perkantoran	45.673	32	-	124,00	4,00	Plat beton	celcon	keramik	baja	Persegi panjang	480	January 2011	Rp93.720.000.000,00
7	MENARA TOP FOOD ALAM SUTERA	Tangerang	tanah merah	Borepile 120	Gedung Perkantoran	9.633	9	-	25,60	3,20	Plat beton	bata merah	keramik	baja	Persegi panjang	250	December 2010	Rp35.300.000.000,00
8	KEMENTERIAN NEGARA BUMN	Jakarta Pusat	tanah merah	Borepile 50	Gedung Perkantoran				9,60	3,20	Plat beton	bata merah	parquet,granit	baja	Persegi panjang	58	November 2011	Rp22.562.271.000,00
9	PERKANTORAN KRAMAT	Jakarta Pusat	tanah merah	Pile cap	Gedung Perkantoran	13.549,00	10	3	16,00	3,20	Plat beton	celcon	keramik	baja	Persegi panjang	115	September 2010	Rp14.726.273.500,00
10	FINISHING SEASONS CITY TOWER C	Jakarta Barat	tanah merah	Borepile 120	Apartemen dan Mall	34.157	26	-	132,00	3,50	Atap baja	GRC,celcon		baja	Persegi panjang	319	September 2010	Rp78.382.000.000,00
11	RUMAH SAKIT PERMATA PAMULANG	Tangerang	tanah merah	Pondasi Poer	Rumah Sakit	12.421	5		17,50	3,50	Plat beton	celcon	keramik	baja	Persegi panjang	210	Juli 2010	Rp34.925.000.000,00
12	KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA	Jakarta Pusat	tanah merah	TIANG PANCANG SCP 250 X 250 MM, L=15 M.	Gedung Perkantoran	3.679,66	7,00		23,10	3,30	Atap baja	aluminium composite panel	granit,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	392	Juli 2010	Rp65.970.000.000,00
13	LABORATORIUM PPTMGB "LEMIGAS"	Jakarta Selatan	tanah merah	Pile cap	Gedung Laboratorium	6637,9	Gd. 1 (7) Gd.2 (2) Gd.3 (3)	-	12	4	Atap Metal	aluminium composite panel	keramik	baja	Persegi panjang	141	August 2011	Rp54.533.700.000,00
14	KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT	Jakarta Pusat	tanah merah	Bore pile 120x60	Gedung Perkantoran	16.800	4	8	12,00	4,00	Plat Baja	celcon,aluminium composite panel		baja	Persegi panjang	180	September 2011	Rp84.267.990.000,00
15	FINISHING SEASONS CITY TOWER A & B	Jakarta Barat	tanah merah	Borepile 120	Apartemen dan Mall	72026,5	Tower A (26) Tower B (26)		132,00	3,50	Atap baja	GRC		baja	Persegi panjang	319	February 2010	Rp65.500.000.000,00
16	SDM BIOFARMA	Bandung	tanah merah	Borepile 120	Gedung Perkantoran	3.672	4	1	19	4	Atap baja penutup zincalum	celcon		zincalum	Persegi panjang	184	April 2010	Rp20.696.000.000,00
17	KUNINGAN CITY	Jakarta Selatan	tanah merah	Borepile dia 120	Mall, Office dan Apartemen	402657,52	Mall : 12 Office : 41 Apartemen : 50	2	192,5	3,5	Atap baja	celcon	homogeneous tile	baja	Persegi panjang	810	April 2009	Rp277.000.000.000,00
18	SEKJEN DEPARTEMEN KEUANGAN RI	Jakarta Pusat	tanah merah	Bore pile 25 cm	Gedung Perkantoran				10,50	3,50	Atap Baja			baja	Persegi panjang	1600	August 2003	Rp199.799.820.000,00
19	FUNCTION HALL	Jakarta Selatan	tanah merah	Borepile dia 60 panjang 12 m	Gedung Perkantoran				20,00	3,50	Atap baja	celcon	keramik	baja	Persegi panjang	210	February 2009	Rp15.620.000.000,00
20	THE PAKUBUWONO	Jakarta Selatan	tanah merah	Borepile dia 100, 120	Apartemen	106.952		4	122,50	3,50	Atap baja	celcon	marmer,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	720	Juni 2008	Rp375.000.000.000,00
21	DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2	Jakarta Pusat	tanah merah	Borepile dia 100	Gedung Perkantoran	4.325	4	1	70,00	3,50	Plat beton	celcon	granit	baja	Persegi panjang	88	Oktober 2007	Rp37.548.072.000,00

Lampiran 3 : (Lanjutan)

NO.	NAMA PROYEK	LOKASI PROYEK	DAYA DUKUNG TANAH	TIPE PONDASI	FUNGSI GEDUNG	LUAS TOTAL BANGUNAN	JUMLAH TINGKAT BANGUNAN	JUMLAH LANTAI BASEMENT	KETINGGIAN BANGUNAN	JARAK ANTAR LANTAI	TIPE ATAP	FINISHING GRADE			BENTUK BANGUNAN	DURASI PROYEK	TAHUN AKAN DIBANGUN	NILAI KONTRAK
												PENUTUP DINDING	PENUTUP LANTAI	STRUKTUR ATAP				
22	BINA GRAHA	Jakarta Pusat	tanah merah	Bore pile 25 cm	Gedung Perkantoran	2.910	2	-	10,50	3,50	Atap Baja	celcon	marmer,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	55	Oktober 2008	Rp75.739.267.000,00
23	KANTOR PERWAKILAN BPK-RI	Bengkulu	tanah merah	Tiang pancang uk. 20x20 cm	Gedung Perkantoran	3.574	3	-	17,00	4,25	Rangka Baja Ringan	aluminium composite panel	granit,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	180	August 2009	Rp25.425.000.000,00
24	DEPNAKERTRANS	Bekasi	tanah merah	Pondasi tapak 800 x 800	Gedung Perkantoran	2.910,00	3	-	10,50	3,50	Atap Baja	bata merah	keramik	baja	Persegi panjang	182	June 2009	Rp20.271.000.000,00
25	GRIYA NIAGA	Tangerang	tanah merah	Bore pile 100 cm	Gedung Perkantoran	19.527,00	15	2,00	10,50	3,50	Plat beton	celcon	granit	baja	Persegi panjang	270	May 2008	Rp121.852.500.000,00
26	KPP PRATAMA SERANG	Serang	tanah merah	Bore pile 50 cm	Gedung Perkantoran	4.104,85	5	-	17,50	3,50	ATAP KANOPI & ALUMINIUM COMPOSITE PANEL	bata merah	homogeneous tile	baja	Persegi panjang	120	August 2008	Rp11.077.500.000,00
27	GEDUNG DPP PPP	Jakarta Pusat	tanah merah	Pondasi Foot Plat Beton	Gedung Perkantoran	1698,78	3	-	9,50	3,20	Plat beton	celcon	keramik	baja	segi empat	150	Juny 2008	Rp8.268.000.000,00
28	BADAN PPSDM KESEHATAN DEPKES RI	Jakarta Selatan	tanah merah	Bore pile 120x60	Gedung Perkantoran	4392,77	6	-	12,00	4,00	Plat baja	celcon,aluminium composite panel	granit,homogeneous tile	baja	Persegi panjang	167	December 2008	Rp70.350.892.000,00
29	ANNEX TAHAP II	Jakarta Selatan	tanah merah	Pile cap	Gedung Perkantoran	5059,15	3	-	16,00	4,00	Atap Metal	aluminium composite panel	keramik	baja	Persegi panjang	200	May 2010	Rp31.968.000.000,00
30	LAB TEKNOGAS PPPTMGB LEMIGAS	Riau	tanah merah	Borepile dia 50	Gedung Perkantoran	Gd. A : 2863,11 Gd. B : 1517,89	Gd. A : 7 Gd. B : 4	-	24,50	3,50	Atap baja	bata merah	keramik	baja	Persegi panjang	150,00	September 2008	57.463.360.000,00
31	BAPELDES DEPKES TAHAP II	Jakarta Selatan	tanah merah	Borepile dia 50	Gedung Perkantoran	111.489	42	5	168,00	3,50	Plat beton	celcon	granit	baja	Persegi panjang	630	July 2006	Rp225.500.000.000,00
32	GRAHA ENERGI	Jakarta Pusat	tanah merah	Borepile dia 50	Gedung Perkantoran	4.850	5	3	17,50	3,50	Atap baja	celcon	homogeneous tile	baja	Persegi panjang	540	September 2007	Rp129.927.000.000,00
33	DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN	Jakarta Pusat	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	16.800	12	-	56,00	4,00	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	125	2011	Rp84.267.990.000,00
34	MENKOKESRA	Jakarta Pusat	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	5.959	7	-	26,25	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	366	2009	Rp79.909.090.909,09
35	BAPELDES BATAM GEDUNG A	Batam	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	3.405	4	-	15,00	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	366	2010	Rp45.662.337.662,34
36	BAPELDES BATAM GEDUNG B	Batam	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	7.964	3	-	11,25	3,75	rangka baja	celcon	keramik	baja	segi empat	93	2012	Rp62.055.020.909,00
37	PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG	Bandung	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	7.200	8	-	34,00	3,90	dak beton	aluminium composite panel	keramik	baja	segi empat	397	2011	Rp86.573.842.727,28
38	GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA	Jakarta	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	6.810	8	-	30,00	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	366	2011	Rp91.324.675.324,68
39	BAPELDES BATAM GEDUNG C	Batam	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	5.004	4	-	15,00	3,75	dak beton	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	36	2011	Rp43.742.809.762,00
40	KANTOR GEDUNG ARSIP BLOK B&D	Jakarta Barat	tanah merah	bore pile	Gedung Perkantoran	3.450	3	-	12,75	4,25	rangka baja	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	366	2009	Rp25.420.943.293,32
41	KANTOR BPK RI BENGKULU	Bengkulu	tanah merah	tiang pancang	Gedung Perkantoran	3.009	3	-	12,00	4,00	rangka baja	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	366	2009	Rp23.804.559.039,58
42	KANTOR BPK RI BANGKA BELITUNG	Belitung	tanah merah	borepile	Gedung Perkantoran	3.009	3	-	12,00	4,00	rangka baja	celcon	homogeneous tile	baja	segi empat	366	2009	Rp23.804.559.039,58



**LAMPIRAN 4**  
**OUTPUT ANALISA DESKRIPTIF**

Lampiran 4 : (Output Analisa Deskriptif)

Statistics

		Luas Bangunan	Lapis Bangunan	Jumlah_Basement	Ketinggian_Bangunan	Jarak_Antar_Lantai	Durasi Proyek	Nilai Kontrak
N	Valid	26	26	26	26	26	26	26
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		16672,1154	9,08	1,04	38,5462	3,7135	268,65	68253087929,4231
Std. Deviation		24336,89335	9,376	1,949	45,92722	,31450	159,254	62254973205,38140
Range		109790,00	39	8	200,05	1,05	594	277373813290,00
Minimum		1699,00	3	0	10,50	3,20	36	7945524844,00
Maximum		111489,00	42	8	210,55	4,25	630	285319338134,00

## Frequency Table

Luas_Bangunan		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1699,00	1	3,8	3,8	3,8
	3405,00	1	3,8	3,8	7,7
	3450,00	1	3,8	3,8	11,5
	3574,00	1	3,8	3,8	15,4
	3672,00	1	3,8	3,8	19,2
	4325,00	1	3,8	3,8	23,1
	4393,00	1	3,8	3,8	26,9
	5004,00	1	3,8	3,8	30,8
	5020,00	1	3,8	3,8	34,6
	5959,00	1	3,8	3,8	38,5
	6690,00	1	3,8	3,8	42,3
	6745,00	1	3,8	3,8	46,2
	6810,00	1	3,8	3,8	50,0
	7429,00	1	3,8	3,8	53,8
	7671,00	1	3,8	3,8	57,7
	7964,00	1	3,8	3,8	61,5
	9633,00	1	3,8	3,8	65,4
	11838,00	1	3,8	3,8	69,2
	13549,00	1	3,8	3,8	73,1
	16800,00	2	7,7	7,7	80,8
	19527,00	1	3,8	3,8	84,6
	41681,00	1	3,8	3,8	88,5
	45673,00	1	3,8	3,8	92,3
	62675,00	1	3,8	3,8	96,2
	111489,00	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

## Lapis\_Bangunan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	4	15,4	15,4	15,4
	4	6	23,1	23,1	38,5
	5	3	11,5	11,5	50,0
	6	1	3,8	3,8	53,8
	7	3	11,5	11,5	65,4
	8	2	7,7	7,7	73,1
	9	1	3,8	3,8	76,9
	10	1	3,8	3,8	80,8
	12	1	3,8	3,8	84,6
	15	1	3,8	3,8	88,5
	22	1	3,8	3,8	92,3
	32	1	3,8	3,8	96,2
	42	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

## Jumlah\_Basement

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	17	65,4	65,4	65,4
	1	3	11,5	11,5	76,9
	2	1	3,8	3,8	80,8
	3	3	11,5	11,5	92,3
	5	1	3,8	3,8	96,2
	8	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

Ketinggian_Bangunan					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	10,50	1	3,8	3,8	3,8
	11,25	1	3,8	3,8	7,7
	12,00	2	7,7	7,7	15,4
	12,75	1	3,8	3,8	19,2
	12,80	1	3,8	3,8	23,1
	15,00	2	7,7	7,7	30,8
	16,00	1	3,8	3,8	34,6
	17,50	1	3,8	3,8	38,5
	19,00	1	3,8	3,8	42,3
	21,50	1	3,8	3,8	46,2
	23,10	1	3,8	3,8	50,0
	24,00	2	7,7	7,7	57,7
	26,25	1	3,8	3,8	61,5
	28,00	1	3,8	3,8	65,4
	30,00	1	3,8	3,8	69,2
	33,00	1	3,8	3,8	73,1
	34,00	1	3,8	3,8	76,9
	35,00	1	3,8	3,8	80,8
	56,00	2	7,7	7,7	88,5
	119,00	1	3,8	3,8	92,3
128,00	1	3,8	3,8	96,2	
210,55	1	3,8	3,8	100,0	
Total		26	100,0	100,0	

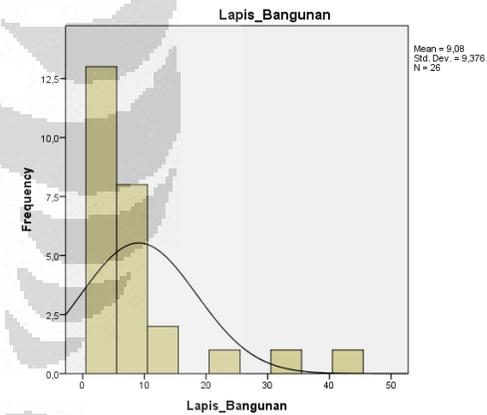
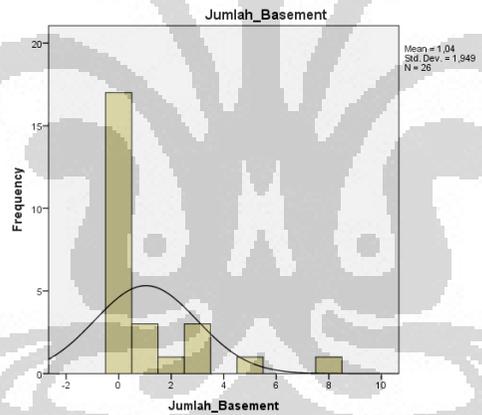
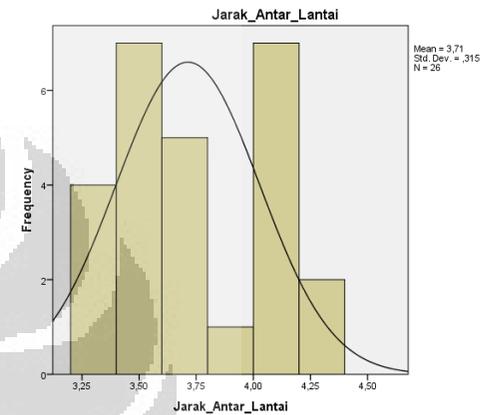
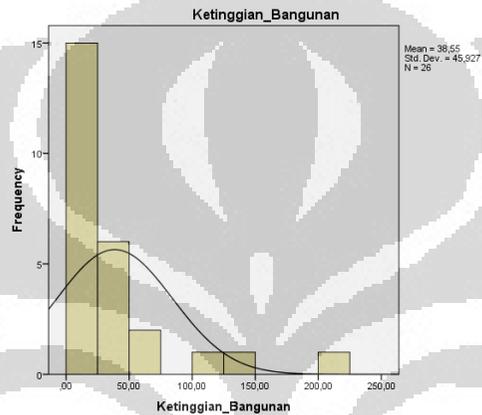
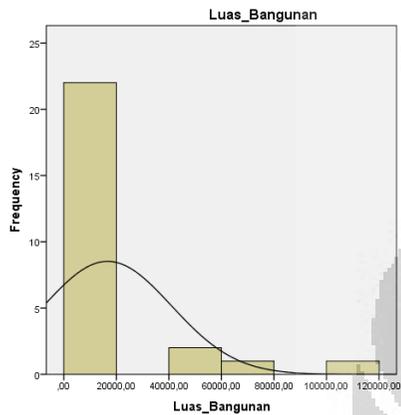
Jarak\_Antar\_Lantai

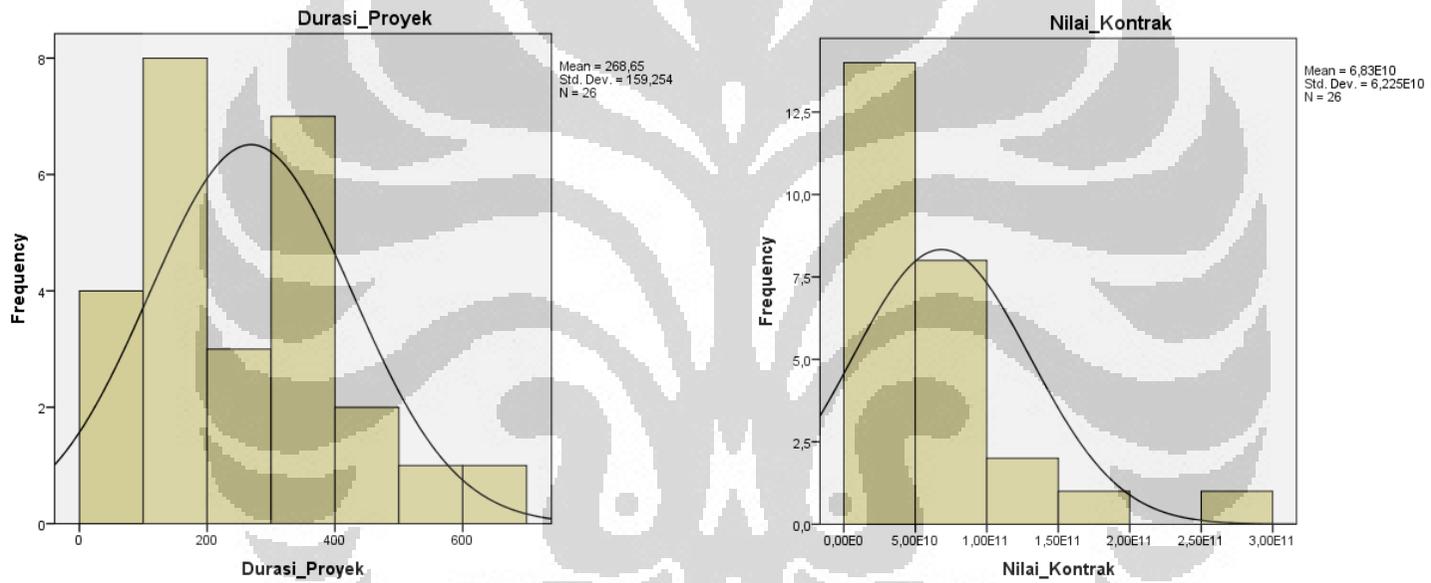
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3,20	3	11,5	11,5	11,5
	3,30	1	3,8	3,8	15,4
	3,50	7	26,9	26,9	42,3
	3,75	5	19,2	19,2	61,5
	3,90	1	3,8	3,8	65,4
	4,00	7	26,9	26,9	92,3
	4,25	2	7,7	7,7	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

Durasi_Projek					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	36	1	3,8	3,8	3,8
	67	1	3,8	3,8	7,7
	88	1	3,8	3,8	11,5
	93	1	3,8	3,8	15,4
	115	1	3,8	3,8	19,2
	118	1	3,8	3,8	23,1
	125	1	3,8	3,8	26,9
	150	1	3,8	3,8	30,8
	180	2	7,7	7,7	38,5
	182	1	3,8	3,8	42,3
	184	1	3,8	3,8	46,2
	225	1	3,8	3,8	50,0
	250	1	3,8	3,8	53,8
	270	1	3,8	3,8	57,7
	365	1	3,8	3,8	61,5
	366	4	15,4	15,4	76,9
	392	1	3,8	3,8	80,8
	397	1	3,8	3,8	84,6
	454	1	3,8	3,8	88,5
	480	1	3,8	3,8	92,3
	540	1	3,8	3,8	96,2
	630	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

Nilai_Kontrak		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	7945524844,00	1	3,8	3,8	3,8
	9719678658,00	1	3,8	3,8	7,7
	15662142019,00	1	3,8	3,8	11,5
	19248418264,00	1	3,8	3,8	15,4
	21796392750,00	1	3,8	3,8	19,2
	21919756171,00	1	3,8	3,8	23,1
	22406484981,00	1	3,8	3,8	26,9
	25393376246,00	1	3,8	3,8	30,8
	2625000000,00	1	3,8	3,8	34,6
	26403021339,00	1	3,8	3,8	38,5
	35840694894,00	1	3,8	3,8	42,3
	44163808635,00	1	3,8	3,8	46,2
	48448277302,00	1	3,8	3,8	50,0
	48671747985,00	1	3,8	3,8	53,8
	62055020909,00	1	3,8	3,8	57,7
	69470231945,00	1	3,8	3,8	61,5
	85675665824,00	1	3,8	3,8	65,4
	86399149068,00	1	3,8	3,8	69,2
	86766932056,00	1	3,8	3,8	73,1
	88041285423,00	1	3,8	3,8	76,9
	92320849410,00	1	3,8	3,8	80,8
	94405895833,00	1	3,8	3,8	84,6
	138752181456,00	1	3,8	3,8	88,5
	141171604397,00	1	3,8	3,8	92,3
	170332807622,00	1	3,8	3,8	96,2
	285319338134,00	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

Lampiran 4 : (Lanjutan)





Statistics

		Lokasi Proyek	Jenis Tanah	Tipe Pondasi	Fungsi Gedung	Struktur Atap	Penutup Dinding	Penutup Lantai	Bentuk_Bangunan	Lingkup_Pekerjaan
N	Valid	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Frequency Table

Lokasi\_Proyek

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Bengkulu	2	7,7	7,7	7,7
	Batam	3	11,5	11,5	19,2
	Jakarta	15	57,7	57,7	76,9
	Bandung	3	11,5	11,5	88,5
	Tangerang	2	7,7	7,7	96,2
	Bekasi	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

Jenis\_Tanah

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tanah Merah	26	100,0	100,0	100,0

Tipe\_Pondasi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tiang Pancang	6	23,1	23,1	23,1
	Bore Pile	18	69,2	69,2	92,3
	Pile Cap	1	3,8	3,8	96,2
	Foot Plat	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

## Fungsi\_Gedung

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Gedung Perkantoran	26	100,0	100,0	100,0

## Struktur\_Atap

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Rangka Baja	15	57,7	57,7	57,7
	Dak Beton	11	42,3	42,3	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

## Penutup\_Dinding

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kelas 1	2	7,7	7,7	7,7
	Kelas 2	18	69,2	69,2	76,9
	Kelas 3	6	23,1	23,1	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

## Penutup\_Lantai

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kelas 1	7	26,9	26,9	26,9
	Kelas 2	12	46,2	46,2	73,1
	Kelas 3	7	26,9	26,9	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

## Bentuk\_Bangunan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Segi Empat	26	100,0	100,0	100,0

## Lingkup\_Pekerjaan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	struktur,arsitektur,ME,landscape	3	11,5	11,5	11,5
	struktur,arsitektur,ME	13	50,0	50,0	61,5
	pondasi,struktur	1	3,8	3,8	65,4
	struktur,arsitektur	5	19,2	19,2	84,6
	pondasi,struktur,arsitektur,ME	2	7,7	7,7	92,3
	arsitektur,ME,interior	1	3,8	3,8	96,2
	struktur,arsitektur,hydrant,plumbing	1	3,8	3,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0	



**LAMPIRAN 5**  
**OUTPUT ANALISA KORELASI**

Lampiran 5 : Output Analisa Korelasi

		Jenis_Tanah	Tipe_Pondasi	Fungsi_Gedung	Luas_Bangunan	Lapis_Bangunan	Jumlah_Basement	Ketinggian_Bangunan	Jarak_Antar_Lantai	Struktur_Atap	Penutup_Dinding	Penutup_Lantai	Bentuk_Bangunan	Lingkup_Pekerjaan	Durasi_Proyek	Nilai_Kontrak
Jenis_Tanah	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22
Tipe_Pondasi	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	1 22	. <sup>a</sup> 22	0,139126412 0,536915325 22	0,178404631 0,426991481 22	-0,104072759 0,64486632 22	0,178789235 0,425979118 22	-0,064184315 0,77658616 22	0,401869018 0,06374629 22	-0,013921151 0,950971193 22	-0,153130037 0,496284146 22	. <sup>a</sup> 22	-0,246224938 0,269333394 22	-0,049958724 0,825258746 22	0,087208811 0,699566738 22
Fungsi_Gedung	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	1 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22							
Luas_Bangunan	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	0,139126412 0,536915325 22	. <sup>a</sup> 22	1 22	8,86123E-08 22	0,311675315 0,157945934 22	0,933 2,32429E-10 22	-0,097072208 0,667378149 22	0,033657087 0,881796385 22	-0,070458737 0,755361763 22	-0,198995619 0,374639797 22	. <sup>a</sup> 22	0,255827395 0,250496435 22	0,04487886 0,04487886 22	4,7117E-05 4,7117E-05 22
Lapis_Bangunan	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	0,178404631 0,426991481 22	. <sup>a</sup> 22	8,86123E-08 22	1 22	0,0360122 0,873587338 22	0,978 3,76808E-15 22	-0,06933978 0,759134856 22	0,281160265 0,204963581 22	-0,116406231 0,605936547 22	-0,241905641 0,278091072 22	. <sup>a</sup> 22	0,260589692 0,241477477 22	0,501 0,017471671 22	0,605 0,002833921 22
Jumlah_Basement	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	-0,104072759 0,64486632 22	. <sup>a</sup> 22	0,311675315 0,157945934 22	0,0360122 0,873587338 22	1 22	0,058838607 0,79479189 22	-0,076549282 0,734920927 22	-0,188259671 0,401462025 22	0,214732524 0,33723065 22	-0,079381925 0,725471918 22	. <sup>a</sup> 22	0,340183483 0,121361466 22	-0,219610961 0,326101222 22	0,260956859 0,240791003 22
Ketinggian_Bangunan	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	0,178789235 0,425979118 22	. <sup>a</sup> 22	0,311675315 2,32429E-10 22	0,978 3,76808E-15 22	0,058838607 0,79479189 22	1 22	-0,057624426 0,798941766 22	0,200745581 0,370367036 22	-0,116040717 0,607076206 22	-0,200195407 0,371707336 22	. <sup>a</sup> 22	0,212535053 0,342316504 22	0,495 0,019137438 22	0,667 0,000690766 22
Jarak_Antar_Lantai	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	-0,064184315 0,77658616 22	. <sup>a</sup> 22	-0,097072208 0,667378149 22	-0,06933978 0,759134856 22	-0,076549282 0,734920927 22	-0,057624426 0,798941766 22	1 22	-0,259330269 0,243841807 22	0,040009794 0,30956607 22	0,227047307 0,30956607 22	. <sup>a</sup> 22	0,047855589 0,047855589 22	0,426 0,49844671 22	0,048948007 0,828742817 22
Struktur_Atap	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	0,401869018 0,06374629 22	. <sup>a</sup> 22	0,033657087 0,881796385 22	0,281160265 0,204963581 22	-0,188259671 0,401462025 22	0,200745581 0,370367036 22	-0,259330269 0,243841807 22	1 22	-0,288675135 0,192602958 22	-0,070563823 0,75500769 22	. <sup>a</sup> 22	-0,062520355 0,78224141 22	0,092140337 0,683406624 22	0,22874021 0,305874585 22
Penutup_Dinding	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	-0,013921151 0,950971193 22	. <sup>a</sup> 22	-0,070458737 0,755361763 22	-0,116406231 0,605936547 22	0,214732524 0,33723065 22	-0,116040717 0,607076206 22	0,441 0,040009794 22	-0,288675135 0,192602958 22	1 22	0,000353927 0,000353927 22	. <sup>a</sup> 22	0,06768027 0,764740414 22	0,13019885 0,563596981 22	0,070019437 0,756842434 22
Penutup_Lantai	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	-0,153130037 0,496284146 22	. <sup>a</sup> 22	-0,198995619 0,374639797 22	-0,241905641 0,278091072 22	-0,079381925 0,725471918 22	-0,200195407 0,371707336 22	0,227047307 0,30956607 22	-0,070563823 0,75500769 22	0,000353927 0,000353927 22	1 22	. <sup>a</sup> 22	-0,044116753 0,845438676 22	0,176529227 0,431946459 22	0,093640986 0,678515212 22
Bentuk_Bangunan	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22	. <sup>a</sup> 22
Lingkup_Pekerjaan	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	-0,246224938 0,269333394 22	. <sup>a</sup> 22	0,255827395 0,250496435 22	0,260589692 0,241477477 22	0,340183483 0,121361466 22	0,212535053 0,342316504 22	-0,426 0,047855589 22	-0,062520355 0,78224141 22	0,06768027 0,764740414 22	-0,044116753 0,845438676 22	. <sup>a</sup> 22	0,089837743 0,690935846 22	0,089837743 0,690935846 22	0,072085205 0,749886964 22
Durasi_Proyek	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	-0,049958724 0,825258746 22	. <sup>a</sup> 22	0,04487886 0,04487886 22	0,501 0,017471671 22	-0,219610961 0,326101222 22	0,495 0,019137438 22	0,152371074 0,49844671 22	0,092140337 0,683406624 22	0,13019885 0,563596981 22	0,176529227 0,431946459 22	. <sup>a</sup> 22	0,089837743 0,690935846 22	0,089837743 0,690935846 22	0,509 0,015628036 22
Nilai_Kontrak	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	. <sup>a</sup> 22	0,087208811 0,699566738 22	. <sup>a</sup> 22	4,7117E-05 0,002833921 22	0,605 0,002833921 22	0,260956859 0,240791003 22	0,667 0,000690766 22	-0,048948007 0,828742817 22	0,22874021 0,305874585 22	0,070019437 0,756842434 22	0,093640986 0,678515212 22	. <sup>a</sup> 22	0,072085205 0,749886964 22	0,509 0,015628036 22	1 22

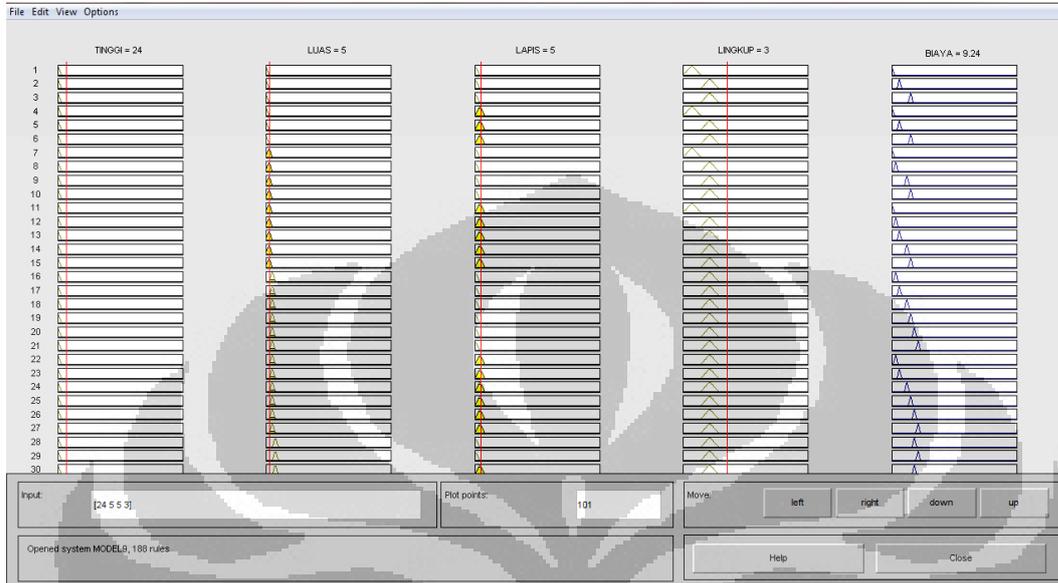
\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).  
 \* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).  
 a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.



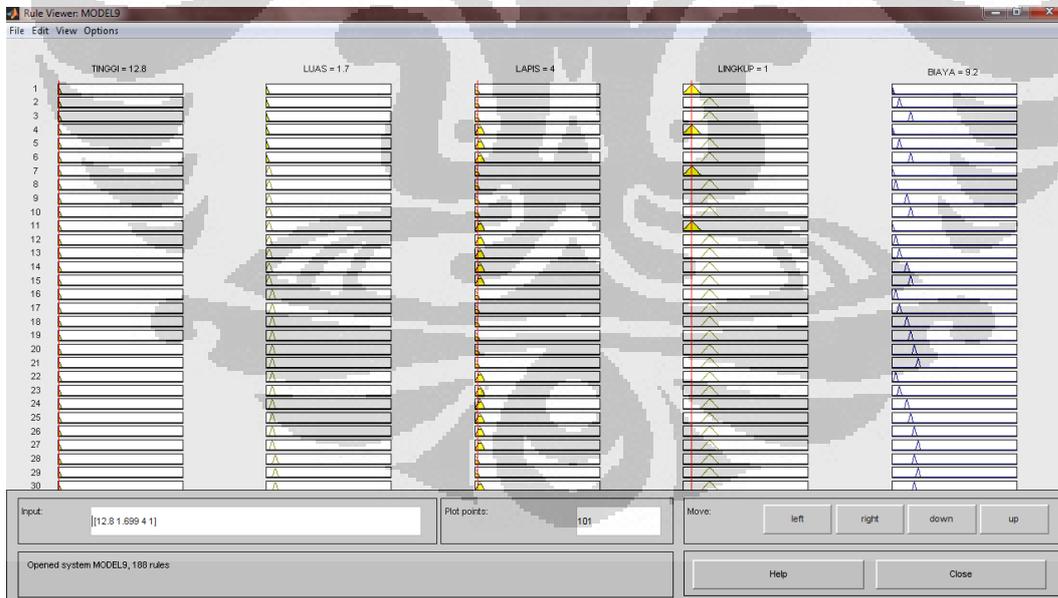
**LAMPIRAN 6**  
**ANALISA FUZZY MATLAB**

DATA PEMBENTUK MODEL

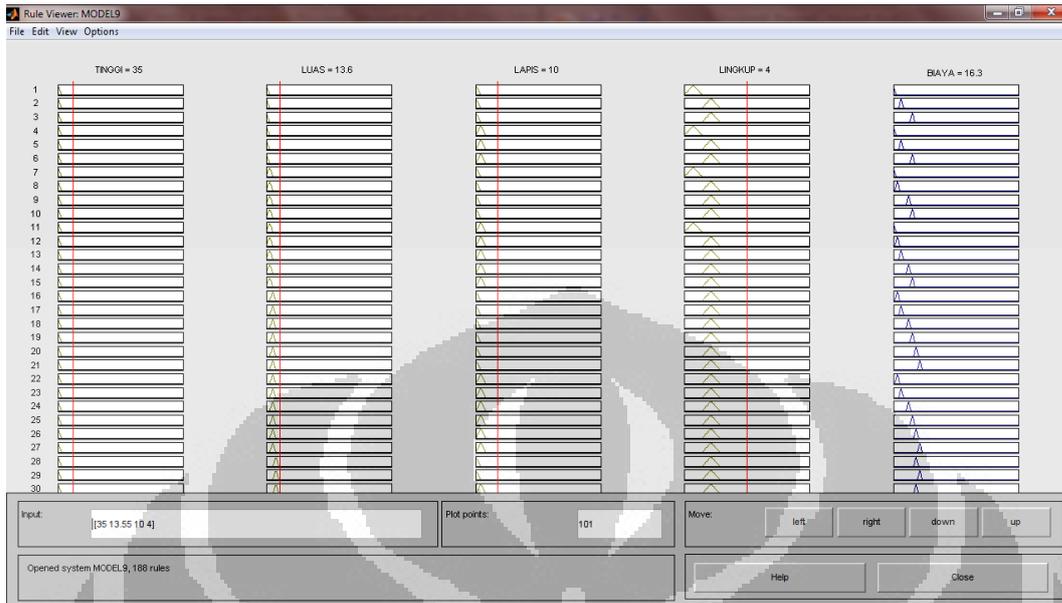
1. GEDUNG KANTOR BANK SAUDARA



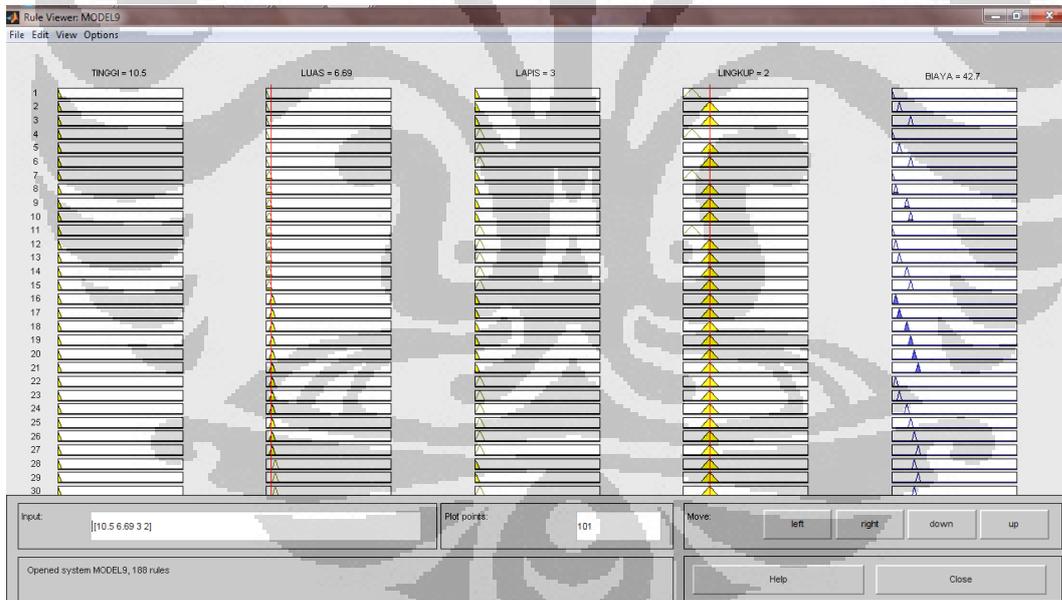
2. GEDUNG DPP PPP



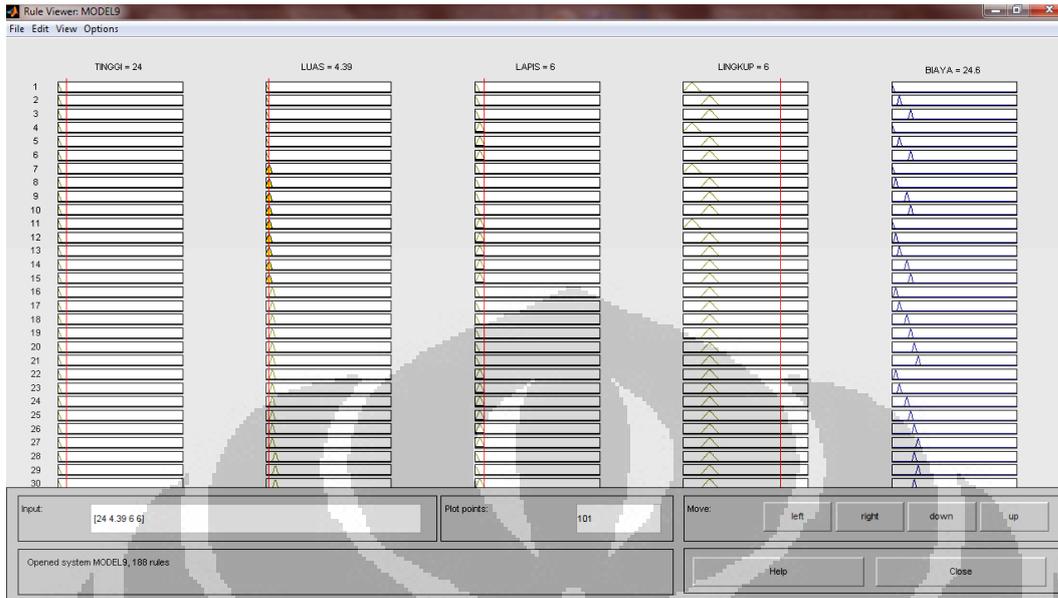
### 3. PERKANTORAN KRAMAT



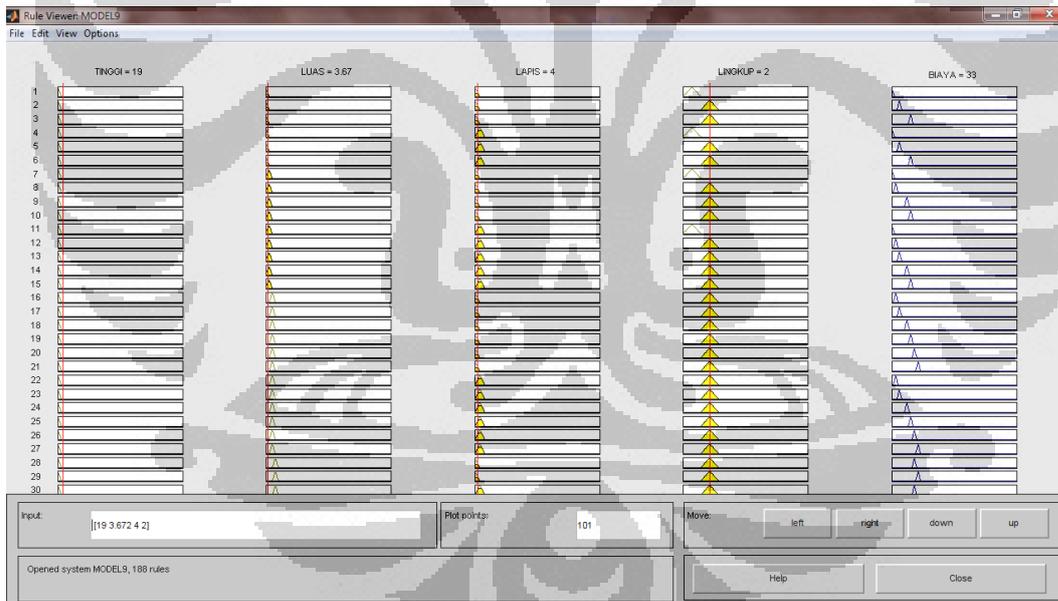
### 4. DEPNAKERTRANS



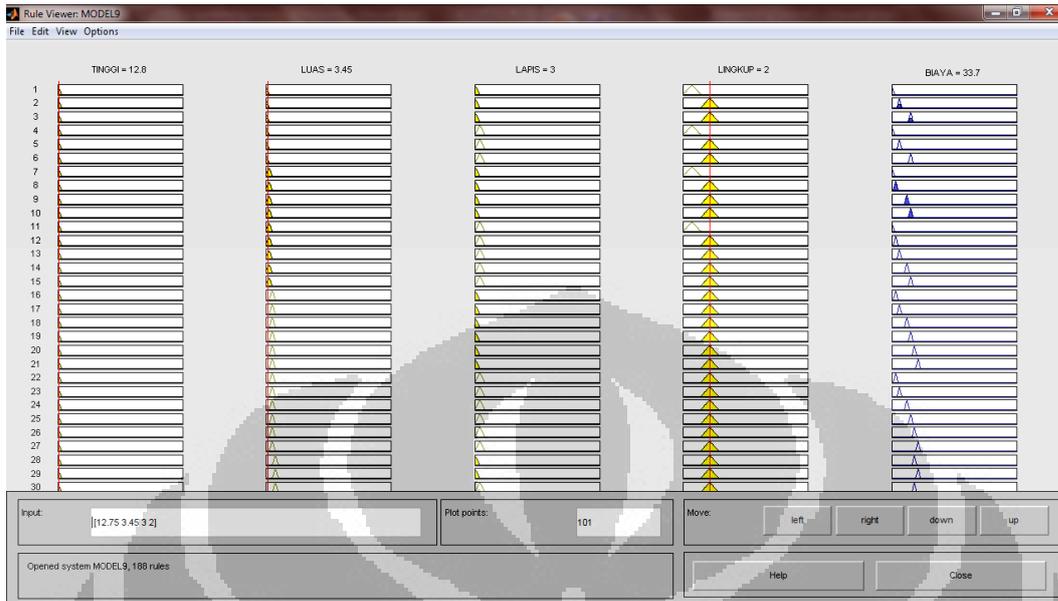
5. ANNEX TAHAP 2



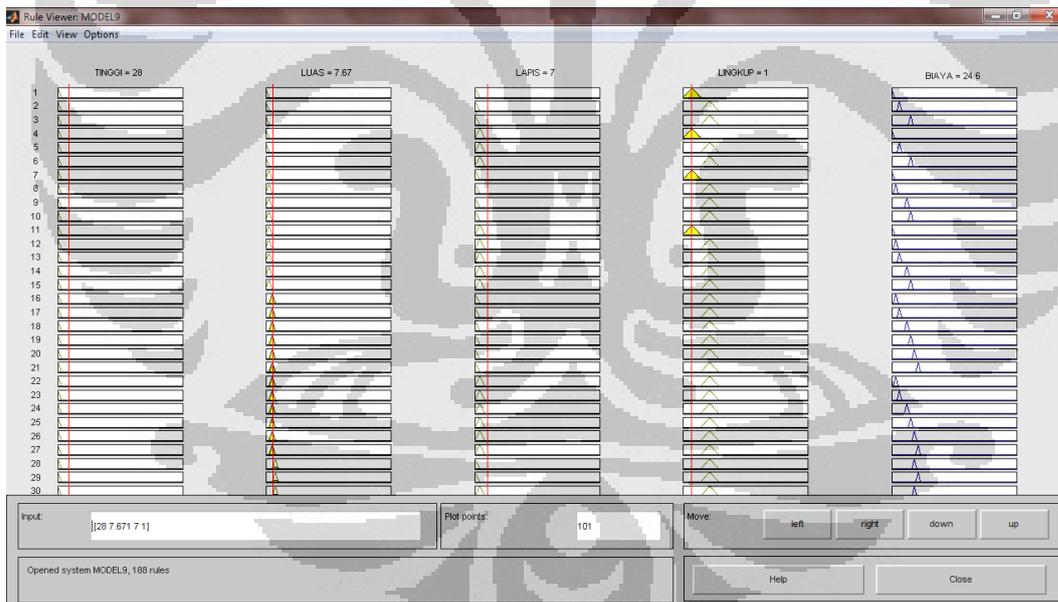
6. BIOFARMA



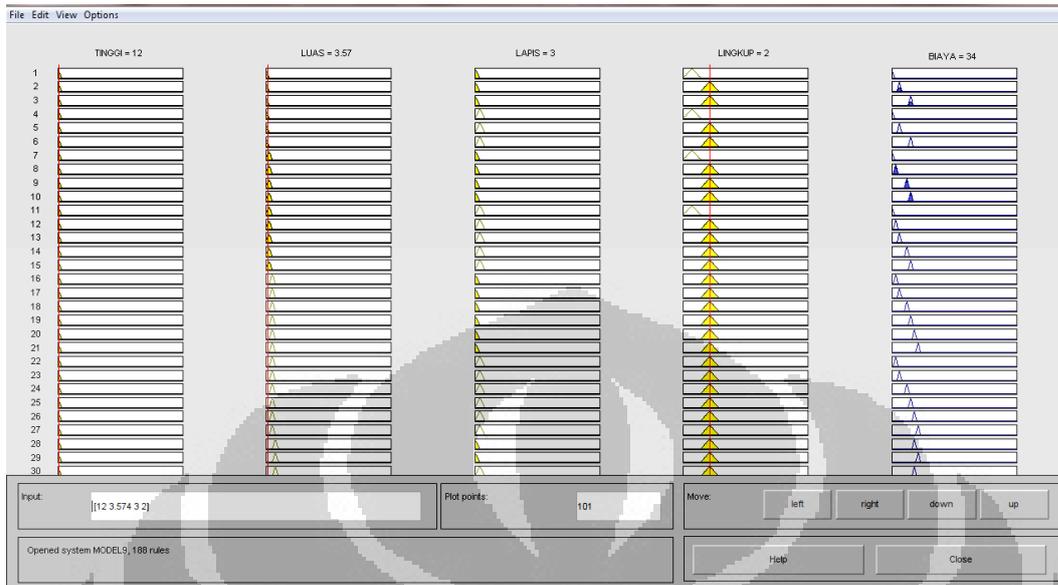
7. KANTOR BPK RI BENGKULU



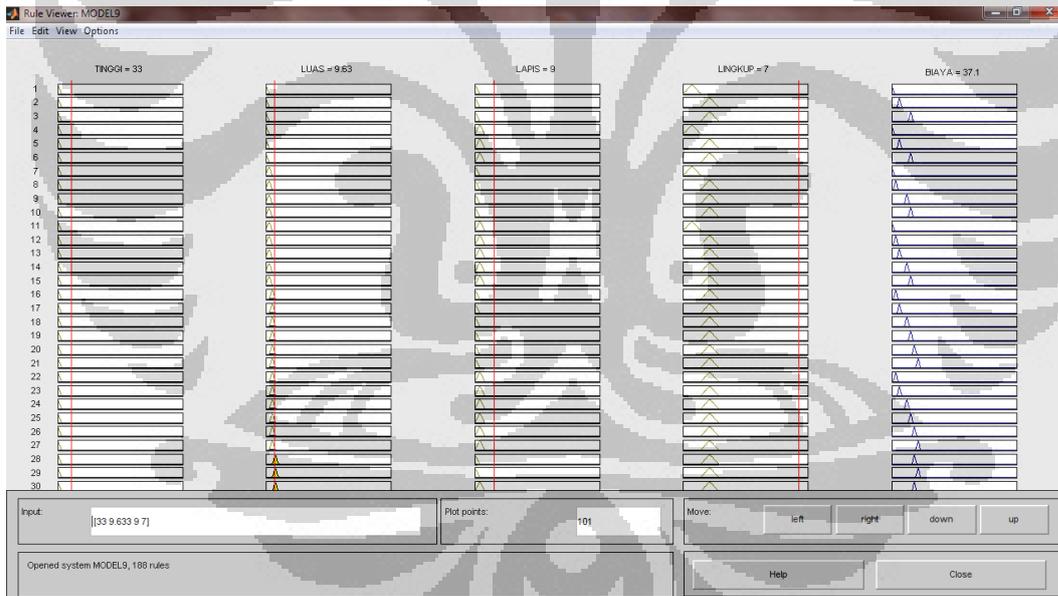
8. GEDUNG KANTOR BEA DAN CUKAI



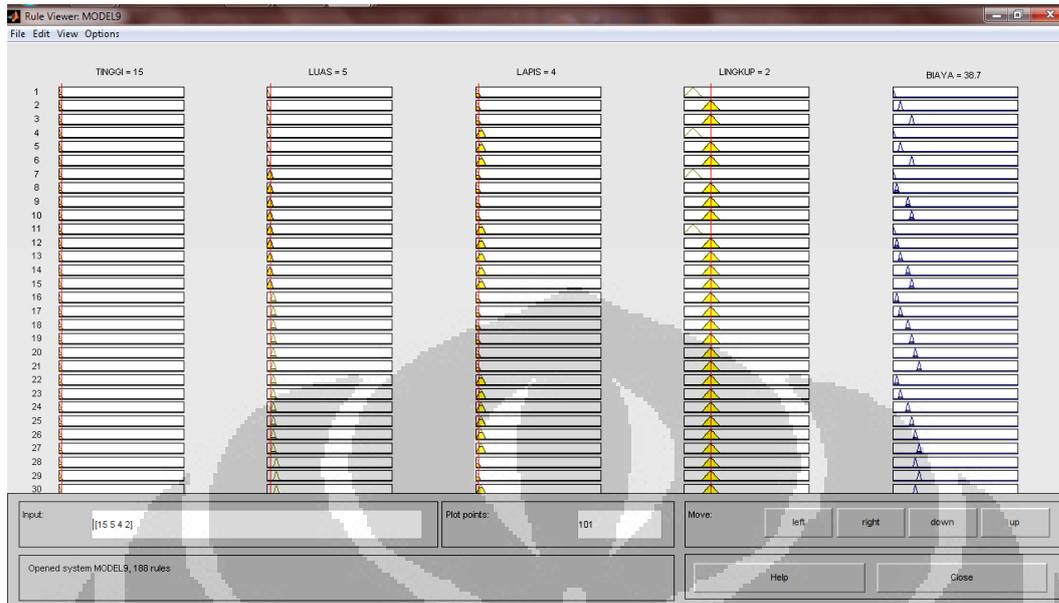
9. KANTOR PERWAKILAN BPK-RI



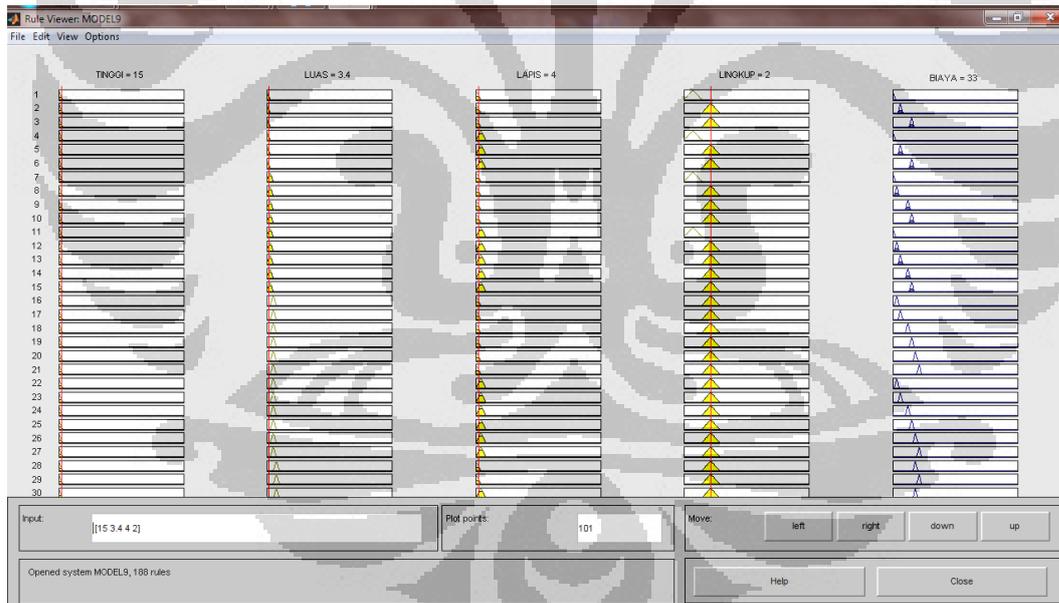
10. MENARA TOP FOOD ALAM SUTRA



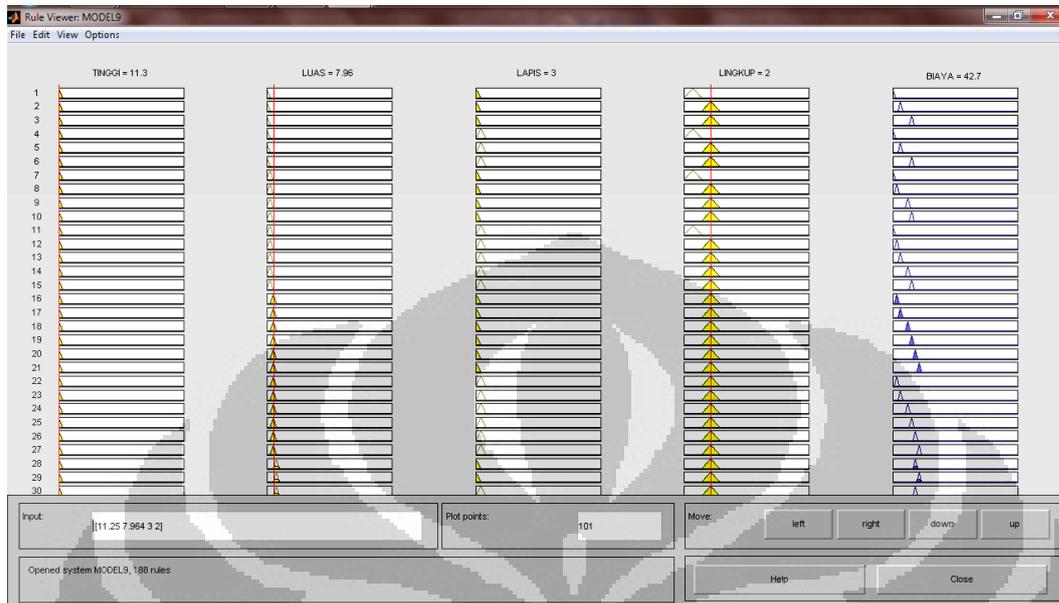
11. KANTOR GEDUNG ARDIP BLOK B&D



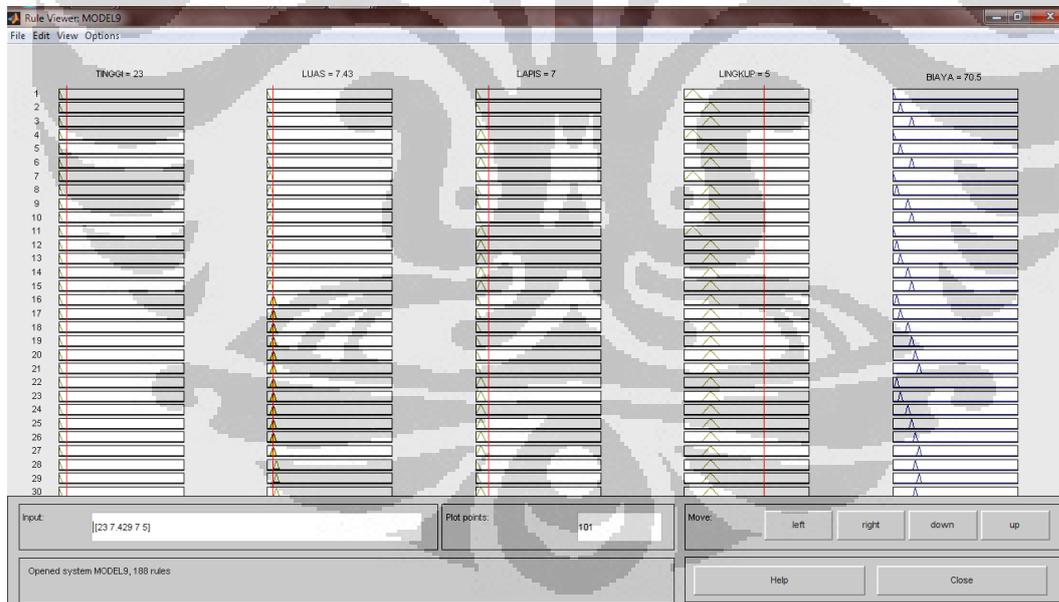
12. BAPELKES BATAM GEDUNG B



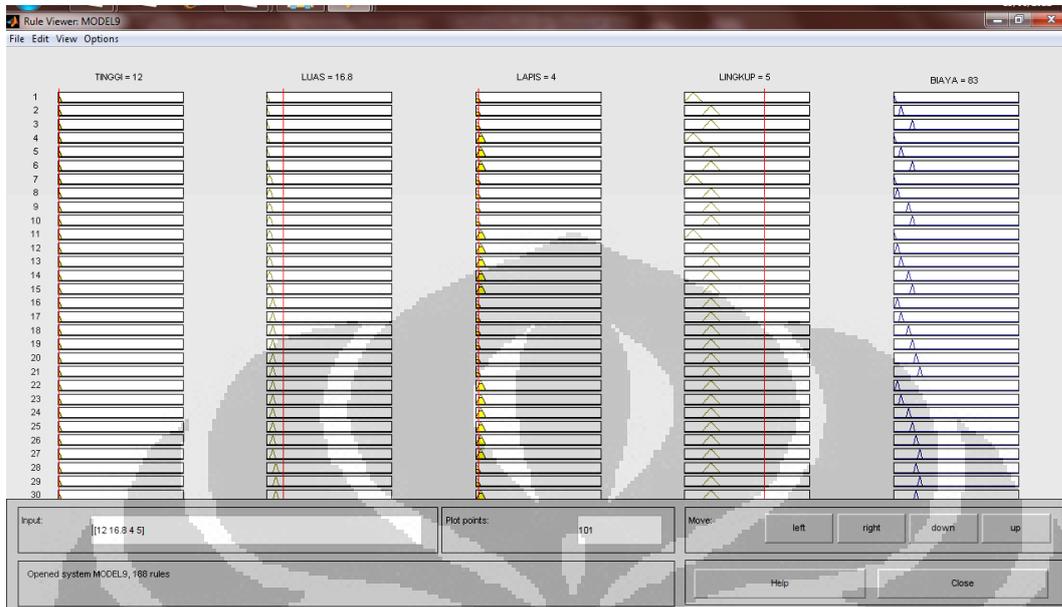
13. PEMBANGUNAN KOMPLEK PERKANTORAN PEMERINTAHAN  
KABUPATEN BANDUNG BARAT



14. KANTOR LEMBAGA ADMINISTRASI NEGARA



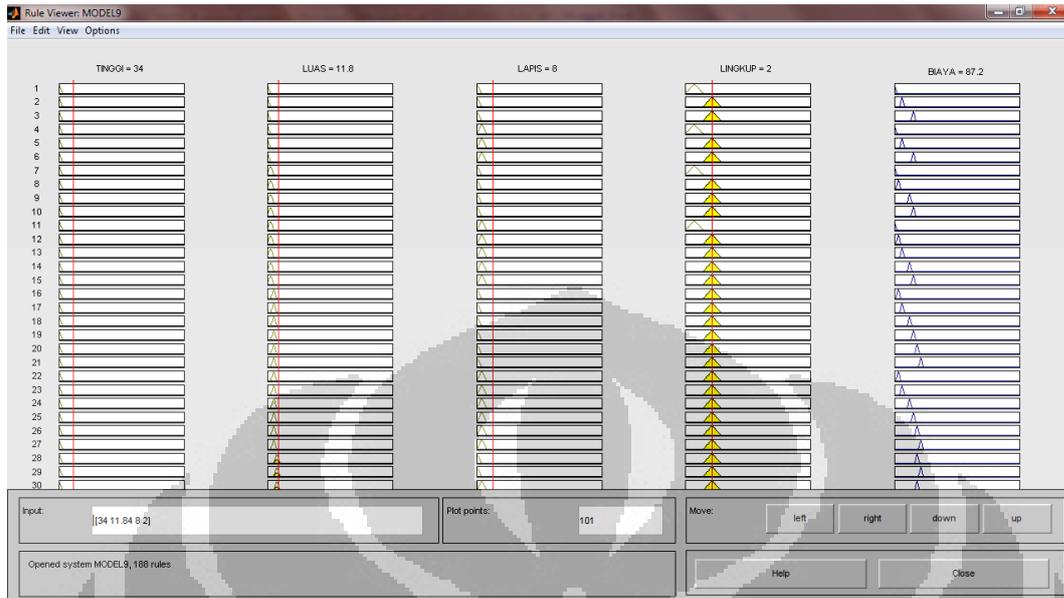
15. KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KESEJAHTERAAN MASYARAKAT



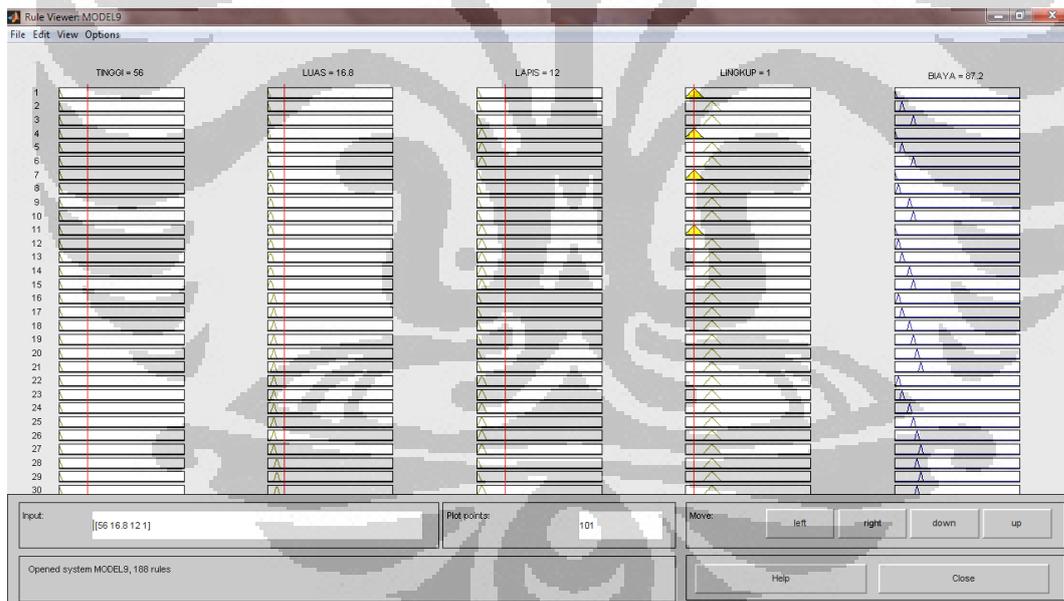
16. BAPELKES BATAM GEDUNG A



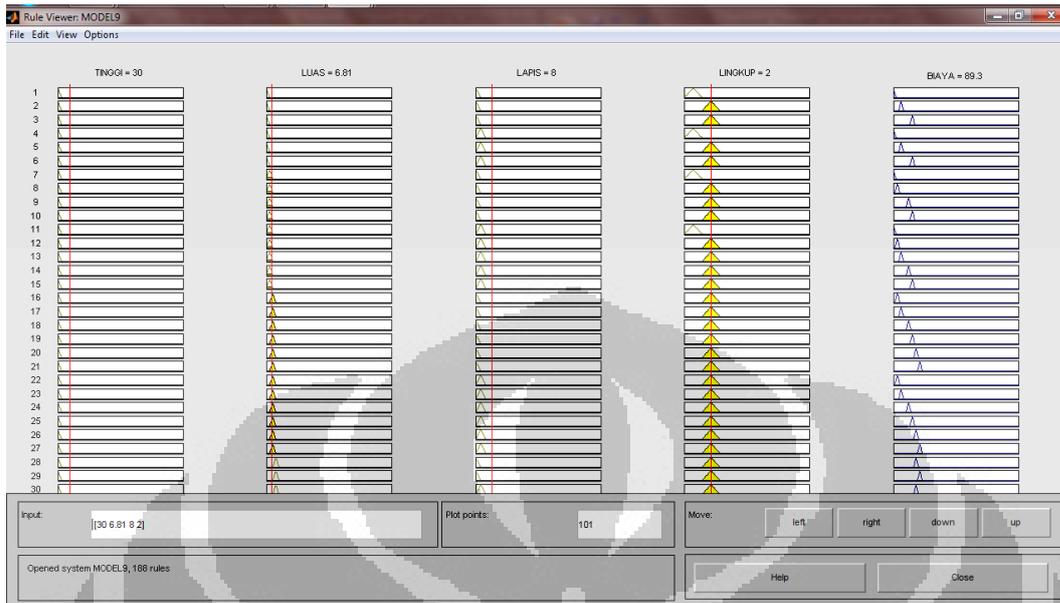
17. GEDUNG KANTOR DINAS KESEHATAN PROVINSI DKI JAKARTA



18. MENKOKESRA



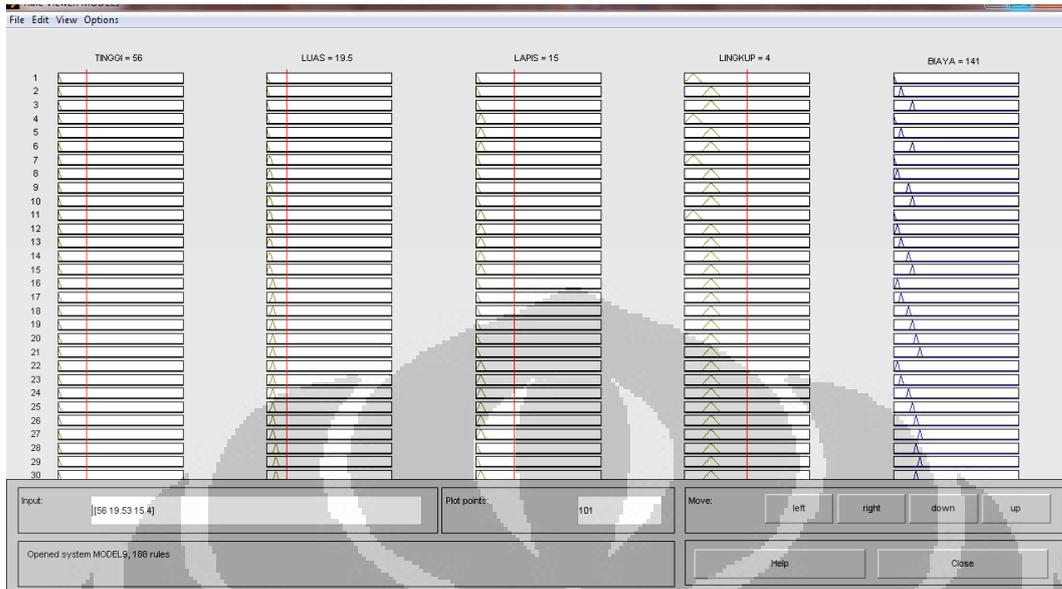
19. BAPELKES BATAM GEDUNG C



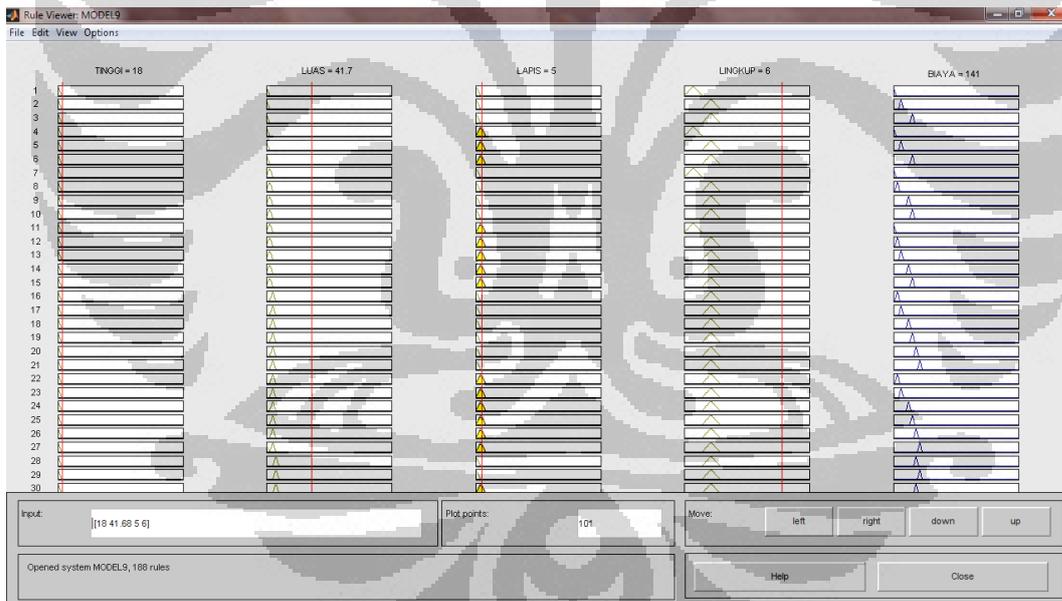
20. MENARA MERDEKA



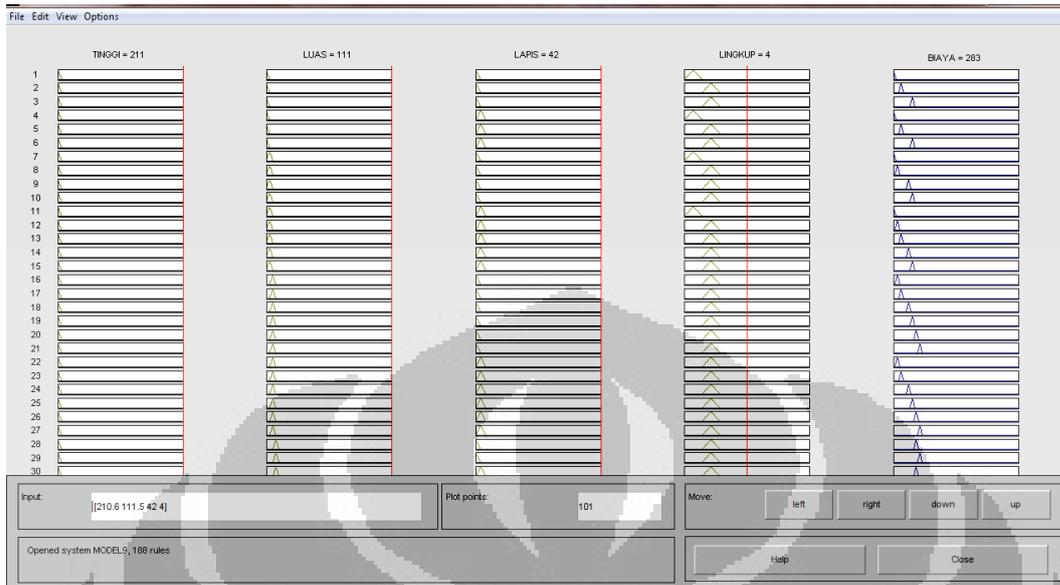
21. GRIYA NIAGA



22. DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN

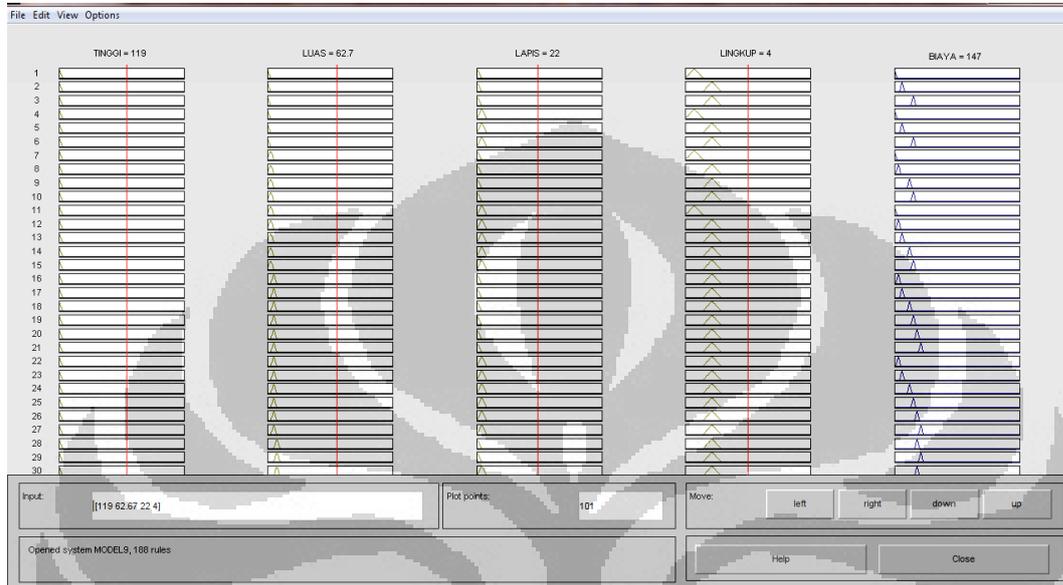


23. GRAHA ENERGI

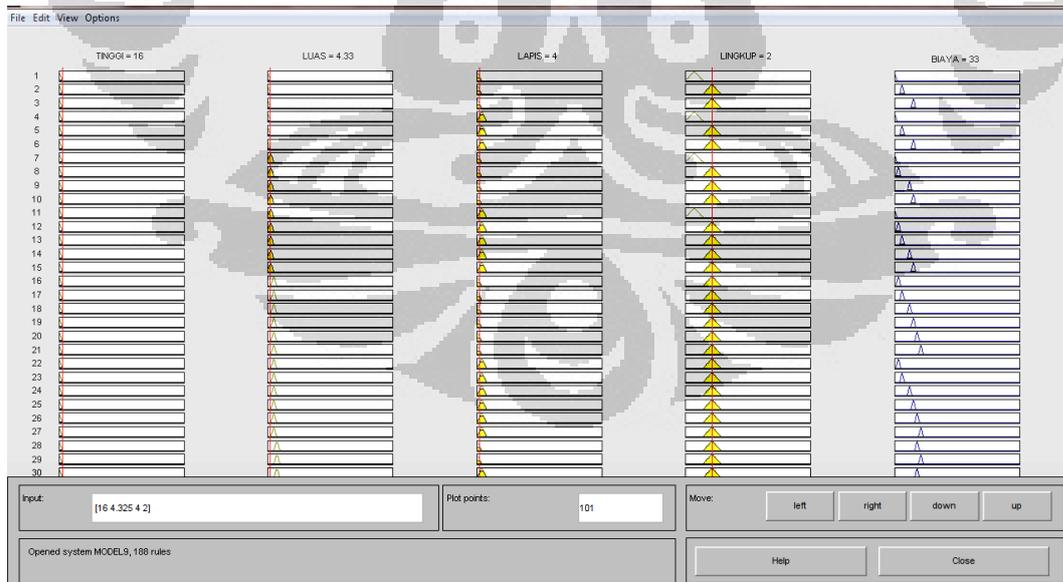


DATA UJI VALIDASI

1. THE CONVERGENCE INDONESIA



2. DEPARTEMEN KEUANGAN TOWER 2





**LAMPIRAN 7**  
**IF-THEN RULES IDENTIFICATION PADA FUZZY LOGIC**

1. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
2. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
3. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
4. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
5. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
6. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
7. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
8. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
9. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
10. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
11. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
12. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
13. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
14. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
15. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)

16. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
17. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
18. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
19. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
20. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf7) (1)
21. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf8) (1)
22. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
23. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
24. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
25. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
26. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf7) (1)
27. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf8) (1)
28. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf7) (1)
29. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf8) (1)
30. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf7) (1)

31. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf8) (1)
32. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf10) (1)
33. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf10) (1)
34. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf10) (1)
35. If (TINGGI is A) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf10) (1)
36. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
37. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
38. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
39. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
40. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
41. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
42. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
43. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
44. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
45. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf15) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf17) (1)

46. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf15) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf17) (1)
47. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf16) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf17) (1)
48. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf16) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf17) (1)
49. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
50. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
51. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
52. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
53. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf1) (1)
54. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
55. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
56. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
57. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
58. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
59. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
60. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
61. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)

62. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
63. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
64. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
65. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is A) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
66. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
67. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
68. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf5) (1)
69. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
70. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
71. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
72. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
73. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
74. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
75. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
76. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
77. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)

78. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
79. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
80. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
81. If (TINGGI is B) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
82. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
83. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf1) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
84. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
85. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
86. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
87. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)
88. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
89. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
90. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
91. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
92. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
93. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is F) then (BIAYA is mf3) (1)

94. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
95. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
96. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
97. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
98. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf3) (1)
99. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is B) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
100. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf3) (1)
101. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
102. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
103. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf2) (1)
104. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf6) (1)
105. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is C) then (BIAYA is mf1) (1)
106. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
107. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
108. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf3) (1)
109. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)

110. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
111. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
112. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
113. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf3) (1)
114. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
115. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is C) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
116. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf3) (1)
117. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
118. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
119. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf8) (1)
120. If (TINGGI is C) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is E) then (BIAYA is mf9) (1)
121. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
122. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf2) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
123. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
124. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf4) (1)
125. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf5) (1)

126. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
127. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf4) (1)
128. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf3) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf5) (1)
129. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
130. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
131. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf4) (1)
132. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf5) (1)
133. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
134. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
135. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf4) (1)
136. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf4) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is G) then (BIAYA is mf5) (1)
137. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf5) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
138. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf5) and (LAPIS is D) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
139. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf5) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf10) (1)
140. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf5) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is B) then (BIAYA is mf11) (1)
141. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf5) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf2) (1)

142. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf5) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf2) (1)
143. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is E) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf2) (1)
144. If (TINGGI is D) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf2) (1)
145. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
146. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
147. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
148. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
149. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
150. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
151. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
152. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
153. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is H) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
154. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is I) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
155. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf8) and (LAPIS is H) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
156. If (TINGGI is F) and (LUAS is mf8) and (LAPIS is I) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
157. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)

158. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
159. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
160. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf6) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
161. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
162. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is F) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
163. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf10) (1)
164. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is G) and (LINGKUP is A) then (BIAYA is mf11) (1)
165. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is H) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
166. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf7) and (LAPIS is I) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
167. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf8) and (LAPIS is H) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
168. If (TINGGI is G) and (LUAS is mf8) and (LAPIS is I) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf17) (1)
169. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
170. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
171. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
172. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
173. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)

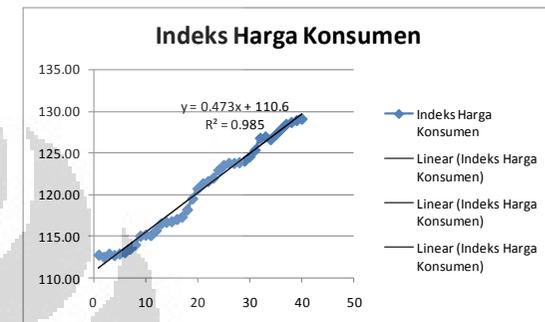
174. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
175. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
176. If (TINGGI is O) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
177. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
178. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
179. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
180. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf17) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
181. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
182. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is S) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
183. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf11) (1)
184. If (TINGGI is P) and (LUAS is mf18) and (LAPIS is T) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf12) (1)
185. If (TINGGI is Z) and (LUAS is mf40) and (LAPIS is Y) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf34) (1)
186. If (TINGGI is Z) and (LUAS is mf40) and (LAPIS is Z) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf34) (1)
187. If (TINGGI is Z) and (LUAS is mf41) and (LAPIS is Y) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf34) (1)
188. If (TINGGI is Z) and (LUAS is mf41) and (LAPIS is Z) and (LINGKUP is D) then (BIAYA is mf34) (1)



**LAMPIRAN 8**  
**PLOT INDEKS HARGA KONSUMEN TAHUN 2009-2030**

Lampiran 8 : Plot Indeks Harga Konsumen Tahun 2009-2030

		X	Y
2009	Januari	1	112.81
	Februari	2	112.56
	Maret	3	112.93
	April	4	112.76
	Mei	5	112.95
	Juni	6	113.1
	Juli	7	113.51
	Agustus	8	114.02
	September	9	115.06
	Oktober	10	115.2
	November	11	115.14
	Desember	12	115.73
2010	Januari	13	116.56
	Februari	14	116.72
	Maret	15	116.80
	April	16	117.06
	Mei	17	117.35
	Juni	18	118.21
	Juli	19	119.53
	Agustus	20	120.71
	September	21	121.32
	Oktober	22	121.59
	November	23	121.99
	Desember	24	122.92
2011	Januari	25	123.50
	Februari	26	123.76
	Maret	27	123.75
	April	28	123.84
	Mei	29	124.02
	Juni	30	124.55
	Juli	31	125.31
2012	Agustus	32	126.75
	September	33	126.91
	Oktober	34	126.58
	November	35	127.18
	Desember	36	127.80
	Januari	37	128.41
	Februari	38	128.63
	Maret	39	128.86
	April	40	129.03





**LAMPIRAN 9**

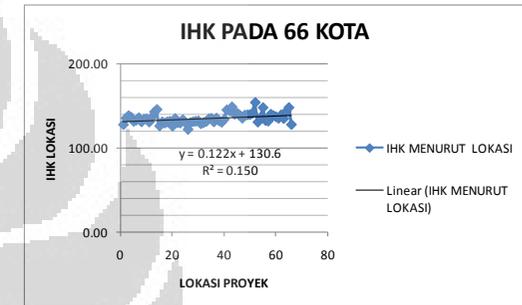
**PLOT INDEKS HARGA KONSUMEN 66 KOTA DI INDONESIA**

Lampiran 9 : Plot Indeks Harga Konsumen 66 Kota di Indonesia

	X	Y
BANDA ACEH	1	127.15
LHOKSEUMAWE	2	134.87
SIBOLGA	3	137.75
PEMATANG SIANTAR	4	135.84
MEDAN	5	131.15
PADANG SIDEMPUAN	6	132.50
PADANG	7	135.29
PAKANBARU	8	130.47
DUMAI	9	133.64
JAMBI	10	133.97
PALEMBANG	11	130.25
BENGKULU	12	135.99
BANDAR LAMPUNG	13	142.24
PANGKAL PINANG	14	145.08
BATAM	15	125.55
TANJUNG PINANG	16	130.40
JAKARTA	17	129.03
BOGOR	18	130.39
SUKABUMI	19	131.14
BANDUNG	20	125.37
CIREBON	21	134.37
BEKASI	22	129.36
DEPOK	23	129.10
TASIKMALAYA	24	133.05
PURWOKERTO	25	129.44
SURAKARTA	26	121.53
SEMARANG	27	129.69
TEGAL	28	130.71
YOGYAKARTA	29	131.18
JEMBER	30	131.56

SUMENEP	31	128.16
KEDIRI	32	129.40
MALANG	33	130.85
PROBOLINGGO	34	133.98
MADIUN	35	134.72
SURABAYA	36	130.47
SERANG	37	134.89
TANGERANG	38	131.70
CILEGON	39	130.00
DENPASAR	40	133.41
MATARAM	41	144.60
BIMA	42	143.52
MAUMERE	43	148.19
KUPANG	44	139.52
PONTIANAK	45	140.80
SINGKAWANG	46	138.30
SAMPIT	47	134.86
PALANGKARAYA	48	138.46
BANJARMASIN	49	138.70
BALIKPAPAN	50	139.11
SAMARINDA	51	140.81
TARAKAN	52	153.41
MANADO	53	130.20
PALU	54	135.41
BONE	55	147.30
MAKASAR	56	132.07
PARE-PARE	57	131.37
PALOPO	58	139.53
KENDARI	59	137.88
GORONTALO	60	136.44

MAMUJU	61	134.70
AMBON	62	138.65
TERNATE	63	134.33
MANOKWARI	64	142.78
SORONG	65	147.40
JAYAPURA	66	127.27





**LAMPIRAN 10**  
**RISALAH SIDANG SKRIPSI**



UNIVERSITAS INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPOK

RISALAH PERBAIKAN SKRIPSI SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa pada:

Hari : Kamis, 22 Juni 2012  
Jam : 08.00 WIB – selesai  
Tempat : K.103 Gedung Kuliah Bersama Teknik

Telah berlangsung Ujian Skripsi Skripsi Semester Genap 2011/2012 Program Studi Teknik Sipil, Program Pendidikan Sarjana Reguler, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan peserta :

Nama : Jennyvera  
NPM : 0806454310  
Judul Skripsi Skripsi : Estimasi Biaya Konseptual pada Konstruksi Gedung Perkantoran Dengan Menggunakan *Fuzzy Logic*

Dan dinyatakan harus menyelesaikan perbaikan Skripsi yang diminta oleh Dosen Penguji, yaitu :

**Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Ir Yusuf Latief, M.T**

No.	Rekomendasi	Koreksi yang dilakukan
1	Perbaiki teknis penulisan skripsi sesuai dengan pedoman penulisan tugas akhir	Telah dilakukan
2	Perbaiki isi abstrak penelitian	Halaman vii
3	Tambahkan jurnal dan penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang dilakukan	Halaman 9,10
4	Tampilkan hasil matematis permodelan yang dihasilkan	Lampiran 7

**Dosen Pembimbing II : Ir. Wisnu Isvara, M.T**

No.	Rekomendasi	Koreksi yang dilakukan
1	Tampilkan rekapitulasi data pembentuk permodelan dan data uji validasi	Halaman 86, 87
2	Buat tabulasi range, mean, standard deviasi pada data permodelan	Halaman 84
3	Cantumkan sumber table	Telah dilakukan
4	Tampilkan hasil permodelan dalam bentuk mean absolute error dan range error	Halaman 89
5	Perbaiki analisa sensitivitas	Halaman 105
6	Tampilkan simulink yang berperan untuk mentransformasikan biaya sehingga permodelan dapat digunakan untuk memprediksi proyek di masa mendatang	Halaman 100

**Dosen Penguji : Rosmariyani, S.T, M.T**

No.	Rekomendasi	Koreksi yang dilakukan
1	Jelaskan plotting biaya pada komponen biaya proyek sesuai dengan posisi penelitian dalam life-cycle project	Halaman 31,32
2	Perbaiki analisa sensitivitas	Halaman 105
3	Tampilkan rules sebagai algoritma manual	Lampiran 7

Skripsi Skripsi ini telah selesai diperbaiki sesuai dengan keputusan sidang skripsi skripsi Jumat, 22 Juni 2012 dan telah mendapat persetujuan dari dosen dan pembimbing.

Depok, 7 Maret 2012

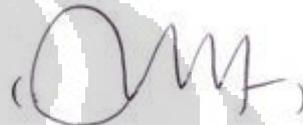
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Wisnu Isvara, M.T.

Dosen Pembimbing II



Prof. DR. Ir. Yusuf Latief, M.T.

Dosen Penguji I



Rosmariansi, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Ir. Setyo Supriyadi, M.M.

