



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANGE ESTIMASI PROBABILITAS KOMPONEN BIAYA
STANDAR DAN NON STANDAR PADA PROYEK
KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DI UNIVERSITAS
INDONESIA**

SKRIPSI

**JAUZY ANBIYA
0806329344**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANGE ESTIMASI PROBABILITAS KOMPONEN BIAYA
STANDAR DAN NON STANDAR PADA PROYEK
KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DI UNIVERSITAS
INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**JAUZY ANBIYA
0806329344**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
BIDANG 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 : Jauzy Anbiya

NPM : 080632344

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

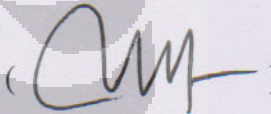
Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Jauzy Anbiya
NPM : 0806329344
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Range estimasi probabilitas komponen biaya standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia

Telah berhasil diujikan 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

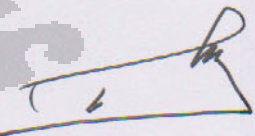
Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T

()

Pembimbing 2 : Ir. Wisnu Isvara, M.T.

()

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

()

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

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 26 Juni 2012

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan yang diberikan oleh berbagai pihak yang telah membantu dari masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini, maka skripsi ini tidak dapat diselesaikan oleh penulis. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

- (1) Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T selaku pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga serta pemikirannya untuk mengarahkan saya dalam pembuatan skripsi ini.
- (2) Wisnu Isvara, S.T, M.T selaku pembimbing II saya yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membantu saya dalam skripsi ini.
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan moral dan material agar saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
- (4) Sahabat sipil lingkungan 2008 yang telah membantu dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap agar Allah SWT dapat membalas kebaikan dari semua pihak yang telah membantu selesainya skripsi ini, semoga skripsi ini dapat menjadi landasan yang baik dan berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 26 Juni 2012

Penulis

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

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jauzy Anbiya
NPM : 0806329344
Program studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : 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 :

Range estimasi probabilitas komponen biaya standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia.

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmediakan/format-kan, 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 : 26 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Jauzy Anbiya)

ABSTRAK

Nama : Jauzy Anbiya
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Range estimasi probabilitas komponen biaya standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung perkuliahan di Universitas Indonesia

Komponen biaya pembangunan bangunan gedung negara digolongkan kedalam komponen biaya pekerjaan standar dan non-standar. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi gedung diperlukan suatu cara agar dalam pelaksanaannya menjadi efisien, sehingga diperlukan penetapan persentase bersifat analitis yaitu dengan pendekatan *probabilistic cost estimating* untuk mendapatkan range estimate dengan tingkat akurasi estimasi yang tepat. Simulasi permodelan efisiensi dan estimasi masing-masing komponen biaya dilakukan dengan bantuan software *Crystall ball*, dan diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman dalam menentukan dan mengendalikan biaya konstruksi proyek bangunan gedung pada pembangunan selanjutnya.

Kata kunci : Bangunan gedung, Komponen biaya standar dan non standar, range estimasi, *probabilistic cost estimating*.

ABSTRACT

Name : Jauzy Anbiya
Study Program : Civil Engineering
Title : Range estimation probability of cost component standard and non standard on building construction project at the University of Indonesia

Component of the state building construction costs classified in cost of components and non-standard employment standards. In the implementation of a building construction project needed a way for the implementation to be efficient, so it requires the determination of the percentage that the analytical probabilistic approach for estimating cost estimate range to estimate the exact degree of accuracy. Simulation modeling and estimation of the efficiency of each component is done with the help of software costs *Crystall ball*, and the expected results of this study can be used as a guide in determining and controlling the cost of construction of building projects on the next construction.

Key word : Buildings, Cost components of standard and non standard, range estimating, *probabilistic cost estimating*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.2.1 Deskripsi Masalah.....	4
1.2.2 Signifikansi Masalah.....	4
1.2.3 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Model Operasional Penelitian	7
1.7 Keaslian Penelitian.....	8
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Pendahuluan	10
2.2 Proyek Konstruksi	10
2.3 Definisi Bangunan Gedung	13
2.4 Biaya Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung	15
2.4.1 Analisa <i>Cost Work Breakdown Structure</i>	17
2.4.2 Pembiayaan Pembangunan Bangunan Gedung Negara	20
2.4.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Biaya Bangunan	26
2.5 <i>Design Cost Analysis</i>	28
2.5.1 <i>Unit Cost For Bills Of Quantities</i>	29
2.5.2 <i>Elemental Cost</i>	30
2.5.3 Distribusi Komponen Biaya.....	31
2.5.4 Distribusi Probabilitas Biaya	32
2.5.5 Simulasi Monte Carlo.....	34
2.6 Kesimpulan.....	37
2.6.1 Kerangka Berfikir.....	37
2.6.2 Hipotesa.....	37

3. METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Gambaran Umum	39
3.2 Pemilihan Strategi Penelitian	39
3.3 Proses Penelitian	41
3.4.1 Variabel Penelitian	42
3.4.2 Instrumen Penelitian.....	44
3.4.3 Pengumpulan Data	45
3.4.4 Pengolahan Dan Analisa Data.....	46
3.4 Kesimpulan.....	52
4. PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA	53
4.1 Pendahuluan	53
4.2 Pengumpulan Data	54
4.3 Analisa Data	58
4.3.1 Analisa Deskriptif Statistik	58
4.3.2 Analisa Distribusi <i>Godness of Fit Test</i>	61
4.3.3 Simulasi Monte Carlo.....	66
5. TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	86
5.1 Pendahuluan	86
5.2 Temuan.....	86
5.3 Pembahasan	87
6. KESIMPULAN DAN SARAN	96
6.1 Kesimpulan.....	96
6.2 Saran.....	97
DAFTAR ACUAN	98
DAFTAR REFERENSI.....	100

DAFTAR TABEL

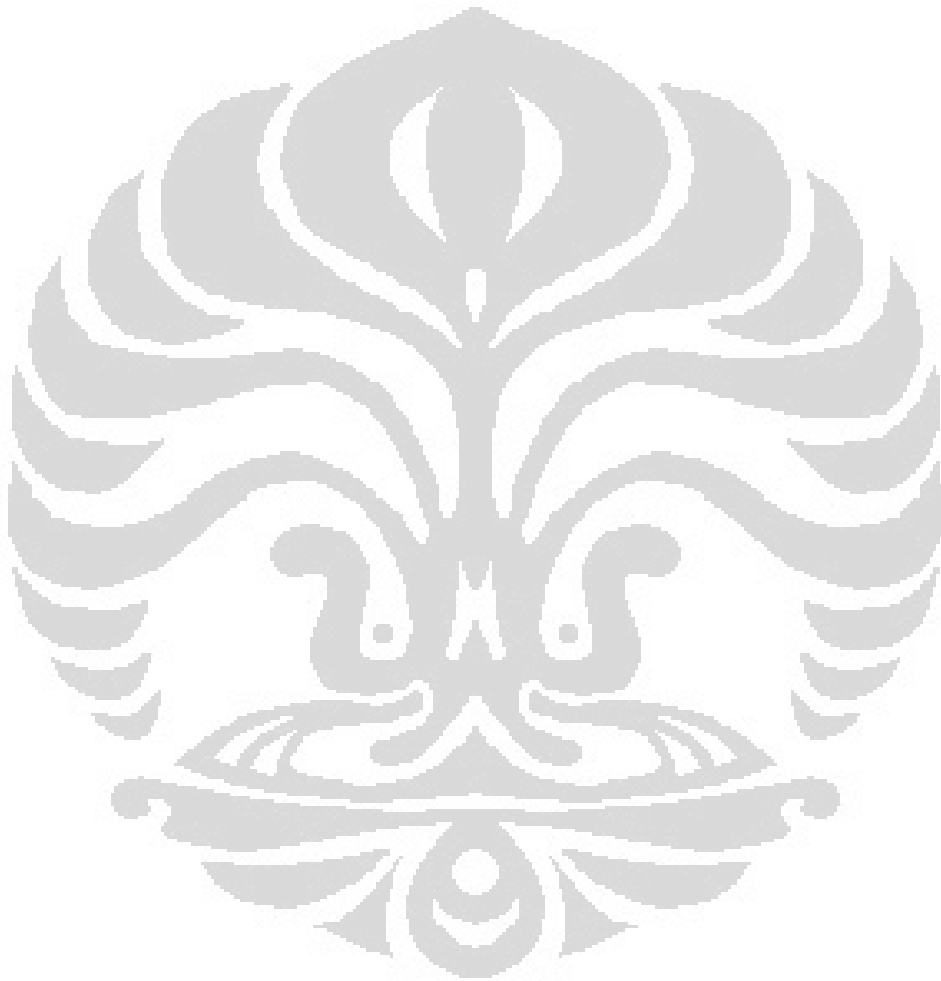
tabel 1.1 Komponen Pekerjaan Standar	3
Tabel 1.2 Komponen Pekerjaan Non Standar	3
Tabel 2.1 Klasifikasi Bangunan Gedung Negara	14
Tabel 2.2 Komponen Pekerjaan Standar	21
Tabel 2.3 Komponen Pekerjaan Non Standar	22
Tabel 2.4 Spesifikasi Teknis Bangunan Gedung Negara	23
Tabel 2.5 Persyaratan Bahan Bangunan Dan Struktur Bangunan	27
Tabel 3.1 Strategi Penelitian	41
Tabel 3.2 Variabel Penelitian	43
Tabel 3.3 Variabel Penelitian (Sambungan)	44
Tabel 4.1 Deskripsi Proyek Gedung	56
Tabel 4.2 Data Sekunder Estimasi Setiap Komponen Biaya	57
Tabel 4.3 Analisa Deskriptif Data	59
Tabel 4.4 Hasil <i>Godness Of Fit Test</i>	66
Tabel 5.1 Range Estimasi Komponen Biaya Standar	86
Tabel 5.2 Range Estimasi Komponen Biaya Non Standar	87
Tabel 5.3 Probabilitas Komponen Pondasi	89
Tabel 5.4 Probabilitas Komponen Struktur	90
Tabel 5.5 Probabilitas Komponen Lantai	90
Tabel 5.6 Probabilitas Komponen Dinding	91
Tabel 5.7 Probabilitas Komponen Plafond	92
Tabel 5.8 Probabilitas Komponen Atap	93
Tabel 6.1 Range Estimasi Komponen Biaya Standar	96
Tabel 6.2 Range Estimasi Komponen Biaya Non Standar	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagan Model Operasional Penelitian.....	7
Gambar 2.1	Klasifikasi Bangunan Gedung.....	13
Gambar 2.2	<i>Work Breakdown Structure</i> Bangunan Gedung	18
Gambar 2.3	Komponen Biaya Gedung Kuliah Menurut Swinburne	31
Gambar 2.4	<i>The Simulation Process For Total Cost Of Construction</i>	36
Gambar 2.5	Kerangka Berpikir	38
Gambar 3.1	Flow Chart Rancangan Penelitian	41
Gambar 3.2	Bagan Alir Pengumpulan Data.....	46
Gambar 3.3	Flow Chart Analisis Data	51
Gambar 4.1	Proporsi Komponen Biaya Konstruksi Gedung.....	60
Gambar 4.2	Proporsi Komponen Biaya Konstruksi Gedung (Permen)	61
Gambar 4.3	Pemilihan <i>Sel Forecast</i> Yang Akan Dianalisis	62
Gambar 4.4	Pemilihan <i>Sel Data</i> Yang Akan Di Uji	63
Gambar 4.5	Pemilihan Ranging Method Untuk Uji Fit.....	64
Gambar 4.6	Contoh Hasil Uji <i>Godness Of Fit Test</i> Salah Satu Variabel.....	65
Gambar 4.7	Grafik Hasil Fit Distribusi.....	65
Gambar 4.8	Proses Penginputan <i>Assumption Cells</i>	68
Gambar 4.9	Proses Penentuan <i>Forecast Cells</i>	68
Gambar 4.10	Contoh Hasil Output Dari Proses Simulasi	69
Gambar 4.11	Output Simulasi Dari Variabel Pondasi	70
Gambar 4.12	Output Simulasi Dari Variabel Struktur.....	71
Gambar 4.13	Output Simulasi Dari Variabel Lantai.....	72
Gambar 4.14	Output Simulasi Dari Variabel Dinding.....	73
Gambar 4.15	Output Simulasi Dari Variabel Plafond	74
Gambar 4.16	Output Simulasi Dari Variabel Atap	75
Gambar 4.17	Output Simulasi Dari Variabel Pengkondisian Udara.....	76
Gambar 4.18	Output Simulasi Dari Variabel Elevator	77
Gambar 4.19	Output Simulasi Dari Variabel Telefon	78
Gambar 4.20	Output Simulasi Dari Variabel Tata Suara.....	79
Gambar 4.21	Output Simulasi Dari Variabel Instalasi It	80
Gambar 4.22	Output Simulasi Dari Variabel Elektrikal	81
Gambar 4.23	Output Simulasi Dari Variabel Penangkal Petir.....	82
Gambar 4.24	Output Simulasi Dari Variabel Anti Rayap.....	83
Gambar 4.25	Output Simulasi Dari Variabel Proteksi Kebakaran	84
Gambar 4.26	Output Simulasi Dari Variabel Pondasi Dalam.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Form Pengumpulan Data
- Lampiran 2 Hasil Uji *Godness Of Fit Test*
- Lampiran 3 Hasil Simulasi Masing- Masing Komponen
- Lampiran 4 Risalah Sidang Skripsi



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Indonesia merupakan salah satu perguruan tinggi terkemuka di Indonesia. Dari awal pembentukannya pada tahun 1849 sampai dengan pembangunan kampus baru UI Depok pada 1987, Universitas Indonesia terus berusaha meningkatkan kualitas pembelajarannya. Peningkatan kualitas pembelajaran mensyaratkan adanya fasilitas yang baik dan memadai. Oleh karena itu, untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan pembelajaran pihak universitas membangun berbagai macam fasilitas seperti perpustakaan, gedung kuliah, dan gedung penelitian. Berbagai macam pembangunan fasilitas ini sangatlah erat kaitannya dengan kegiatan konstruksi, hampir semua pembangunan fasilitas melibatkan kegiatan konstruksi. Dengan begitu, perencanaan dan pemetaan kegiatan konstruksi menjadi langkah awal yang penting agar pelaksanaan proyek konstruksi berjalan secara lebih efektif dan efisien[1].

Menurut UURI No. 28/2002, bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Bangunan gedung Negara adalah bangunan gedung untuk keperluan dinas yang menjadi/akan menjadi kekayaan milik Negara dan diadakan dengan sumber pembiayaan yang berasal dari dana APBN, dan /atau perolehan lainnya yang sah, antar lain seperti: gedung kantor, gedung sekolah, gedung rumah sakit, rumah negara, dan lain-lain[2].

Pembangunan proyek konstruksi dapat dikatakan berhasil jika 5 (lima) unsur utama dalam proyek konstruksi dapat dikelola dengan baik. Lima unsur utama tersebut yaitu; *man* (manusia), *machine* (peralatan), *material* (bahan), *money* (dana) dan *method* (metode)[3]. Kelima unsur tersebut dalam sebuah proyek haruslah dikelola dan dikoordinir secara menyeluruh dan memadai. Dalam penelitian ini, Peneliti ingin memfokuskan pada unsur keempat yaitu biaya (*money*). Berbagai faktor kritis harus diidentifikasi untuk memperkirakan biaya

konstruksi secara efektif[4]. Biaya konstruksi fisik adalah biaya yang dapat digunakan untuk membiayai pelaksanaan konstruksi fisik bangunan gedung yang dilaksanakan oleh penyedia jasa pelaksanaan secara kontraktual dari hasil pelelangan[5]. Oleh karena itu, bagi pihak penyelenggara dan pembiayaan proyek (dalam hal ini Universitas Indonesia), identifikasi kesesuaian komponen-komponen dan keakurasian estimasi biaya awal adalah suatu hal yang sangat penting karena hal ini sangat mempengaruhi kegiatan-kegiatan konstruksi selanjutnya.

Pada sebuah proyek konstruksi bangunan gedung tentu terdapat komponen-komponen pekerjaan standar dan non-standar yang berpengaruh terhadap kegiatan konstruksi bangunan. Pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara digolongkan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan standar (standar harga satuan tertingginya tersedia) dan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan non-standar (standar harga satuan tertingginya belum tersedia). Untuk pembangunan bangunan gedung negara, khususnya untuk pekerjaan standar bangunan gedung negara, yang meliputi pekerjaan struktur, Lantai, dinding, atap, finishing dan utilitas bangunan gedung negara. Sedangkan bagi pekerjaan *non standar* ada perhitungan biayanya tersendiri (komponen non-standar diantaranya pekerjaan interior, Elevator, pekerjaan anti rayap, system penangkal petir pekerjaan elektrik dan mekanikal). Berdasarkan kondisi ini maka dibutuhkan suatu informasi *range* komponen biaya pada konstruksi pembangunan gedung yang berguna untuk mempermudah dalam proses pembangunan selanjutnya.

Berikut komponen pekerjaan standar dan non standar bangunan gedung negara untuk klasifikasi bangunan sederhana menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007:

Tabel 1.1 Komponen Pekerjaan Standar

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

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007

Tabel 1.2 Komponen Pekerjaan Non Standar

Jenis Pekerjaan	Prosentase
Alat pengkondisian Udara	10-20%
Elevator/ Escalator	8-12%
Tata Suara (sound system)	3-6%
Telepon dan PABX	3-6%
Instalasi IT (Informasi & Teknologi	6-11%
Elektrikal (termasuk genset)	7-12%
Sistem Proteksi Kebakaran	7-12%
System Penangkal Petir Khusus	2-5%
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	2-4%
Interior (termasuk furniture)	15-25%
Gas Pembakaran	1-2%
Gas Medis	2-4%
Pencegahan bahaya Rayap	1-3%
Pondasi dalam	7-12%
Fasilitas penyanggah cacat & kebutuhan khusus	3-8%
Sarana/prasarana Linkungan	3-8%
Basement (per m ²)	12%
Peningkatan Mutu *)	15-30%

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Deskripsi Masalah

Banyaknya faktor yang kompleks dan proses yang dinamis yang mempengaruhi estimasi biaya konstruksi, mengakibatkan besarnya tingkat fluktuasi harga terhadap komponen biaya pada bangunan konstruksi[6]. Hal ini akan sangat mempengaruhi suksesnya proyek konstruksi bila penetapan komponen biaya ini tidak sesuai yang terjadi sepanjang pelaksanaan proyek konstruksi.

Pada bangunan gedung di lingkungan Universitas Indonesia ada beberapa komponen diatas yang cenderung tidak sesuai dengan % (persen) komponen pekerjaan bangunan yang disebutkan pada tabel komponen pekerjaan standar di atas (lihat tabel). Contohnya saja pada komponen pekerjaan dinding dan atap, gedung kuliah di lingkungan Universitas Indonesia menggunakan konstruksi dinding yang berbeda dengan gedung seperti biasanya, yakni dengan penambahan bata ekspose untuk menambah nilai keindahan dari bangunan gedung itu sendiri, demikian juga dengan struktur atapnya yang berbeda seperti struktur atap gedung pada umumnya. Oleh karena itu, adanya suatu standar range estimasi komponen biaya khusus untuk bangunan gedung di lingkungan Universitas Indonesia, khususnya gedung kuliah, menjadi penting untuk menghasilkan kualitas bangunan yang baik dan mutu bangunan yang sesuai dengan standar Universitas Indonesia.

1.2.2 Signifikasi Masalah

Dengan menggunakan standar komponen pekerjaan yang dikeluarkan pemerintah melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007 (lihat tabel); Pertama, Peneliti akan menjabarkan komponen-komponen pekerjaan standar dan non-standar apa saja yang tidak sesuai dengan standar Peraturan Pemerintah tersebut pada pekerjaan konstruksi bangunan gedung kuliah di Universitas Indonesia. Kedua, Peneliti akan mencari berapa sebenarnya range estimasi komponen biaya standar pada konstruksi gedung kuliah di Universitas Indonesia dan seberapa besar perbedaan dan ketidaksesuaiannya dengan standar komponen kerja yang dikeluarkan pemerintah melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007.

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi gedung diperlukan suatu cara agar dalam pelaksanaannya menjadi efisien, sehingga diperlukan penetapan persentase bersifat analitis yaitu dengan pendekatan probabilistic cost estimating untuk mendapatkan range estimate dengan tingkat akurasi estimasi yang tepat.

1.2.3 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka muncul rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

Seberapa besar range estimasi komponen biaya standar dan non standar pada konstruksi gedung di Universitas Indonesia ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah ***”Mendapatkan range estimasi komponen biaya standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia ”***

1.4 Pembatasan Masalah

Permasalahan yang akan di bahas dalam penelitian ini hanya mencakup pada ruang lingkup :

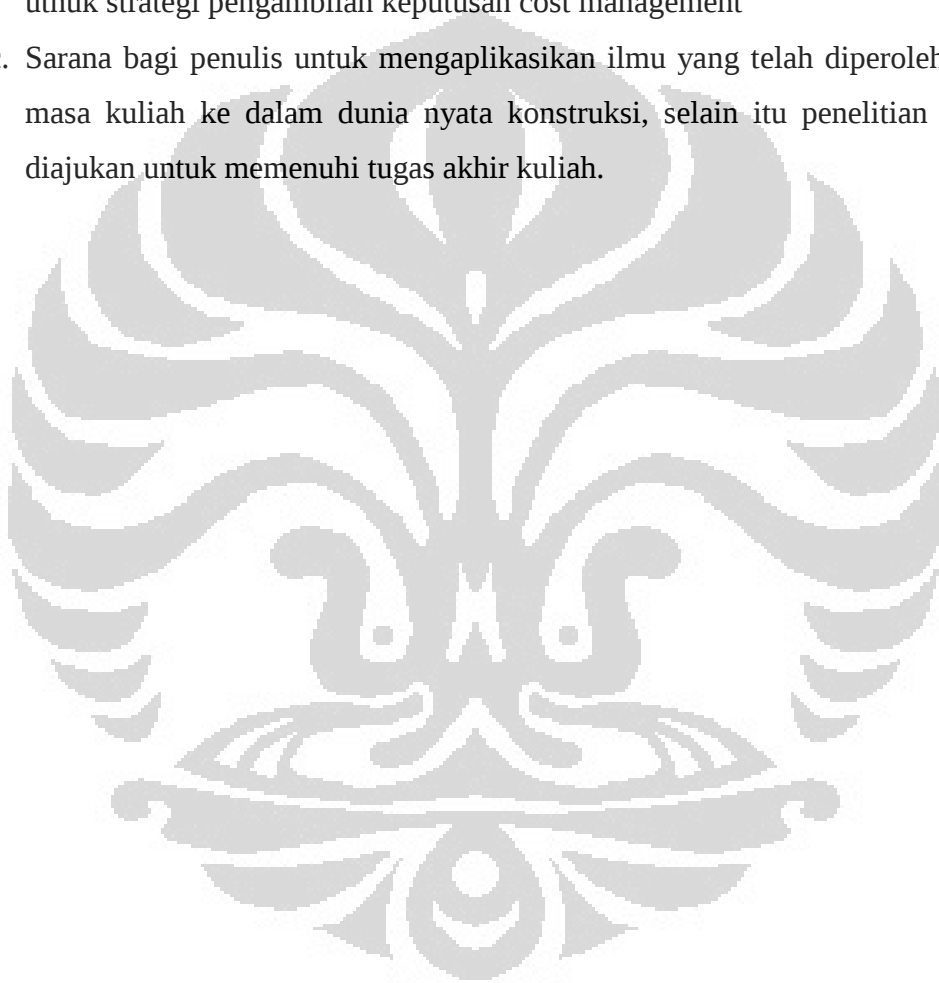
Konstruksi merupakan bangunan gedung di lingkungan Universitas Indonesia

- a. Komponen biaya yang diteliti adalah komponen biaya standar dan non standar
- b. Proyek yang di teliti adalah proyek bangunan gedung yang sedang berlangsung maupun yang telah selesai dikerjakan
- c. Data yang dikumpulkan adalah data dokumen kontrak bangunan gedung yang ada di Universitas Indonesia

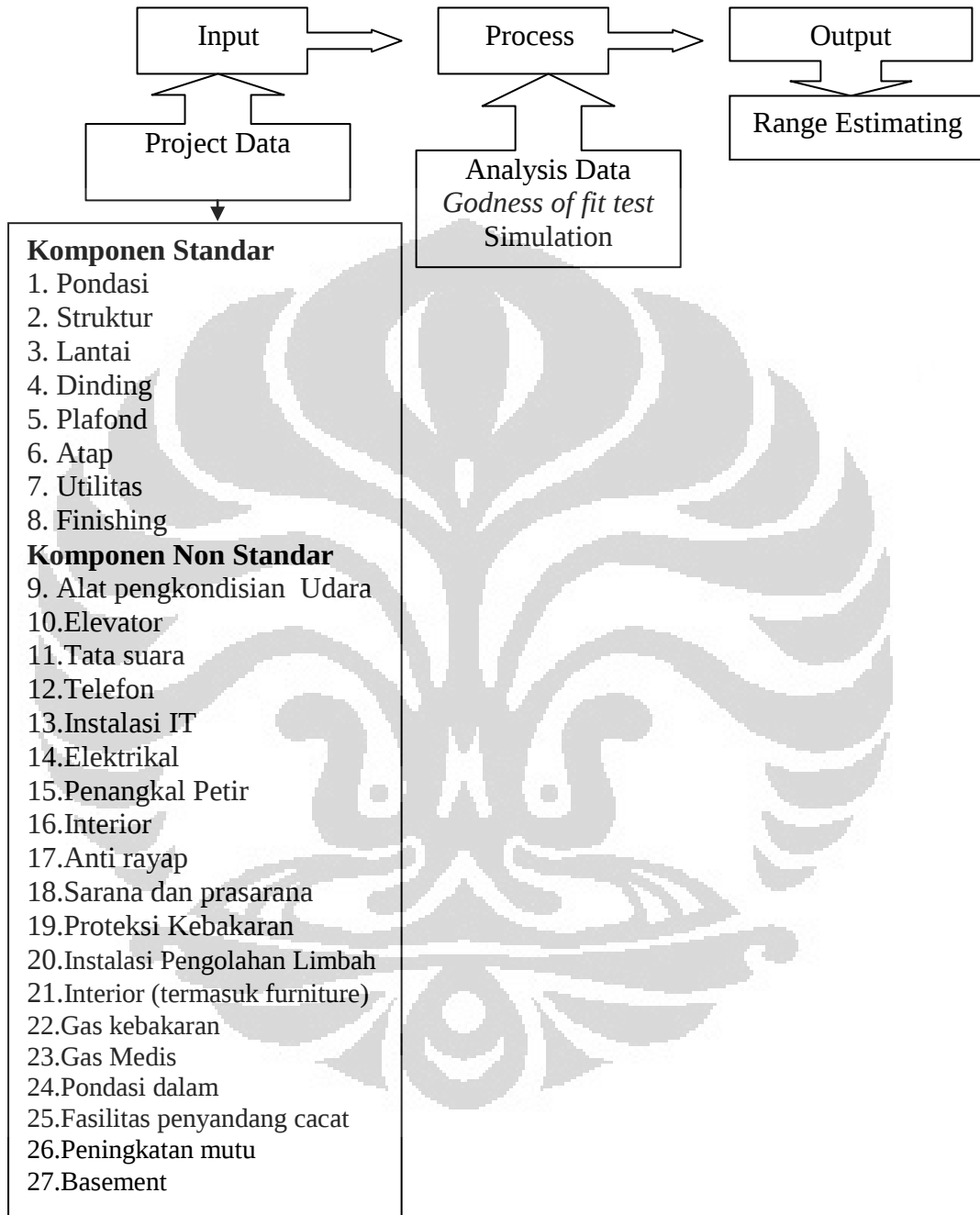
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan atau bisa dihasilkan dari penelitian ini antara lain :

- a. Memberikan kontribusi untuk pedoman terhadap standarisasi range harga estimasi komponen biaya standar dan non standar pada bangunan gedung di Universitas Indonesia
- b. Sebagai pedoman dalam melakukan control design, cost control, dan masukan untuk strategi pengambilan keputusan cost management
- c. Sarana bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama masa kuliah ke dalam dunia nyata konstruksi, selain itu penelitian ini juga diajukan untuk memenuhi tugas akhir kuliah.



1.6 Model Operasional Penelitian



Gambar 1.1 Bagan Model Operasional Penelitian

Sumber : Hasil Olahan

1.7 Keaslian Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa penelitian/tesis/jurnal yang relevan dengan penelitian ini dan dapat digunakan sebagai referensi, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. M Zainal Abidin. “*Optimalisasi efisiensi komponen biaya proyek dalam usaha meningkatkan profit dengan konstrain range estimasi komponen biaya dan biaya total per m² pada bangunan industri*”, Tesis Teknik Sipil Universitas Indonesia tahun 2004.

- a) Maksud dan Tujuan Penelitian :

Mendapatkan probabilistik nilai range estimasi komponen biaya dan total biaya yang optimal dengan probabilitas efisiensi yang tinggi pada setiap komponen biayanya untuk menjamin tercapainya profit yang maksimal.

- b) Kesimpulan :

Hasilnya diperoleh range masing-masing estimasi komponen biaya berdasarkan data rencana dan realisasi untuk setiap luasan (US\$/m²) masing-masing komponen sebesar : *Temporary work* (28.76-41.51)US\$/m², *earth work* (4.55-6.71) US\$/m², *Piling* (8.22-11.64) US\$/m², *concrete* (18.41-24.94) US\$/m², *forming* (4.64-6.83) US\$/m², *steel bar* (12.63-17.34) US\$/m², *steel structure* (29.53-36.89) US\$/m², *finishing* (60.19-79.77)US\$/m², *M/E work* (75.36-94.48)US\$/m², *eksternal work* (20.69-26.68)US\$/m², *other work* (36.26-53.91)US\$/m², dan *total biaya* (290-300)US\$/m² dan memberikan probabilistic efisiensi total maksimal (3.84-5.09)% disamping target profit awalnya dengan standar deviasi (0.11-0.16).

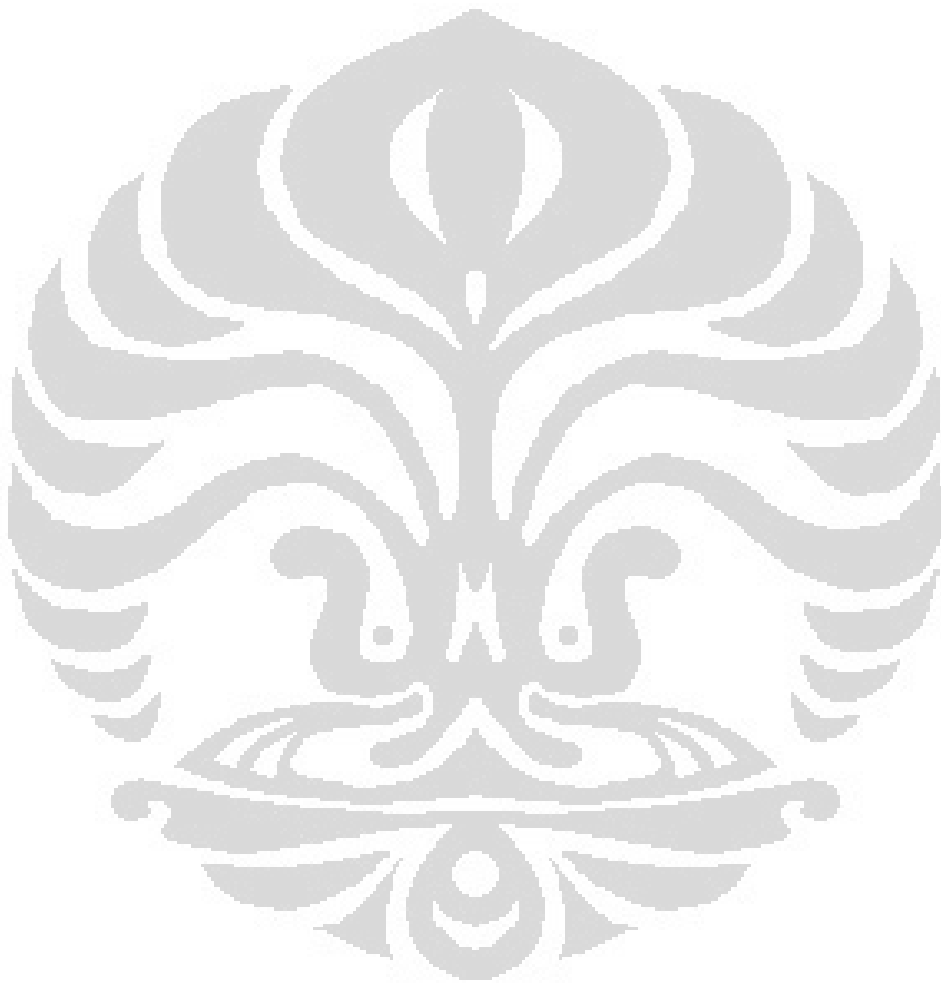
- b. Erdi Setiawan “ *Optimasi Biaya konstruksi pada proyek bangunan gedung dengan menggunakan constrain simulasi monte carlo* [study kasus: Proyek bangunan gedung PT Bank Negara Indonesia]” Tesis Teknik Sipil Universitas Indonesia tahun 2003.

- a) Maksud dan tujuan Penelitian :

Mengembangkan penggunaan probabilistic cost estimating untuk mendapatkan range estimate komponen biaya konstruksi bangunan gedung

b) Kesimpulan

Distribusi bobot komponen biaya secara keseluruhan didapatkan peringkat lima terbesar adalah komponen biaya struktur (23,06%), lantai (10,01%), Pondasi (7,84%), dinding (6,10%) dan finishing (5,37%).



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Proyek konstruksi sangatlah menarik dibicarakan dan dianalisa dikarenakan sifat dan karakter setiap proyek adalah unik. Proyek konstruksi tidak lepas dari manajemen yang diterapkan. Manajemen pada suatu proyek dapat diuraikan menjadi manajemen biaya, waktu, mutu, resiko, dan sumber daya[7]. Adanya persiapan perencanaan konstruksi yang baik dengan input yang strategis, dapat memberikan gambaran bentuk pekerjaan yang akan dilaksanakan , dimana kemudian akan mempermudah persiapan pelaksanaan konstruksi[8].

2.2 Proyek Konstruksi

Proyek adalah sekumpulan kegiatan yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya, dengan menggunakan sumber daya dari saat awal kegiatan dimulai sampai dengan pada saat akhir kegiatan untuk memperoleh suatu manfaat tertentu, dimana penggunaan sumber daya dan manfaatnya dapat di ukur[9] .

Sedangkan menurut BPS (1994), proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang hasil akhirnya berupa bangunan/ konstruksi yang menyatukan dengan lahan tempat kedudukannya , baik digunakan sebagai tempat tinggal atau sarana kegiatan lainnya. Kegiatan konstruksi meliputi perencanaan, persiapan, pembongkaran, dan perbaikan bangunan . Ada beberapa yang dapat dipaparkan dalam menjelaskan arti dari proyek. Menurut Imam Soeharto dalam bukunya yang berjudul manajemen proyek dari tahap konseptual sampai operasional, proyek adalah satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digariskan dengan jelas. Sedangkan Sultan Syah Mahendra didalam bukunya manajemen proyek mengartikan proyek secara sederhana sebagai suatu rangkaian kegiatan yang terencana dan dilaksanakan secara berurutan dengan logika serta menggunakan banyak jenis sumber daya, yang dibatasi oleh dimensi biaya, mutu dan waktu. Sementara Dr.J.M Juran mendefinisikan proyek sebagai suatu permasalahan yang telah dijadwalkan solusinya (*problem scheduled for solution*).

Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa suatu proyek bersifat sementara dan terbatas, maka dalam suatu proyek pelaksanaan pekerjaannya dibatasi oleh tiga factor pembatas yaitu:

a. Biaya (anggaran yang tersedia)

Suatu proyek tidak dapat terlepas dari ada atau tidaknya dana yang tersedia. sehingga suatu proyek harus dapat dilaksanakan sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan kata lain, proyek harus dilaksanakan secara efisien dan terencana sehingga penggunaan anggaran yang tersedia sesuai dengan yang telah dianggarkan pada perencanaan awalnya.

b. Jadwal (waktu) yang telah ditentukan.

Suatu proyek bukanlah pekerjaan yang dapat dilakukan secara terus menerus hingga selesai namun tanpa batasan waktu. Setiap proyek memiliki pembatasan waktu pengerjaannya, sesuai dengan perencanaan awalnya. Apabila proyek bertujuan untuk menghasilkan suatu produk, maka produk tersebut harus diselesaikan sebelum melewati batas waktu yang ditentukan.

c. Kualitas (mutu) dari hasil proyek.

Suatu proyek harus dapat dijalankan untuk mencapai hasil akhir yang sesuai dengan persyaratan dan mutu yang ingin dicapai, misalnya suatu proyek gedung, maka proyek tersebut harus menghasilkan sebuah gedung yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang sesuai dengan standard perencanaan.

Suatu proyek hanya dilakukan sekali saja, sehingga orang – orang yang terlibat dalam suatu proyek dapat melaksanakan pekerjaan lain setelah proyek tersebut selesai. Sehingga dapat dikatakan organisasi yang terlibat di dalam suatu proyek bersifat sementara dan tidak terikat terus menerus.

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang hasil akhirnya adalah bangunan atau konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, baik itu dipergunakan sebagai tempat tinggal maupun sarana kegiatan lainnya seperti bangunan gedung, jalan, jembatan, rel dan jembatan kereta api, terowongan, bangunan air dan drainase, bangunan sanitasi, landasan pesawat terbang, pembangkit listrik, dll[10]. Kegiatan konstruksi tersebut meliputi perencanaan, persiapan, pembuatan, pembongkaran dan perbaikan/perombakan bangunan.

Secara umum konstruksi/proyek konstruksi dapat dibagi atas empat jenis yaitu:

a. *Residential Construction* (konstruksi pemukiman)

Jenis konstruksi ini meliputi perumahan keluarga tunggal, perumahan kota unit ganda, rumah pangsasusun, rumah pangsabertaman dan rumah pangsayang diperlakukan sebagai milik sendiri (kondominium). Klasifikasi yang diuraikan disini semata – mata didasarkan kepada segi pandang pemiliknya.

b. *Building Construction* (konstruksi Gedung)

Jenis ini meliputi bangunan – bangunan yang meliputi took pengecer yang kecil sampai pada kompleks perumahan kota, mulai dari sekolah dasar hingga universitas baru yang lengkap, rumah sakit, mesjid, bangunan bertingkat perkantoran komersial, bioskop, gedung pemerintah, pusat rekreasi, pabrik industri kecil/ ringan dan pergudangan. Struktur – struktur ini membentuk lingkaran non pemukiman jika kegiatan dilakukan di bidang perdagangan, pendidikan, pemerintahan, kelembagaan social, keagamaan, dab rekreasi.

c. *Heavy Engineering Construction* (konstruksi Rekayasa Berat)

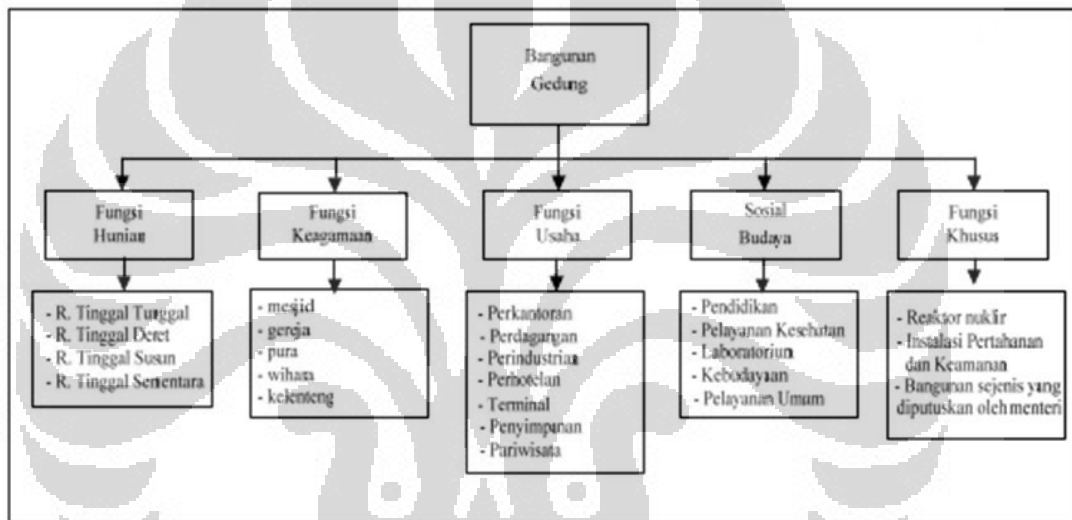
Konstruksi ini meliputi bendungan dan terowongan yang dapat menyediakan tenaga listrik hidro, pengendalian banjir dan irigasi, jembatan yang berukuran jalan setapak hingga yang berukuran momen –negeri yang terkenal didunia. Bangunan transportasi lainnya mencakup jaringan jalan kereta api antar provinsi, pelabuhan udara, jalan raya dan system transportasi cepat diperkotaan, bandara dan bangunan pelabuhan termasuk dalam kategori ini. Termasuk pula jalur pipa, bangunan pelayanan umum seperti system penyaringan dan distribusi air minum, saluran roil dan pengumpulan air hujan, system penanganan dan pembuangan bahan limbah, jaringan listrik dan jaringan komunikasi.

d. *Industrial Construction* (konsruksi Industri)

Proyek – proyek ini meliputi pabrik pengilangan minyak bumi dan petrokimia, pabrik bahan bakar sintetik, pusat pembangkit listrik dari bahan fosil hingga tenaga nuklir. Pengembangan usahan pertambangan, pabrik industri dan berat, serta fasilitas yang dibutuhkan untuk pelayanan umum dan industri dasar lainnya.

2.3 Definisi Bangunan Gedung

Menurut UURI No. 28/2002, bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Dalam UU tersebut, bangunan gedung diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.1 berikut:



Gambar 2.1 Klasifikasi Bangunan Gedung Berdasarkan UURI No.28/2002

Sumber : UURI no.28/2002

Sedangkan, klasifikasi bangunan gedung negara diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007. Berdasarkan Permen tersebut, bangunan gedung negara adalah bangunan gedung untuk keperluan dinas yang menjadi kekayaan milik negara dan diadakan dengan sumber pembiayaan yang berasal dari dana APBN, dan atau APBD, dan atau sumber pembiayaan lainnya, antara lain seperti: gedung kantor, gedung sekolah, gedung rumah sakit, gudang, dan rumah negara. Bangunan gedung negara diklasifikasikan pada Tabel II.2 berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Bangunan Gedung Negara

Sederhana	• Gedung kantor yang sudah ada desain prototipenya, atau bangunan gedung kantor dengan jumlah lantai sampai dengan 2 lantai dengan luas sampai dengan 500 m ; • Bangunan rumah dinas tipe C,D, dan E yang tidak bertingkat ; • Gedung pelayanan kesehatan, puskesmas ; • Gedung pendidikan tingkat dasar dan atau lanjutan dengan jumlah lantai sampai dengan 2 lantai.
Kelas	Penggunaan Bangunan
Tidak Sederhana	• Gedung kantor yang belum ada desain prototipenya atau bangunan gedung kantor dengan jumlah lantai di atas 2 lantai dengan luas diatas 500 m ; • Bangunan rumah dinas tipe A dan B; atau rumah dinas C,D, dan E yang bertingkat ; • Gedung Rumah Sakit Klas A,B,C dan D ; • Gedung Pendidikan tinggi; universitas/akademi; atau gedung pendidikan dasar/lanjutan bertingkat di atas 2 lantai.
Khusus	• Istana negara dan rumah jabatan presiden & wakil presiden; • Wisma negara ; • Gedung instalasi nuklir ; • Gedung laboratorium ; • Gedung terminal udara/laut/darat, dll

Sumber : UURI no.28/2002

2.4 Biaya Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Konsep estimasi dan manajemen biaya konstruksi merupakan bagian fundamental yang harus diperhatikan dalam manajemen proyek konstruksi. Estimasi biaya memberikan spesifik indikasi untuk setiap tahapan pada proyek konstruksi kepada owner, designer , kontraktor dan sub kontraktor[11]. Menurut Gould definisi dari ‘estimasi biaya konstruksi’ adalah sebagai berikut : Estimasi adalah suatu pelajaran menebak, sebuah appraisal, suatu opini/pendapat atau suatu pendekatan atau approximation pada biaya proyek sebelum konstruksi yang aktual dilakukan. Definisi tersebut di atas memiliki suatu implikasi bahwa estimasi biaya konstruksi merupakan suatu science dan art dalam proses memprediksi biaya yang akan terjadi selama pelaksanaan proyek knstruksi berdasarkan kemampuan sumber daya yang tersedia. Dalam prinsip umum estimasi biaya sebagai tujuan fundamental yang harus dicapai dalam estimasi biaya konstruksi, meliputi :

- a. Estimasi biaya konseptual dan pendahuluan pada tahap desain
- b. Estimasi Biaya konstruksi sebagai dasar dalam persaingan tender
- c. Estimasi biaya penyelesaian suatu proyek sebagai dasar persentase kemajuan pekerjaan untuk perhitungan biaya pemasukan proyek
- d. Estimasi biaya anggaran untuk control biaya konstruksi
- e. Estimasi biaya sebagai dasar menganalisa perubahan kontrak kerja

Secara umum biaya pada proyek konstruksi bangunan gedung dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu *direct cost* dan *indirect cost*. *Direct cost* (*biaya langsung*) merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan proses konstruksi dan merupakan hasil keputusan teknis yang didukung oleh kemampuan teknik dari *cost engineers*. Biaya langsung ini terdiri dari : *Material cost*, *labor cost*, *equipment cost*, dan *subcontractor cost*. Besarnya proyek konstruksi, tingginya kompleksitas dan mutu yang diinginkan, akan memperbesar biaya langsung.[12]

Material cost , termasuk harga keseluruhan material-material konstruksi. Harga material kebanyakan didapat dari pabrik-pabrik dan *supplier*. Biasanya kontraktor memasukkan biaya *delivery charge* sebagai *direct cost* dan pajak sebagai *indirect cost*. Suatu Permasalahan utama dalam mengestimasi biaya material adalah mengetahui seberapa besar *allowance* yang harus dibebankan untuk *waste material*.

Labor cost, adalah total biaya yang dibayarkan kepada tenaga kerja lapangan yang mengerjakan sejumlah item pekerjaan konstruksi, seperti tukang kayu, tukang gali, pekerja, dan lain sebagainya. *Labor cost* dapat dibagi menjadi dua komponen utama yaitu a) *wage system* (terdapat *basic wage* raket dan *hourly rate*) dan b) *labor burden* (meliputi : pajak, asuransi, kompensasi dan sebagainya)[13]. Biaya untuk tenaga kerja merupakan bagian biaya yang substansial dari biaya total proyek konstruksi dan berpengaruh terhadap fungsi waktu dan tempat. Oleh sebab itu, perhatian dan akurasi dalam hal ini sangat diperlukan.

Indirect cost merupakan biaya yang tidak langsung berhubungan dengan proses konstruksi tetapi merupakan faktor pendukung dari proses konstruksi

tersebut. Selain itu biaya tak langsung ini merupakan hasil keputusan manajerial dari pihak manajemen. Biaya tak langsung menurut Carr (1989), terdiri dari : *overhead cost*, *general overhead*, *contingenci (risk)*, dan profit (ada yang tersendiri ada yang mark-up). Biaya tak langsung ini merupakan fungsi dari durasi proyek dan tingkat pengawasan dan pengendalian yang dilakukan selama konstruksi berlangsung. Biaya langsung dan tak langsung di atas akan dipengaruhi atau dipertimbangkan terhadap *fixed cost dan variable cost*.

Dalam tahapan estimasi ada tiga macam cost estimate proyek yang diperlukan yaitu[14].

a. Preliminari Estimate

Cost estimate ini ada pada tahap *planning*. Pada tahap ini desain proyek belum ada dalam bentuk gagasan. Namun demikian cost estimate sudah harus diberikan untuk keperluan analisis keputusan proyek (*feasibility study*). Pada tahap ini biaya proyek dihitung secara kasar , berdasarkan informasi harga dari proyek sejenis persatuan kapasitas produksi, atau per satuan fungsinya, atau per satuan luasnya. Preliminari estimate ini biasaya digunakan untuk keperluan analisis kelayakan proyek.

b. Semi Detailed Estimate

Cost estimate ini ada pada tahap *conceptual engineering*. Pada tahap ini basic design proyek sudah ada, sehingga cost estimate proyek sudah dapat dihitung agak detail berdasarkan perkiraan quantity pekerjaan dan informasi harga satuan pekerjaan pada saat yang bersangkutan. Pada tahap ini cost estimate biasanya belum dihitung berdasarkan metode konstruksi yang spesifik, dan biasanya hanya diperlukan sebagai dasar pertimbangan untuk mmenyiapkan dana yang diperlukan bagi proyek tersebut, oleh karena itu sering disebut sebagai *budget estimate*.

c. Definitive Estimate

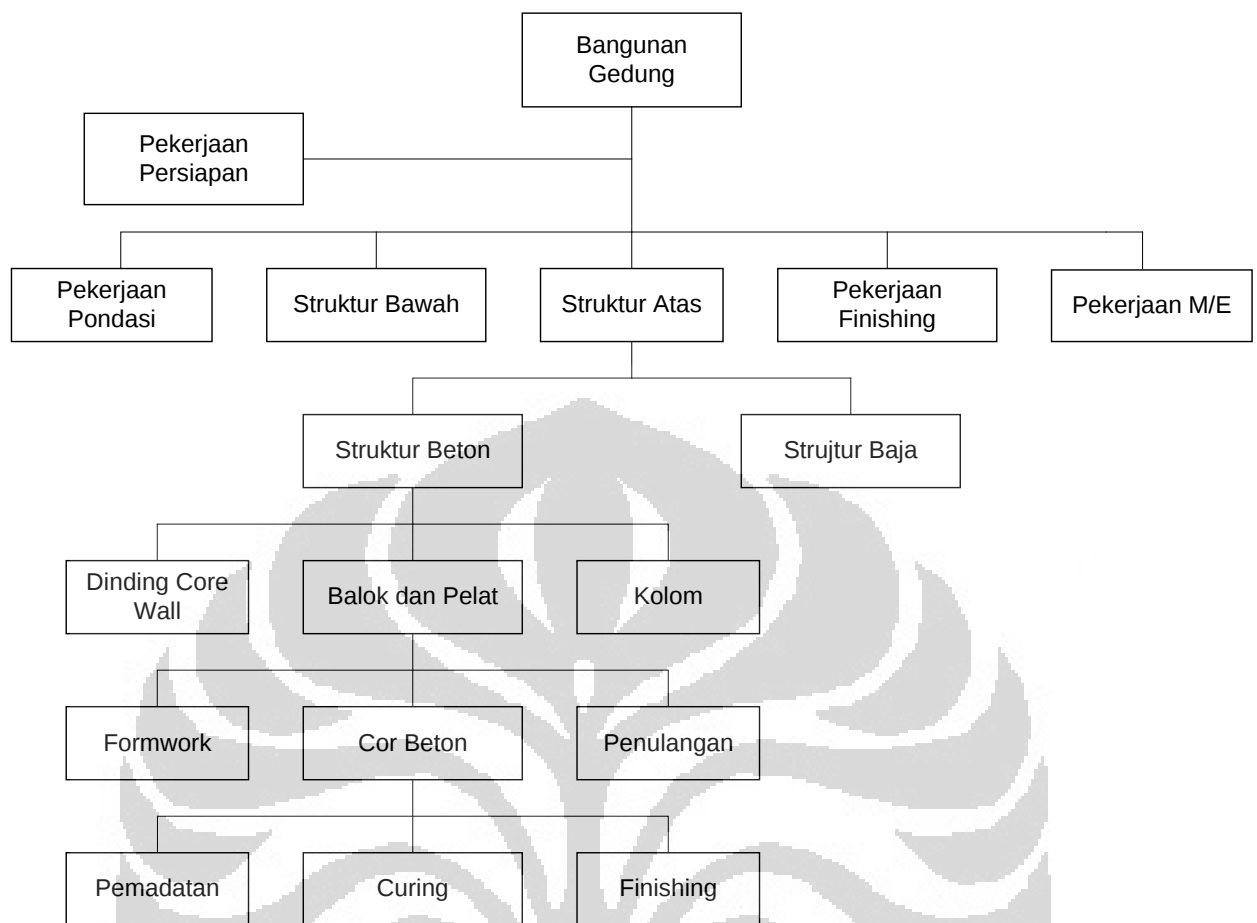
Cost estimate ini ada pada tahap *detailed engineering*, dimana semua informasi yang diperlukan untuk pelaksanaannya sudah lengkap, pada estimasi ini awalnya ada dua estimasi untuk fisik bangunan, yaitu versi owner yang sering disebut *owner estimate* dan versi kontraktor yang sering disebut sebagai *bid price*. Dua macam cost estimate ini pada umumnya berbeda, walaupun menggunakan data yang sama. Hal ini terjadi karena masing-masing pihak

mempunyai kepentingan yang berlawanan, yaitu pihak owner menginginkan biaya serendah mungkin, sedangkan pihak kontraktor menginginkan harga proyek setinggi mungkin agar dapat memperoleh keuntungan yang cukup.

2.4.1 Analisa Cost Work Breakdown Structure

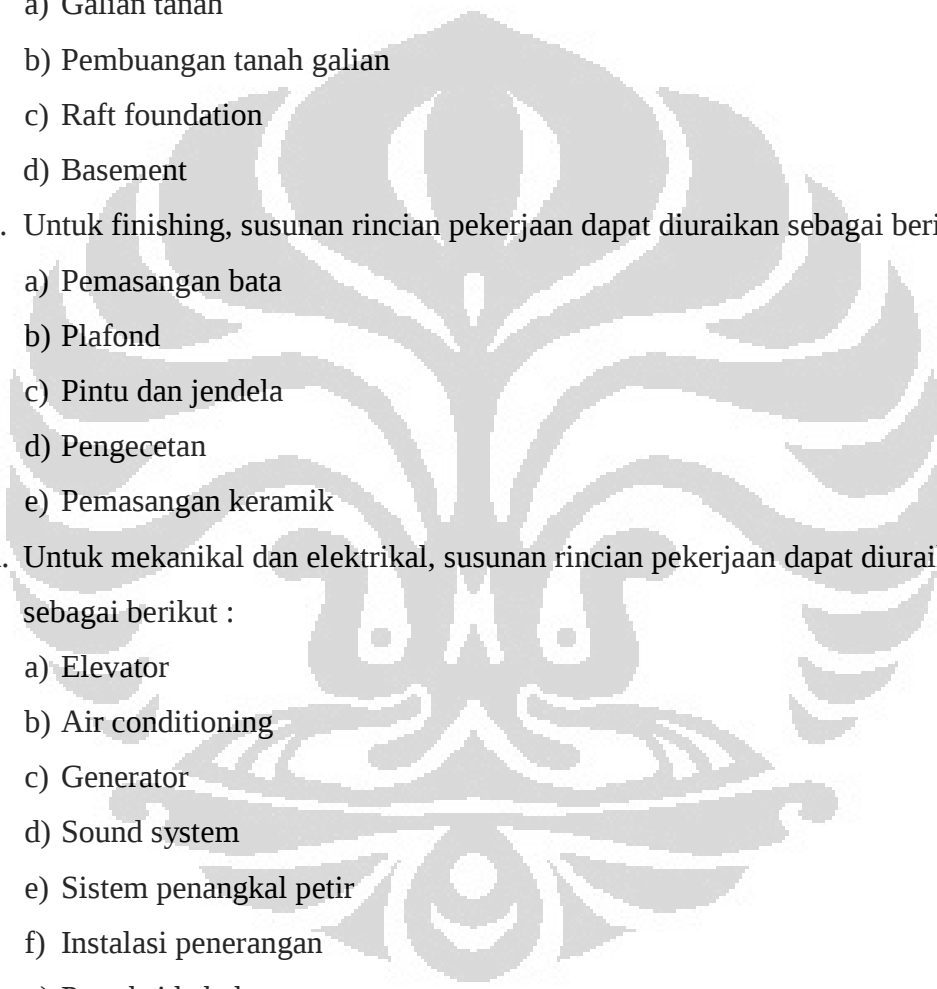
Seperti yang dijelaskan di atas, bahwa cost estimate yang dibahas lebih lanjut pada bab ini adalah estimasi tahap *Definitive estimate*, yaitu estimasi yang paling akurat dan prosesnya memerlukan upaya dan persiapan[15]. Jenis estimate yang lebih awal, mungkin dapat diselesaikan oleh beberapa orang atau bahkan dapat diselesaikan oleh seorang estimator dalam beberapa hari saja. Dalam kenyataan, definitive estimate ada dua macam versi, ditinjau dari pembuatnya, yaitu owner estimate dan dari versi kontraktor. *Definitive estimate* dari versi owner yang sering disebut dengan *owner estimate* pada umumnya disusun berdasarkan atas data pengalaman masa lalu dan menerapkan konsep averaging oleh *cost engineer* yang bekerja dari pihak owner, sedangkan versi kontraktor, nantinya digunakan sebagai *bid price* (harga penawaran), disusun lebih detail dengan persiapan yang cukup dan dilakukan oleh *cost engineer* yang berpengalaman.

Sebagai langkah awal estimasi, estimator hendaknya membuat susunan rincian pekerjaan, penyusunan ini dimulai dengan mempelajari seluruh dokumen proyek dan peninjauan lokasi proyek, untuk mendapatkan semua informasi yang diperlukan untuk proses estimasi harga penawaran. Susunan rincian pekerjaan, dirumuskan seperti contoh pada gambar 2.2. Kegiatan pelaksanaan proyek diuraikan menjadi bagian-bagian (sub proyek) dengan mengikuti pola struktur tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terinci, melalui beberapa tingkatan. Hasil ini sering disebut sebagai work breakdown structure.



Gambar 2.2 *Work Breakdown Structure* bangunan gedung
 Sumber : Asiyanto "Construction Project Cost"

Untuk dapat membuat rincian pekerjaan berbagai jenis proyek, diperlukan pengetahuan dan pengalaman dari seorang cost engineer. Untuk membantu tenaga-tenaga yang belum berpengalaman, sebaiknya dibuat identifikasi work nbreakdown structure untuk setiap jenis bangunan, terutama adalah untuk pekerjaan preliminaries, yang sering tidak dapat diperoleh dari dokumen tender, melainkan dari pengembangan pemikiran tentang proses pelaksanaan proyek secara benar. Untuk bangunan gedung, susunan rincian pekerjaan dapat diuraikan seperti sebagai berikut.

- 
- a. Untuk pondasi gedung, susunan rincian pekerjaan dapat diuraikan sebagai berikut :
 - a) Pondasi langsung
 - b) Pondasi tiang bor
 - c) Pondasi tiang pancang
 - b. Untuk struktur bawah, susunan rincian pekerjaan dapat diuraikan sebagai berikut :
 - a) Galian tanah
 - b) Pembuangan tanah galian
 - c) Raft foundation
 - d) Basement
 - c. Untuk finishing, susunan rincian pekerjaan dapat diuraikan sebagai berikut
 - a) Pemasangan bata
 - b) Plafond
 - c) Pintu dan jendela
 - d) Pengecatan
 - e) Pemasangan keramik
 - d. Untuk mekanikal dan elektrikal, susunan rincian pekerjaan dapat diuraikan sebagai berikut :
 - a) Elevator
 - b) Air conditioning
 - c) Generator
 - d) Sound system
 - e) Sistem penangkal petir
 - f) Instalasi penerangan
 - g) Proteksi kebakaran
 - h) Plumbing
 - i) Hydrant
 - j) Buiding Automation System (BAS)

2.4.2 Pembiayaan Pembangunan Bangunan Gedung Negara

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara mengatur khusus mengenai pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara yaitu terdapat dalam Bab IV. Anggaran biaya pembangunan bangunan gedung negara ialah anggaran yang tersedia dalam Dokumen Pembiayaan yang berupa Daftar Isian Proyek (DIP)/DIP Suplemen, atau Rencana Anggaran lainnya, yang terdiri atas :

- Komponen biaya konstruksi fisik, yaitu besarnya biaya yang dapat digunakan untuk membiayai pelaksanaan konstruksi fisik bangunan gedung negara yang dilaksanakan oleh pemborong secara kontraktual dari hasil pelelangan, penunjukan langsung, atau pemilihan langsung.
- Komponen biaya manajemen/pengawasan konstruksi, yaitu besarnya biaya maksimum yang dapat digunakan untuk membiayai kegiatan manajemen konstruksi pembangunan bangunan gedung negara, yang dilakukan oleh konsultan manajemen konstruksi secara kontraktual dari hasil pelelangan, penunjukan langsung, atau pemilihan langsung.
- Komponen biaya perencanaan konstruksi yaitu besarnya biaya maksimum yang dapat digunakan untuk membiayai perencanaan bangunan gedung negara, yang dilakukan oleh konsultan perencana secara kontraktual dari hasil pelelangan, penunjukan langsung, atau pemilihan langsung. Besarnya biaya perencanaan dihitung berdasarkan nilai total keseluruhan bangunan.
- Komponen biaya pengelolaan proyek, yaitu besarnya biaya maksimum yang dapat digunakan untuk membiayai pengawasan pembangunan bangunan gedung negara, yang dilakukan oleh konsultan pengawas secara kontraktual dari hasil pelelangan, penunjukan langsung, atau pemilihan langsung.

Pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara digolongkan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan standar (yang ada standar harga satuan tertingginya) dan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan non-standar (yang belum tersedia standar harga satuan tertingginya).

Standar Harga Satuan Tertinggi merupakan **biaya per-m² konstruksi fisik maksimum** untuk pembangunan bangunan gedung negara, khususnya untuk pekerjaan standar bangunan gedung negara, yang meliputi pekerjaan struktur,

arsitektur, finishing dan utilitas bangunan gedung negara. Sedangkan bagi pekerjaan *Non Standar* ada perhitungan biayanya tersendiri. Berikut komponen pekerjaan standar bangunan gedung negara untuk klasifikasi bangunan sederhana menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007:

Tabel 2.2 Komponen Pekerjaan Standar Bangunan Gedung Negara (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007 :

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

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007

Dari Tabel 2.2 di atas, hanya dijelaskan tentang komponen pekerjaan standar beserta persentasenya saja. Untuk komponen pekerjaan pada level berikutnya tidak dijelaskan lebih lanjut dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007.

Untuk pekerjaan non standar bangunan gedung negara, besarnya biaya untuk pekerjaan tersebut dihitung berdasarkan rincian volume kebutuhan nyata dan harga pasar yang wajar serta pajak-pajak yang berlaku, dengan terlebih dahulu berkonsultasi dengan instansi teknis setempat (Dinas Bangunan). Komponen Pekerjaan non standar adalah pekerjaan khusus kelengkapan bangunan seperti peralatan lift, peralatan tata udara, generator, pompa listrik, penanggulangan kebakaran dan serangga, peralatan telepon, penangkal petir, dan lain-lain.

Tabel 2.3 Komponen Pekerjaan non Standar Bangunan Gedung Negara

Jenis Pekerjaan	Prosentase
Alat pengkondisian Udara	10-20%
Elevator/ Escalator	8-12%
Tata Suara (sound system)	3-6%
Telepon dan PABX	3-6%
Instalasi IT (Informasi & Teknologi	6-11%
Elektrikal (termasuk genset)	7-12%
Sistem Proteksi Kebakaran	7-12%
System Penangkal Petir Khusus	2-5%
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	2-4%
Interior (termasuk furniture)	15-25%
Gas Pembakaran	1-2%
Gas Medis	2-4%
Pencegahan bahaya Rayap	1-3%
Pondasi dalam	7-12%
Fasilitas penyandang cacat & kebutuhan khusus	3-8%
Sarana/prasarana Linkungan	3-8%
Basement (per m ²)	12%
Peningkatan Mutu *)	15-30%

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007

Tabel 2.4 Spesifikasi Teknis Bangunan Gedung Pemerintah/Lembaga Tinggi/Tertinggi Negara

NO	URAIAN	KLASSIFIKASI			KETERANGAN
		SEDERHANA	TIDAK SEDERHANA	KHUSUS	
A	PERSYARATAN TATA BANGUNAN DAN LINGKUNGAN				
	1. Jarak Antar Bangunan	Minimal 3 m	Minimal 3 m untuk bangunan bertingkat di hitung berdasarkan pertimbangan keselamatan,kesehatan ,dan kenyamanan .		Berdasarkan pertimbangan keselamatan ,kesehatan dan kenyamanan ,serta ketentuan dalam peraturan daerah setempat tentang bangunan atau rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota,atau rencana tata bangunan dan lingkungan untuk lokasi yang bersangkutan.
	2.Ketinggian Bangunan	Maksimum 2 lantai	Maksimum 8 lantai (diatas 8 lantai harus mendapat rekomndasi Menteri Pekerjaan umum		
	3. ketinggian langit langit	Min 2,80m	Min 2,80	Sesuai fungsi	
	4.koefisien Dasar Bangunan	Sesuai ketentuan Peraturan Daerah Setempat			
	5.Koefisien Lantai bangunan	Sesuai ketentuan Peraturan Daerah Setempat			
	6.koefisien Dasar Hijau	Sesuai ketentuan Peraturan Daerah Setempat			
	7.Garis sepadan	Sesuai ketentuan Peraturan Daerah Setempat			
	8.Wujud Arsitektur	Sesuai fungsi &kaidah arsitektur sederhana	Sesuai fungsi &kaidah arsitektur	Sesuai fungsi & kaidah arsitektur	
	9.Pagar Halaman **)	Menggunakan bahan dinding batu bata /bataco(1/2batu) ,besi, baja ,kayu , dan dan bahan lainnya yang di sesuaikan dengan rancangan wujud arsitektur bangunan			
	10. kelengkapan sarana dan prasarana bangunan *)				
	-parkir kendaraan	Minimal 1 parkir kendaraan untuk 60 m ² luas bangunan gedung			Di hitung berdasarkan kebutuhan sesuai fungsi bangunan dan SNI/ketentuan yang berlaku
	-aksesibilitas	Tersedia tersedia sarana aksesibilitas bagi penyandang cacat			
	-drainase	Tersedia dreinase sesuai SNI yang berlaku			
	-pembuangan sampah	Tersedia tempat pembuangan sampah sementara			
	-pembuangan limbah	Tersedia sarana pengolahan limbah , khususnya untuk limbah berbahaya			

Tabel 2.4 (Sambungan)

NO	URAIAN	KLASSIFIKASI			KETERANGAN
		SEDERHANA	TIDAK SEDERHANA	KHUSUS	
B	PERSYARATAN BAHAN BANGUNAN				Di upayakan menggunakan bahan bangunan setempat/ produksi dalam negeri ,termasuk bahan bangunan sebagai bagian dari system pabrikasi komponen.Apabila bahan tersebut sukar di peroleh atau harganya tidak ssuai , dapat dig anti dengan bahan lain yang sederajat tanpa mengurangi persyaratan fungsi dan mutu dengan mengesahkan instansi teknis setempat
	1. Bahan Penutup Lantai	Keramik, vinil ,tegel PC	Marmer local , keramik, vinil, kayu	Marmer local , keramik, vinil, kayu	
	2. Bahan Dinding Luar	Bata, batako di plester dan di cat , kaca	Bata,batako di plester dicat/dilapis keramik ,kaca panil beton ringan	Bata,batako di plester dicat/dilapis keramik ,kaca panil beton ringan	
	3. Bahan Dinding Dalam	Bata,batako di plester dan dicat,kaca, partisi kayu lapis	Bata,batako di plester dicat/di lapis keramik kaca, partisi gypsum	Bata,batako di plester dicat/di lapis keramik kaca, partisi gypsum	
	4. Bahan penutup Plafond	Kayu-lapis dicat	Gisum, kayu lapis dicat	Gisum, kayu lapis dicat	
	5. Bahan Penutup Atap	Genteng , asbes ,seng ,sirap	Genteng keramik ,alumunium gelombang dicat	Genteng keramik ,alumunium gelombang dicat	
	6. Bahan Kosen dan Daun Pintu	Kayu dicat /alumunium	Kayu di pelitur,anodized alumunium	Kayu di pelitur,anodized alumunium	
C	PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN				
	1. Pondasi	Batu belah ,kayu ,beton bertulang k-200	Batu belah ,kayu ,beton bertulang k- 225 atau lebih	Batu belah ,kayu ,beton bertulang k- 225 atau lebih	Khusus untuk daerah gempa, harus direncanakan sebagai struktur bangunan tanah gempa
	2. struktur lantai (khusus untuk bangunan gedung bertingkat)	Beton bertulang K-200,baja kayu klas kuat II	Beton bertulang K0225, atau lebih baja, kayu kias atau II	Beton bertulang K0225 atau lebih baja, kayu klas atau II	
	3. Kolom	Beton bertulang K-200,baja kayu klas kuat II	Beton bertulang K0225, atau lebih baja, kayu kias atau II	Beton bertulang K0225 atau lebih baja, kayu klas atau II	
	4. Balok	Beton bertulang K-200,baja kayu klas kuat II	Beton bertulang K0225, atau lebih baja, kayu kias atau II	Beton bertulang K0225 atau lebih baja, kayu klas atau II	
	5. Rangka atap	Beton bertulang baja	Beton bertulang baja dilapisi anti karat	kayu klas atau II dilapisi anti karat	
	6. Kemiringan atap	Genteng min. 30 ⁰ , sirap min 22.5. seng min 15 ⁰	Genteng min. 30 ⁰ , sirap min 22.5. seng min 15 ⁰	Genteng min. 30 ⁰ , sirap min 22.5	

Tabel 2.4 (Sambungan)

NO	URAIAN	KLASIFIKASI			KETERANGAN
		SEDERHANA	TIDAK SEDERHANA	KHUSUS	
D	PERSYARATAN UTILITAS Dan PRASARANA DAN SARANA DALAM BANGUNAN				
	1. Air bersih	PAM , sumur pantek	PAM , sumur pantek	PAM , sumur pantek	
	2. Saluran air hujan	Talang, saluranlingkungan	Talang, saluranlingkungan	Talang, saluranlingkungan	
	3. Pembuangan air kotor	Bak penampung	Bak penampung	Bak penampung	
	4. Pembuangan kotoran	Bak penampung	Bak penampung	Bak penampung	
	5. Bak septikTank&resapan	Berdasarkan kebuuhan	Berdasarkan kebuuhan	Berdasarkan kebuuhan	
	6. Sarana Pengamanan thp. Bahaya kebakaran*)	Mengikuti ketentuan dalam kep Meneg .PU No.10/KTSP/2000 dan Kep .Meneg .,PU no.11/KTSP/2000, serta standar nasional (SNI) yang berlaku			
	7. Sumber daya listrik*)	PLN generator (Penggunaan daya listrik harus mempperhatikan prinsip hemat energi)			
	8. Penerangan	100-215lux/m ² , dihitung berdaarkan kebutuhan dan fungsi bangunan /fungsi ruang serta SNI yang berlaku			Penerangan alam dan buatan
	9. Tata Udara	6-10% bukaan atau dengan tata udara buatatn (AC*)	6-10% bukaan atau dengan tata udara buatatn (AC*)-	6-10% bukaan atau dengan tata udara buatatn (AC*)-	Dihitung sesuai Sni yng berlaku
	10. Saranan Transportasi Vertikal*)	Tidak di perlukan	Untuk bangunan di atas 4 lantai dapat menggunakan Lift sesuai SNI yang berlaku		Di hitung sesuai kebutuhan dan fungsi bangunan
	11. Aksebilitas bagi penyandang cacat*)	Sesuai ketetentuan dalam Per.Men PU No.30KPTS/2006 , minimal ramp untuk bangunan klasifikasi sederhana			
	12. Telepon*)	Sesuai kebutuhan	Sesuai kebutuhan	Sesuai kebutuhan	
	13. Penangkal petir	Penangkal petir local	Penangkal petir local	Penangkal petir local	
E	PERSYARATAN SARANA PENYELAMATAN				
	1. Tangga penyelamatan (khusus untuk bangunan bertingkat)	Lebar minimal =1,20m, dan bukan tanmga putar	Lebar minimal =1,20m, dan bukan tanmga putar	Lebar minimal =1,20m, dan bukan tanmga putar	Jarak antar tangga maksimum 45 m (bila menggunakan sprinkler jarak bias 1,5 kali
	2. Tanda Petunjuk Arah	Jelas dasar putih huruf hijau			
	3. Pintu	Lebar min ,=0,90m, satu ruang minimal 2 pintu dan membuka keluar			
	4. Koridor/selasar	Lebar min .,=1,80	Lebar min .,=1,80	Lebar min .,=1,80	

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007

2.4.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Biaya Pembangunan

Kondisi ekonomi, geografis dan tersedianya sumber daya suatu daerah dan daerah lainnya menyebabkan timbulnya perbedaan-perbedaan fisik dan non fisik dari suatu daerah terhadap daerah lainnya. Hal yang demikian menyebabkan juga perbedaan besarnya biaya pembangunan bangunan gedung negara. Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya biaya pembangunan antara lain :

a. Faktor Ekonomi

Faktor ekonomi ini merupakan faktor yang tidak pasti dalam mengestimasi suatu biaya konstruksi, karena perilaku dan kecenderungan serta pertumbuhannya tidak dapat diramalkan secara pasti. Penyebabnya terkait dengan perkembangan ekonomi global, serta kondisi kesejahteraan suatu Negara. Tolak ukur dari perkembangan ekonomi suatu Negara/wilayah antara lain dapat dilihat dari perkembangan PDB (produk Domestik Bruto) atau PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) serta laju inflasi.

b. Faktor Lokasi

Kondisi geografis dari suatu lokasi secara langsung akan mempengaruhi desain bangunan mulai dari pondasi, , dinding, lantai maupun atap, baik konstruksi maupun finishingnya. Hal tersebut menyebabkan biaya pembangunan yang dibutuhkan menjadi tinggi atau rendah. Makin sederhana desain bangunan yang sesuai dengan kondisi lokasi, makin rendah biaya pembangunannya, sebaliknya untuk lokasi- lokasi yang memerlukan desain dengan penyelesaian khusus terhadap kondisi lokasi akan menyebabkan biaya pembangunan tinggi.

c. Faktor Sumber daya

Tersedianya sumber daya yang dibutuhkan dalam pembangunan bangunan pada suatu daerah, baik sumber daya bahan bangunan maupun tenaga kerja akan menyebabkan tinggi rendahnya biaya pembangunan. Suatu daerah yang kaya akan sumber daya bahan bangunan maupun tenaga kerja akan memberikan kemudahan dibanding dengan daerah yang kondisinya sulit atau sedikit sumber dayanya. Tingkat kemudahan tersebut akan mempengaruhi biaya tambahan untuk mendatangkan sumber daya sehingga akan mempertinggi biaya pembangunan

d. Material

Material yang digunakan juga sangat mempengaruhi biaya suatu konstruksi gedung, penggunaan material yang tidak tepat akan berakibat pada kualitas gedung bangunan nantinya, yang mana juga berimbas pada biaya proyek jika terjadi pekerjaan perbaikan akibat salah menggunakan material yang tepat pada suatu komponen pekerjaan tertentu. Berikut persyaratan bahan dan struktur bangunan yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007 tersebut :

Tabel 2.7 Spesifikasi Bahan Bangunan Bangunan

No.	Persyaratan Bahan Bangunan	
1	Bahan Penutup lantai	Keramik, vinil, tegel PC
2	Bahan Dinding Luar	Bata, batako diplester dan dicat, kaca dengan rangka kayu aluminium
3	Bahan Dinding Dalam	Bata, batako diplester dan dicat, kaca, partisi kayu lapis
4	Bahan Penutup Plafond	Kayu klas II, aluminium, gypsum
5	Bahan Penutup Atap	Genteng, asbes, seng, sirap
6	Bahan Kusen dan Daun Pintu	Kayu klas II dicat/aluminium
Persyaratan Struktur Bangunan		
1	Pondasi	Batu belah, kayu, beton bertulang K-300*
2	Struktur Lantai (bertingkat)	Beton bertulang K-300, baja, Kayu klas kuat II**
3	Kolom	Beton bertulang K-300, baja, Kayu klas kuat II**
4	Balok	Beton bertulang K-300, baja, Kayu klas kuat II**
5	Rangka Atap	Kayu Klas kuat II, baja
6	Kemiringan Atap	Genteng min. 300, sirap min. 22.50, Seng min.150

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.45/PRT/M/2007

Catatan * = disesuaikan dengan kondisi tanah/lahan, beban yang dipikulnya
** = disesuaikan dengan kemajuan teknologi bahan bangunan, khususnya sumber daya setempat dengan tetap mempertimbangkan kekuatan dan keawetannya.

2.5 *Design Cost Analysis*

Proses estimasi untuk design cost analysis adalah berupaya membagi kegiatan proyek kedalam komponen-komponen tertentu (WBS), yang kemudian di quantifying, dan akhirnya di pricing. Pihak – pihak yang terlibat dalam estimasi dan tender proyek konstruksi menurut harris (1989) dapat dibagi menjadi 3 kelas[16] :

- a. Owner (client) atau staff promoter aau professional representatives
- b. Personil kontraktor konstruksi termasuk senior management, estimator, site management staff, dan sebgainya
- c. Organisasi eksternal seperti sub contractor, supplier material, dan plant hire company

Gambar kerja, bills of quantities dan spesifikasi merupakan sumber informasi utama bagi estimator untuk mempersiapkan estimasi biaya untuk tender. Tujuan dari estimasi pre tender adalah menyediakan suatu indikasi dari kemungkinan biaya konstruksi. Hal ini akan menjadi factor penting untuk dipertimbangkan dalam strategi client dalam memutuskan untuk dibangun.

Estimasi biaya konstruksi adalah kegiatan probalistik, preferensi harus diberikan untuk menawar pada range jumlah estimasi dari pada sebuah nilai tunggal. Metode pretender estimate juga bisa mengklasifikasikan sebagai nilai tunggal harga satuan, analisa yang diukur atau modal biaya. Pilihan dari metode untuk menyiapkan pre tender estimasi harga akan tergantung pada hal berikut[17]:

- a. Waktu yang tersedia
- b. Informasi proyek
- c. Cost data
- d. Preference and familiarity
- e. Experience of the surveyor

Cost overrun dalam kontrak konstruksi meliputi: *change orders* dan *claims*. Rasio cost overrun dipengaruhi oleh beberapa faktor. Peneliti terdahulu telah menginvestigasi faktor-faktor tersebut, yaitu :

- a. Ukuran proyek
- b. Perbedaan antara *the low bid* dan *Owner estimate*
- c. Tipe konstruksi

d. Tingkatan kompetisi

Dalam penelitian ini rasio *cost overrun* didefinisikan sebagai presentase dalam komponen biaya, positif atau negative antara owner dengan harga penawaran kontraktor. Rosemond (1984) menemukan bahwa rasio change order mengalami peningkatan ketika harga pemenang tender berada di bawah 80% dari harga owner estimate.

Strategi design cost analisis pada system biaya bangunan gedung, adalah sebagai berikut : Knowledge of construction cost, penekanan terhadap komponen biaya konstruksi, Knowledge of building construction penekanan terhadap fungsi bangunan Unbalancing cost, penekanan terhadap integrasi antara schedule dan biaya konstruksi. Design cost analysis, mencari nilai maksimum pada biaya terendah selama phase skematik dan development, yaitu secara konstan membuat analisa nilai bangunan sebagai keseluruhan sebaik seperti system secara sendiri.

2.5.1 *Unit cost for bills of quantities*

Harga keseluruhan komponen biaya konstruksi direpresentasikan dalam bill of quantities. Total biaya konstruksi merupakan penjumlahan dari komponen biaya dalam bill of quantity. Harga komponen biaya dalam bill of quantity proyek terdahulu yang similar, diadopsi sebagai referensi.

Pendekatan modal biaya memang masih baru, format bill of quantities merupakan suatu bentuk product base cost modal. Bill of quantities merupakan sumber utama informasi biaya perbandingan antara bill of quantity proyek yang sama akan memperlihatkan variasi yang cukup besar untuk beberapa komponennya. Walaupun harga tender berbeda 10%, harga masing-masing komponen biaya berbeda sampai 40%, dan komponen biayanya bisa berbeda sampai 200% (Asworth 1994). Data dari Bill of quantity diringkas sebagai berikut:

- a. Tarif setiap komponen pekerjaan
- b. Keseluruhan harga untuk dipergunakan dengan metode pendekatan estimasi harga tunggal, misal m², m³
- c. Analisis format elemental
- d. Koefisien setiap pekerjaan

Menurut seeley (1979) beberapa pertimbangan utama dari tujuan diadakan suatu formal bill of quantity adalah

- a. Memberikan kemudahan bagi kontraktor yang ikut tender penawaran untuk menempatkan harga masing-masing komponen biaya secara tepat dengan informasi yang sama.
- b. Sebagai dasar evaluasi terhadap variasi pekerjaan yang biasanya terjadi selama perkembangan proyek
- c. Merupakan gambaran lengkap setiap komponen bangunan, dengan spesifikasi kualitas, dan sebagai pedoman kontraktor untuk melakukan order material dan persyaratan tenaga kerja yang diperlakukan dalam kontrak kerja
- d. Sebagai pedoman dalam cost analisis, yang berguna dalam cost planning proyek selanjutnya.

2.5.2 *Elemental Cost*

Suatu elemen (komponen biaya) konstruksi didefinisikan sebagai “suatu komponen utama yang umum pada kebanyakan bangunan yang digunakan untuk memenuhi fungsi yang terlepas dari konstruksinya atau spesifikasinya ” (Helyar, 1978). Sedangkan menurut Ferry (1991) didefinisikan sebagai “suatu bagian utama dari bangunan yang selalu dikerjakan dengan fungsi yang terlepas dari lokasinya dan spesifikasinya”.

Basic-nya pendekatan secara “elemental” menurut Ferry (1991) adalah sebagai berikut : suatu bangunan gedung ditetapkan dan dibagi menjadi beberapa elemen (komponen) utama atau dengan kata lain dilakukan work breakdown structure (WBS) kemudian diajukan pricing (Cost Breakdown Structure CBS) terhadap komponen-komponen tersebut sehingga diketahui eliminasi total biaya konstruksinya. Modal biaya konstruksi bangunan gedung berdasarkan pendekatan secara elemental memiliki beberapa keuntungan, yaitu : a) Estimasi biaya dapat dilakukan persetiap bagian, b) Dapat mengetahui bagaimana biaya terdistribusi kesetiap bagian bangunan, c) digunakan sebagai dasar control biaya.

2.5.3 Distribusi Komponen Biaya

Konsep distribusi biaya konstruksi menunjukkan seberapa besar proporsi total biaya disebarkan kepada masing-masing komponen biaya pada saat detailed estimate, Konsep distribusi biaya konstruksi sangat menarik untuk didiskusikan karena a) dapat diketahui bagaimana biaya suatu tipe konstruksi memiliki hubungan perbandingan dengan tipe konstruksi yang sama lainnya dan b) mengetahui posisi keseluruhan spectrum komponen biaya bangunan konstruksi[18].

Terdapat bermacam-macam tipe konstruksi biaya konstruksi menurut hasil data costable penelitian, yaitu *University and college classroom building system*. Swinburne 1980, membagi komponen biaya konstruksi menjadi 15 bagian yaitu :

BUILDING TYPE UNIVERSITY AND COLLEGE CLASSROOM BUILDING						
Building System	Low Average		Average		High Average	
	\$/sf	Tot	\$/sf	Tot	\$/sf	Tot
FOUNDATIONS	\$ 1.27	3.18	\$ 1.82	3.08	\$ 1.88	2.88
FLOORS UN GRADE	0.47	1.3	0.80	1.3	0.82	1.2
SUPERSTRUCTURE	9.06	16.5	10.78	18.0	11.10	16.4
ROOFING	0.90	1.6	0.98	1.6	1.40	2.1
EXTERIOR WALLS	6.38	11.6	6.84	11.4	7.30	10.8
PARTITIONS	2.84	5.2	3.06	5.1	3.26	4.8
WALL FINISHES	1.62	3.0	1.74	2.9	1.66	2.8
FLOOR FINISHES	1.20	2.2	1.28	2.1	2.02	3.0
CETLING FINISHES	1.18	2.2	1.26	2.1	1.65	2.4
CONVEYING SISTEM	0.84	1.5	0.90	1.5	0.96	1.4
SPECIALITES	1.86	3.4	2.00	3.3	4.00	5.9
FIXED EQUIPMENT	5.32	9.7	5.70	9.5	7.10	10.5
HVAC	9.52	17.4	10.18	17.0	10.90	16.1
PLUMBING	4.60	8.4	4.92	8.2	5.26	7.8
ELECTRICAL	7.04	12.8	7.52	12.6	8.04	11.9
GROSS BUILDING COST	\$54.82	100\$	\$ 59.78	100\$	\$67.55	100\$

Gambar 2.3 Komponen Biaya Gedung Kuliah Menurut Swinburne

Sumber : Swinburne "*Desing Cost Analysis*"

Pandangan Swinburne terhadap corporate office building melihat harga satuan dengan membagi tiga bagian meliputi : Low average dan higt average. Untuk memberikan kemudahan sehingga diharapkan tidak menghasilkan cost underun dan overrun cukup besar untuk masing-masing komponen biaya tersebut.

2.5.4 Distribusi Probabilitas Biaya

Dalam menentukan parameter-parameter suatu distribusi probabilistic seperti mean, variansi, dan even range pada umumnya tidak cukup dalam generating bilangan acak. Oleh karena itu diperlukan menentukan type distribusi setiap elemen biaya disesuaikan dengan karakteristik masing-masing, misalnya distribusi uniform, triangular, normal, atau lognormal. Salah satu pendekatan dalam menentukan tipe distribusi probabilistic adalah sebagai berikut, misalnya : Apabila data kurang atau range data relative kecil, maka dapat diasumsikan distribusi uniform. Apabila data *the most likely* cukup tersedia maka dapat digunakan distribusi *triangular*. Bentuk distribusi beta cukup luas digunakan ,misalnya pada teknik scheduling PERT (Program Evaluation and Review Technique)[19].

Hasil penelitian Wiser (1991) terhadap biaya konstruksi gedung dimana diperoleh data yang cukup banyak, maka bentuk distribusi biaya yang paling tepat adalah lognormal dibandingkan dengan distribusi normal atau beta. Meoda logis dalam investigasi type distribusi adalah mengumpulkan data dari proyek- proyek sejenis asumsikan bentuk distribusinya, dan lakukan uji kelayakan *goodness of fit test* untuk mengevaluasi suatu hipotesa yang jenisnya dapat dilihat seperti pada table 4.4, menurut W Edward Back et.al (2000) bahwa pemilihan suatu fungsi *probability density* yang mempresentasikan data biaya merupakan peninjauan yang sangat penting dalam pengembangan suatu system estimasi biaya. Dalam melakukan pemilihan tersebut, mana distribusi probabilitas harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut[20] :

- a. Pada setiap estimasi terdapat batas atas dan batas bawah. Konekuensinya adalah bentuk distribusi closed ended lebih dipertimbangkan.
- b. Distribusi harus continous. Tidak logis bila mengasumsikan bahwa distribusi probabilitas biaya proyek berupa *discrete*.
- c. Probabilitas kemunculan suatu event mengecil pada batas atas dan batas bawah, dengan demikian kurva distribusi probabilitas lebih berbentuk *convex* dibandingkan berbentuk *concave*.
- d. Unimodal, hal ini sesuai dengan biaya konstruksi bahwa biaya akan mempunyai suatu nilai yang paling mungkin.

a. Uniform Distribution

Pada distribusi Uniform semua nilai diantara minimum dan maksimum muncul dengan *likelihood* yang sama, dengan demikian kondisi yang harus dipenuhi adalah

- a) Nilai minimum : tetap (fixed)
- b) Nilai maksimum : tetap (fixed)

Semua nilai diantara minimum dan maksimum muncul dengan peluang yang sama

b. Normal Distribution

Distribusi Normal merupakan distribusi yang paling penting dalam teori probabilistic karena banyak menggambarkan fenomena alam. Kondisi dari distribusi normal adalah : Beberapa nilai dari variabel *uncertain* merupakan *the most likely (the mean)*. Nilai variabel yang berada lebih besar atau lebih kecil dari mean membentuk simetris terhadap *mean* dua parameter *mean* dan standar deviasi

c. Triangular Distribution

Distribusi Triangular dapat dijelaskan pada situasi dimana variabel berupa data yang paling kecil (minimum), paling besar (maksimum), dan yang paling banyak muncul (*the most likely*). Dengan demikian kondisi dari distribusi adalah

- a) Angka nilai minimum : tetap (fixed)
- b) Angka nilai maksimum : tetap (fixed)
- c) Angka nilai *the most likely* berada diantara nilai minimum dan maksimum

d. Weibull Distribution

Distribusi Weibull merupakan suatu keluarga dari distribusi-distribusi yang dapat mengasumsi sifat-sifat dari beberapa distribusi yang lain. Oleh karena itu distribusi ini sangat fleksibel dimana fleksibilitasnya tergantung pada parameter-parameter : *Location*, *Shape*, dan *Scale*.

e. Logistic Distribution

Distribusi ini biasanya digunakan untuk menggambarkan suatu pertumbuhan, parameter standarnya adalah mean dan scale. Karena distribusinya berbentuk simetris maka parameter mean merupakan nilai rata-rata dan sama dengan nilai mode.

f. Lognormal Distribution

Distribusi lognormal sangat luas digunakan pada situasi dimana nilai-nilai merupakan *positive skewed*, seperti valuasi property dan real estate. Tiga kondisi distribusi lognormal adalah

- a) Variabel *uncertain* dapat meningkat tanpa batas, tetapi tidak dapat jatuh dibawah nol
- b) Variabel *uncertain* berupa *positive skewed* dengan nilai paling banyak muncul di batas bawah (*lower limit*)

Natural logarithm dari variabel uncertain akan membentuk distribusi normal. Pada umumnya jika koefisien variabilitas lebih besar dari 30 % berupa distribusi lognormal, sedangkan bila lebih kecil dari 30 % berupa distribusi normal

g. Extreme Value Distribution

Distribusi extreme value kerap digunakan untuk menggambarkan nilai paling besar suatu variabel pada suatu periode tertentu. Parameternya adalah : Mode dan Scale. Parameter Mode adalah *the most likely* (titik teratas dari distribusi probabilitas). Sedangkan parameter scale dihitung.

2.5.5 Simulasi Monte Carlo

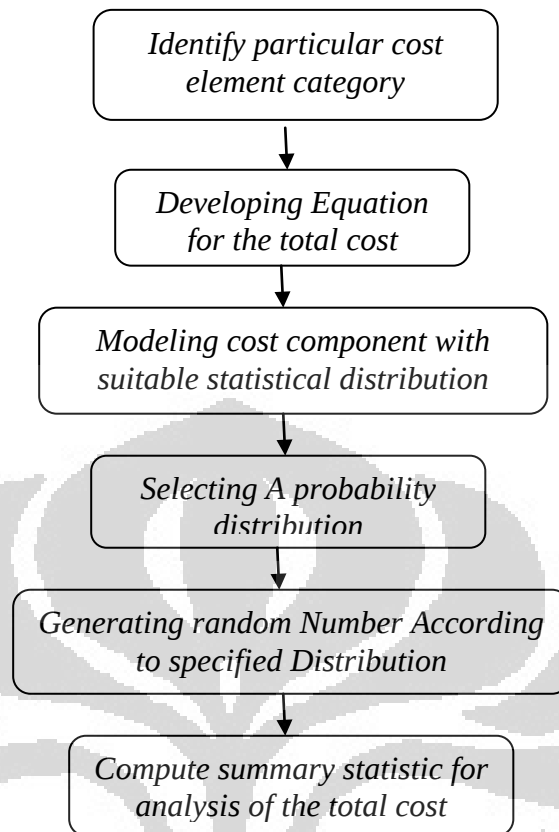
Simulasi adalah proses membangun suatu model atau logika dari suatu system atau masalah keputusan, dan melakukan percobaan dengan model untuk mendapatkan wawasan kedalam perilaku system atau untuk membantu dalam memutuskan masalah keputusan. Simulasi Monte Carlo adalah pada dasarnya ditujukan untuk mengestimasi suatu distribusi dari suatu variable keluaran yang tergantung pada beberapa probalistik variabel input[21]. Kebanyakan estimasi biaya disiapkan menggunakan teknik probalistik seperti simulasi Monte Carlo. Dalam teknik ini elemen biaya masing-masing didefinisikan sebagai random

variabel. Proses sampling ini diulangi pada sejumlah besar pengulangan untuk menghasilkan suatu sampel, atau probabilitas distribusi biaya total.

Simulasi ini sangat bermanfaat ketika permasalahan yang dihadapi secara signifikan mengandung unsur ketidakpastian, yang secara umum sangat sulit dilakukan pendekatan secara analitis (Evans and Olson 1998). Pada penelitian ini, penekanan lebih difokuskan pada penggunaan simulasi Monte Carlo. Menurut Evans dan Olson ***“Monte Carlo simulation is basically a sampling experiment whose purpose is to estimate the distribution of an outcome variable that depends on several probabilistic input variables”*** (Evans and Olson 1998). Simulasi Monte Carlo menggunakan asumsi bahwa parameter ketidakpastian yang akan terjadi dapat digambarkan melalui distribusi probabilitas (Flanagan and Norman 1993). Sehingga kebanyakan *range cost estimate* dianalisis dengan pendekatan suatu teknik probabilistik seperti simulasi Monte Carlo (Back, Boles et al. 2000).

Pada teknik ini, masing – masing komponen biaya didefinisikan, dan total biayanya merupakan penjumlahan keseluruhan komponen biaya tersebut. Singkatnya dapat dikatakan bahwa teknik Monte Carlo *men-generate random number* beberapa ribu kali untuk proses simulasi pada suatu model, *men-storing*, dan *me-recording* hasil dari setiap proses iterasi. Estimator (*cost engineer*) dapat menginterpretasi ketidakpastian biaya konstruksi sebagai suatu fungsi distribusi probabilitas, yang kemudian digunakan untuk mengevaluasi probabilitas terjadinya *cost overrun* maupun *cost underrun*. Penempatan presentase manajemen kotingensi (Yeo 1990); Ranasinghe (Ranasinghe 1994) dan mampu menetapkan kesimpulan statistik sebagai pedoman dalam financial decision making (Back, Boles et al :2000).

Penggunaan teknik simulasi Monte Carlo dalam probabilistic costs estimating telah didokumentasikan dengan baik (Touran and Wiser 1992). Alur proses simulasi Monte Carlo untuk perhitungan biaya konstruksi terdiri dari:



Gambar 2.4 *The Simulation Process For Total Cost Of Construction*

Sumber : Touran A and E.P. Wiser (1992), "Monte Carlo technique with correlated random number"

2.6 Kesimpulan

Pada bagian ini telah didiskusikan bahwa proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang hasil akhirnya adalah bangunan atau konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, baik itu dipergunakan sebagai tempat tinggal maupun sarana kegiatan lainnya seperti bangunan gedung. Pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara digolongkan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan standar (yang ada standar harga satuan tertingginya) dan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan non-standar (yang belum tersedia standar harga satuan tertingginya), adapun faktor ketidakpastian yang sangat mempengaruhi penerapan *probabilistic costs estimating*. Faktor – faktor tersebut antara lain faktor harga material dan upah tenaga kerja.

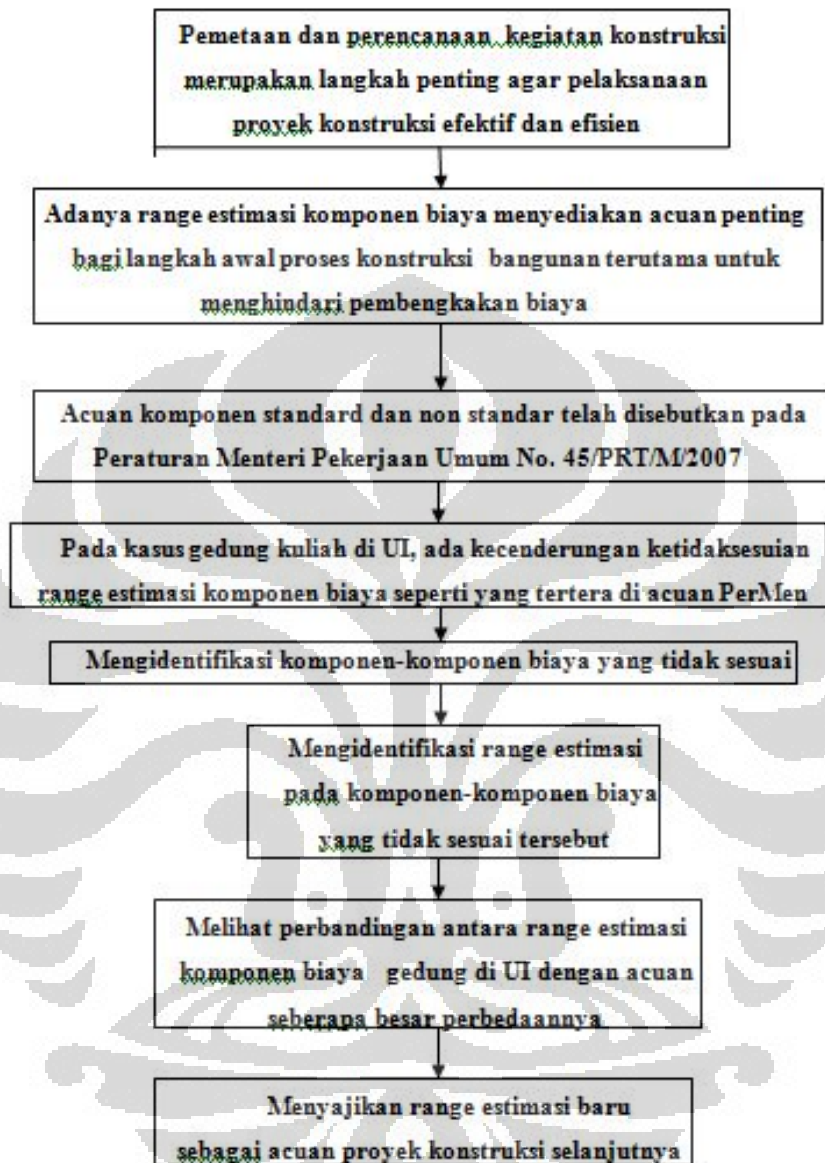
Sangat jelas bahwa untuk penerapan probabilistic cost estimating harus memenuhi syarat-syarat yang diperlukan terutama mengenai konsep probabilitas, dan input data. Pada bagian akhir, pengembangan mengenai konsep *simulasi monte carlo* yang merupakan derivative dari konsep probabilistic costs estimating telah didiskusikan secara detail.

2.6.1 Kerangka Pemikiran

Dari penjelasan dari Bab 1 dan Bab 2 maka disimpulkan suatu kerangka pemikiran pada gambar II.4.

2.6.2 Hipotesa

Berdasarkan atas kerangka pemikiran yang dimaksud pada gambar II.4 maka untuk mencapai maksud dan tujuan penulisan yang diuraikan dalam Bab 1 yaitu range estimasi komponen biaya standard an non standard pada konstruksi bangunan gedung di Universitas Indonesia maka tidak ada hipotesa yang dapat dirumuskan, hal ini dikarenakan penelitian ini adalah penelitian deskriptif.



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

Sumber : Hasil Olahan

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Pada Bab III ini akan dipaparkan perancangan penelitian yang berkaitan dengan maksud dan tujuan skripsi ini. Penetapan metode penelitian dilakukan agar sasaran yang telah ditetapkan dapat tercapai secara efektif dan terarah. Metode penelitian merupakan cara dan tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk meneliti topik permasalahan. Metode penelitian dilakukan untuk memberikan gambaran tentang tahap – tahap yang akan dilakukan selama penelitian. Penelitian yang akan dilakukan adalah mengenai Seberapa besar range estimasi komponen biaya standar dan non standar pada konstruksi gedung perkuliahan di Universitas Indonesia. Untuk mendapatkan model range estimasi komponen- komponen biaya tersebut terhadap biaya total simulasi menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* dengan *Crystal ball*. Output yang dihasilkan berupa distribusi probabilistic dimana dapat ditentukan range estimasi biaya untuk masing – masing komponen biaya.

Tahap pelaksanaan penelitian dan penulisan yang dilakukan adalah :

- a. Identifikasi masalah
- b. Melakukan studi literatur untuk menetapkan landasan teori
- c. Mengumpulkan data
- d. Membuat analisa data
- e. Membuat rumusan, kesimpulan, dan dilanjutkan dengan menyusun laporan

3.2 Pemilihan Strategi Penelitian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang relevan dan optimal, maka penulis harus melakukan pemilihan strategi penelitian yang tepat. Dalam menentukan strategi penelitian yang akan digunakan, maka harus dipertimbangkan masalah mengenai jenis pertanyaan yang akan digunakan , kendala terhadap peristiwa yang akan diteliti dan fokus terhadap peristiwa yang sedang atau baru diselesaikan. Menurut Robert Yin, studi kasus merupakan salah satu metode penelitian ilmu-ilmu sosial, selain studi kasus masih ada beberapa metode yang lain seperti eksperimen, survei, historis, dan analisis informasi

dokumenter. Dalam penggunaan masing-masing strategi, ada 3 kondisi yang perlu diperhatikan yakni [22] :

- a. Tipe pertanyaan (research question) dalam penelitian,
- b. Cakupan kontrol peneliti atas peristiwa perilaku yang akan diteliti.
- c. Fokus terhadap peristiwa kontemporer sebagai kebalikan dari peristiwa historis.

Adapun jenis metode penelitian dapat dilihat berdasarkan tabel strategi penelitian untuk masing-masing situasi :

Tabel 3.1 Strategi Penelitian

Strategi	Jenis pertanyaan yang digunakan	Kendali terhadap peristiwa yang diteliti	Fokus terhadap peristiwa yang sedang berjalan / baru diselesaikan
Eksperimen	Bagaimana, mengapa	Ya	Ya
<i>Survey</i>	Siapa, apa, dimana, berapa banyak, berapa besar	Tidak	Ya
Analisa Arsip	Siapa, apa, dimana, berapa banyak, berapa besar,	Tidak	Ya / tidak
Sejarah	Bagaimana, mengapa	Tidak	Tidak
Studi kasus	Bagaimana, mengapa	Tidak	Ya

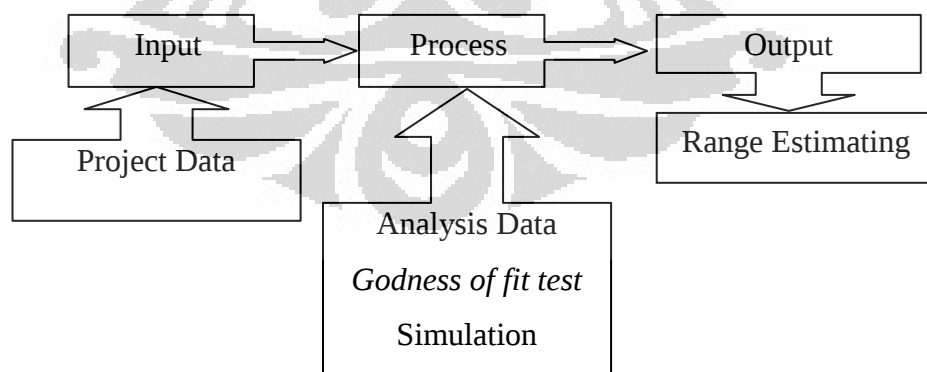
Sumber : Yin (2002)

Sesuai dengan rumusan masalah untuk menjawab pertanyaan “apa”, “dimana” dan “seberapa besar”, maka berdasarkan tabel diatas, strategi penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Analisa arsip dan studi kasus yang akan dilakukan pada sebuah proyek pembangunan gedung perkuliahan di lingkungan Universitas Indonesia.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan adalah dengan penelitian studi kasus. Dimana peneliti ingin menginvestigasi dan memfokuskan pada satu aspek penelitian yaitu mengenai biaya bangunan gedung berupa gedung perkuliahan. Metode ini juga telah digunakan oleh beberapa peneliti dalam memperkirakan biaya proyek konstruksi seperti Touran dan Wiser 1992, Back, 2000. Sumber data penelitian pada studi kasus ini merupakan data primer yang didapatkan dari dokumen kontrak, table data proyek rencana biaya, dan realisasi biaya dari data laporan akuntansi.

Dalam memanfaatkan Probabilistik estimasi dengan system analisa yang sesuai dengan karakteristik dunia konstruksi di Indonesia pada umumnya dan di Bangunan gedung perkuliahan di Universitas Indonesia ada khususnya, maka sasaran awal penelitian ini adalah menentukan probabilistik estimasi komponen biaya bangunan. Selanjutnya kerangka proses penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir pada gambar 3.1, yang menunjukkan bagan alir proses pengumpulan data, Gambar 3.2 merupakan bagan alir proses *monte carlo* simulasi terhadap model efisiensi komponen biaya terhadap estimasinya, dan model efisiensi total terhadap estimasi komponen biaya, dan Gambar 3.4 Diagram alir Analisis Optimalisasi efisiensi total dengan konstrain range estimasi komponen biaya



Gambar 3.1 Flow Chat Rancangan Penelitian

Sumber : Hasil Olahan

3.3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau suatu kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga dapat ditarik kesimpulannya .

Variabel dapat dibedakan menjadi lima jenis , [23] yaitu:

- a. Variabel Independen (bebas), variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (terikat).
- b. Variabel Dependen (terikat), variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas.
- c. Variabel Moderator, variabel yang mempengaruhi hubungan antara variabel independen dan variabel dependen.
- d. Variabel Intervening, variabel yang secara teoritis mempengaruhi hubungan antara variabel independen dan variabel dependen menjadi hubungan tidak langsung dan tidak dapat diamati atau diukur.
- e. Variabel Kontrol, variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas yakni proses pengelompokan biaya untuk menetapkan variabel komponen biaya yang akan dianalisis didasarkan atas terdapat masing-masing 26 variabel komponen biaya yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini, dari beberapa proyek bangunan gedung perkuliahan di lingkungan Universitas Indonesia. Variabel komponen biaya ini mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007 adalah:

Tabel 3.2 Variabel

No	Komponen Standar
1	Pondasi
2	Struktur
3	Lantai
4	dinding
5	Plafond
6	Atap
7	Utilitas

Tabel 3.2 (sambungan)

8	finishing
No	Komponen Non Standar
1	Alat pengkondisian Udara
2	Elevator
3	Tata Suara
4	Telefon
5	Instalasi IT
6	Elektrikal
7	Penangkal Petir
8	Interior
9	Anti Rayap
10	Sarana dan Prasarana
11	Proteksi kebakaran
12	Instalasi pengolahan Limbah
13	Interior (termasuk funiture)
14	Gas kebakaran
15	Gas Medis
16	Pondasi dalam
17	Fasilitas penyandang cacat
18	Peningkatan mutu
19	Basement

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan variable-variabel komponen biaya, ada model biaya yang akan dianalisis pada penelitian ini :

- Model biaya untuk mengetahui akurasi secara simulasi dan mendapatkan *range estimate* dari data awal komponen biaya konstruksi. Dalam menganalisis *range estimate* untuk masing-masing komponen biaya konstruksi, model biaya yang akan dipergunakan adalah :

$$Y = X_i \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Y = rasio perbandingan komponen biaya

X_i = random variable

- Model biaya untuk mendapatkan hubungan antara rasio C/OE dengan bobot biaya dari *owner* dan rasio C/OE dengan bobot dari kontraktor *range estimate*

dari hubungan data-data tersebut. Dalam menganalisis hubungan tersebut, model matematik menggunakan persamaan regresi lianer sederhana, yaitu :

$$Y_i = A + BX_i \dots\dots\dots(2)$$

Secara umum rumus yang telah diformulasikan dan dipergunakan oleh Touran dan Wiser (Touran and Wiser 1992), dan Touran (Touran 1993), disebutkan bahwa :

$$C_{Total} = \sum C_i \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

C_{Total} = Total biaya

C_i = Komponen biaya

3.3.2 Instrumen Penelitian

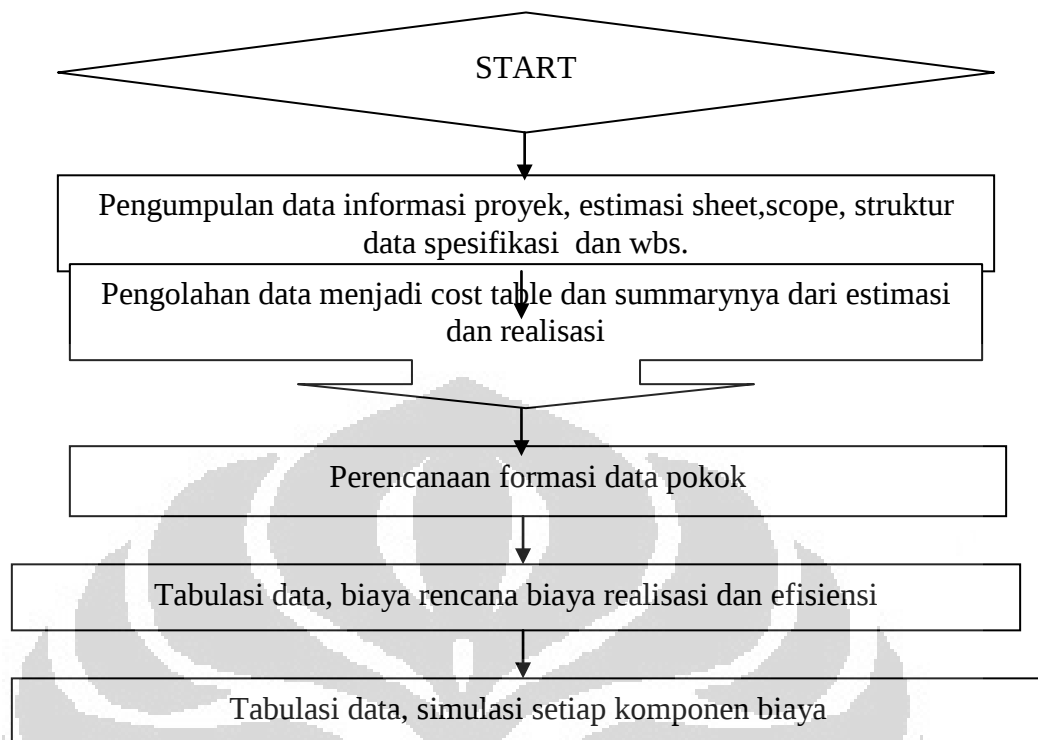
Instrumen penelitian merupakan sesuatu alat yang dapat membantu peneliti untuk mengumpulkan informasi yang diperlukannya. Menurut Suharsimi (1996) instrument penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaan lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap dan sistematis. Hal ini dilakukan untuk mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian. Dalam penelitian ini, penulis melakukan penelitian dengan wawancara dengan kuisisioner kepada *Cost Control* proyek mengenai berapa bobot (%) masing-masing komponen biaya standard dan non standar pada konstruksi bangunan gedung yang sedang dikerjakan, namum untuk proyek yang sudah selesai masa pengerjaannya, peneliti yang menghitung sendiri berapa bobot (%) masing-masing komponen biaya tersebut. Kuisisioner adalah daftar pertanyaan yang tertulis yang ditujukan pada responden untuk kemudian dicatat dan diolah kembali (terlampir). Dalam menganalisa data numerik, senantiasa berkepentingan dengan sifat dasar skala yang digunakan untuk pengukuran, yang menurut Stevens terdapat empat macam skala pengukuran yakni nominal, ordinal, interval dan ratio. Untuk Melakukan pengukuran terhadap jenjang data tersebut maka dikelompokkan berdasarkan sifatnya terdapat empat macam skala pengukuran.

- a. Skala nominal, yaitu skala yang diberikan pada obyek yang tidak menggambarkan kedudukan obyek terhadap obyek lainnya. Skala ini hanya mengelompokkan obyek ke dalam kelompok tertentu.
- b. Skala Ordinal, yaitu skala dimana penomoran obyek disusun berdasarkan besarnya, yaitu dari tingkat terendah ke tingkat tertinggi.
- c. Skala interval, yaitu skala yang diberikan pada obyek yang sifatnya juga menyatakan tingkat dengan jarak yang harus sama, namun tidak terdapat titik nol absolute. Skala ini memiliki cara sama dengan ciri pada skala ordinal ditambah satu ciri lagi, yaitu urutan kategori data mempunyai jarak yang sama.
- d. Skala rasio, yaitu skala yang diberikan pada obyek yang sifatnya menghimpun semua sifat dari ketiga skala lainnya dan melengkapi dengan titik nol absolute dengan makna empiris.

3.3.3 Pengumpulan Data

Seperti diterangkan di dalam Bab I bahwa maksud dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan range estimasi komponen biaya dan total biaya dengan konstrain biaya komponen masing-masing dan biaya totalnya untuk bangunan gedung perkuliahan yang ada di Universitas Indonesia dalam Rp setiap m^2 . Dengan pertimbangan teknis kemudahan perolehan jumlah sample yang memadai dan pertumbuhan pembangunan konstruksi bangunan gedung di Universitas Indonesia, maka obyek penelitian yang dipilih adalah konstruksi bangunan gedung perkuliahan yang dilaksanakan di kampus UI Depok yang telah selesai masa konstruksinya antara tahun 2000-sekarang.

Sumber data berasal dari laporan dokumen kontrak beberapa tahun silam, dan ada juga beberapa dokumen kontrak yang proses pelaksanaannya sedang berlangsung pada saat ini. Jumlah proyek yang dijadikan sampling data untuk setiap sumber data tidak dibatasi. Data yang dibutuhkan adalah biaya rencana dan biaya realisasi, dan pola pelaksanaan setiap variable komponen biaya pekerjaan pokok dan data luas bangunan. Berikut adalah bagan alir proses pengumpulan data :



Gambar 3.2 Bagan Alir Pengumpulan Data

Sumber : Hasil Olahan

3.3.4 Pengolahan Dan Analisa Data

Yang dimaksud dengan pengolahan data awal disini adalah proses penyaringan atas data yang masuk setelah dilakukan pentabulasian data dan pengolahan data sesuai komponen biaya wbs yang dipilih dan ditabulasikan data rencana estimasi komponen biaya dan total estimasi biayanya serta realisasi komponen biaya.

Penyusunan atau penentuan Probabilistik estimasi komponen biaya dengan menetapkan range estimasi yang tepat merupakan langkah penting dari rangkaian analisis estimasi biaya. Dengan diperolehnya model komponen biaya setiap komponen biaya pekerjaan pokok dengan probabilitasnya masing-masing maka diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi proses analisis estimasi biaya bangunan untuk selanjutnya.

Sebagaimana yang digambarkan pada diagram alir pada Gambar 3.3 bahwa penentuan Probabilistik estimasi berupa suatu range (batas bawah dan atas) terhadap komponen biaya dilakukan dengan analisis *probabilistic Monte Carlo Generation*. Proses analisis *probabilistic Monte Carlo* pada penelitian ini mempergunakan bantuan perangkat lunak *Crystal Ball*.

Analisa data untuk memprediksi biaya konstruksi pada penelitian ini secara umum akan dilakukan secara *probabilistic estimating* dengan simulasi Monte Carlo, telah dilakukan oleh Touran dan Wiser (Touran and Wiser 1992) dan Touran (Touran 1993). Riset dengan simulasi untuk memprediksi (*forecasting*) biaya konstruksi juga dilakukan oleh Flanagan (Flanagan and Norman 1993) (McMullan 1996) Barraza (Barrazam, Back et al. 2000), dan Clark (2001).

Pada metode ini, setiap konsumen biaya dengan *variabety* yang tinggi dimodelkan sebagai bilangan random (Touran and Wiser 1992). *Software* Crystal Ball (Evans and Olson 1998) digunakan untuk melakukan proses simulasi terhadap model biaya yang telah didapatkan. Selain itu, dilakukan juga dengan analisis menggunakan *software* SPSS (*Statistical Program for Social Science*) ver. 10.0 untuk menentukan *frequencies statistical analysis, regression analysis, dan normality tests*.

Langkah-langkah analisis data secara detail yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Meng-adjusted dan meng-asement data penelitian berdasarkan pengelompokan komponen biaya

Setelah keseluruhan data terkumpul, baik data *owner estimasi* maupun data harga penawaran kontraktor. Selanjutnya data tersebut *di-adjusted* dan *di-asement* yang berpedoman pada dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007. Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara.

Dari hasil *adjusted* dan *asement* data maka terdapat data penelitian yang akan dianalisis, yaitu :

a) Berdasarkan kepemilikan data

Data penelitian dari dokumen *owner estimate*

- (a) Data penelitian dari dokumen *owner estimate*
- (b) Data penelitian dari harga penawaran kontraktor

Kedua jenis data diatas kemudian di-*asement* dan di rekapitulasi lagi berdasarkan rasio perbandingan, yang meliputi :

- a. Rasio perbandingan antara harga penawaran kontraktor dengan *owner estimate*
- b. Rasio perbandingan antara komponen biaya dengan total biaya pada *owner estimate*
- c. Rasio perbandingan antara komponen biaya dengan total biaya pada harga penawaran kontraktor

Rasio-rasio perbandingan ini yang pada akhirnya dipergunakan untuk analisis data penelitian selanjutnya. Keuntungan mempergunakan ratio sebagai input data adalah (Helyar 1987)

- a. Dengan pengalaman sejumlah analisis dan estimasi yang telah dilakukan rasio dari masing-masing komponen semakin *familiar*
- b. Rasio menunjukan distribusi dan perbandingan kenapa suatu bangunan lebih mahal dibandingkan yang lainnya.
- c. Rasio dapat digunakan pada estimasi tahap awal untuk menghasilkan suatu *quantity*

b. Replikasi data penelitian

Replikasi data penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah data penelitian memiliki penyebaran data secara normal dan untuk mendapatkan data penelitian yang sesuai. Pada tahap ini, analisis data menggunakan pendekatan persamaan (1) dan pengujian normalisasi data dilakukan dengan *batch fit* dari *software Crystal Ball* secara kolmogorov Smirnov test.

c. Mengetahui distribusi penyebaran data

Pada tahap ini terdapat 2 (dua) tujuan yaitu :

- a) Mengetahui penyebaran data apakah terdapat penyimpangan data (*outlier*)serta dilakukan *frequencies statistical analysis* dengan tingkat percentiles 5% dan 95% pada bagian ini, analisis data dilakukan dengan *software* SPSS ver. 10.0.
- b) Mendapatkan bentuk dan karakteristik distribusi probabilitas (PDF, CDF dan parameter) dari data, yang berfungsi sebagai input data dalam proses simulasi Monte Carlo. Pada bagian ini, analisis data dilakukan dengan *batch fit* pada *software* Crystal Ball.

d. Menentukan model biaya untuk masing-masing komponen

Persamaan regresi linear sederhana pada persamaan(2) akan merupakan suatu model dalam simulasi untuk menentukan *range estimate* komponen biaya, terdapat 2(dua) model biaya, seperti yang telah disebutkan pada bagian terdahulu

e. Melakukakan simulasi untuk mengetahui *range estimasi* terhadap masing-masing komponen biaya

Pada tahap ini, model biaya dari hasil persamaan (2), akan disimulasi terhadap data hubungan diatas (step 4) untuk mengetahui *range estimate* masing-masing komponen biaya, akan terjadi berapa pada batas bawah (*lower bound*) sebesar 85% dan berapa batas atas (*upper bound*) sebesar 105% dengan tingkat *level of confidance* tertentu. Input data untuk proses simulasi ini, pertama dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu : berdasarkan konsep *central limit theorem* dan berdasarkan konsep *extreme value*, kedua probability distribusinya merupakan *truncated normal distribution* dengan memuaskan nilai minimum (5%) dan nilai maksimum (95%) data.

f. Uji hasil simulasi

Pengujian atas hasil simulasi dilakukan terhadap 2 (dua) bagian yaitu pertama, *range estimate test*, untuk menguji apakah *range estimate* yang dihasilkan dari proses simulasi terjadi dalam *range estimate* yang telah ditetapkan sebesar 85% sampai 105%. Kedua, *normality test*, apakah output hasil simulasi masuk dalam kategori normal untuk masing-masing komponen biaya?

g. Melakukan *optimization* untuk hasil simulasi yang telah dilakukan

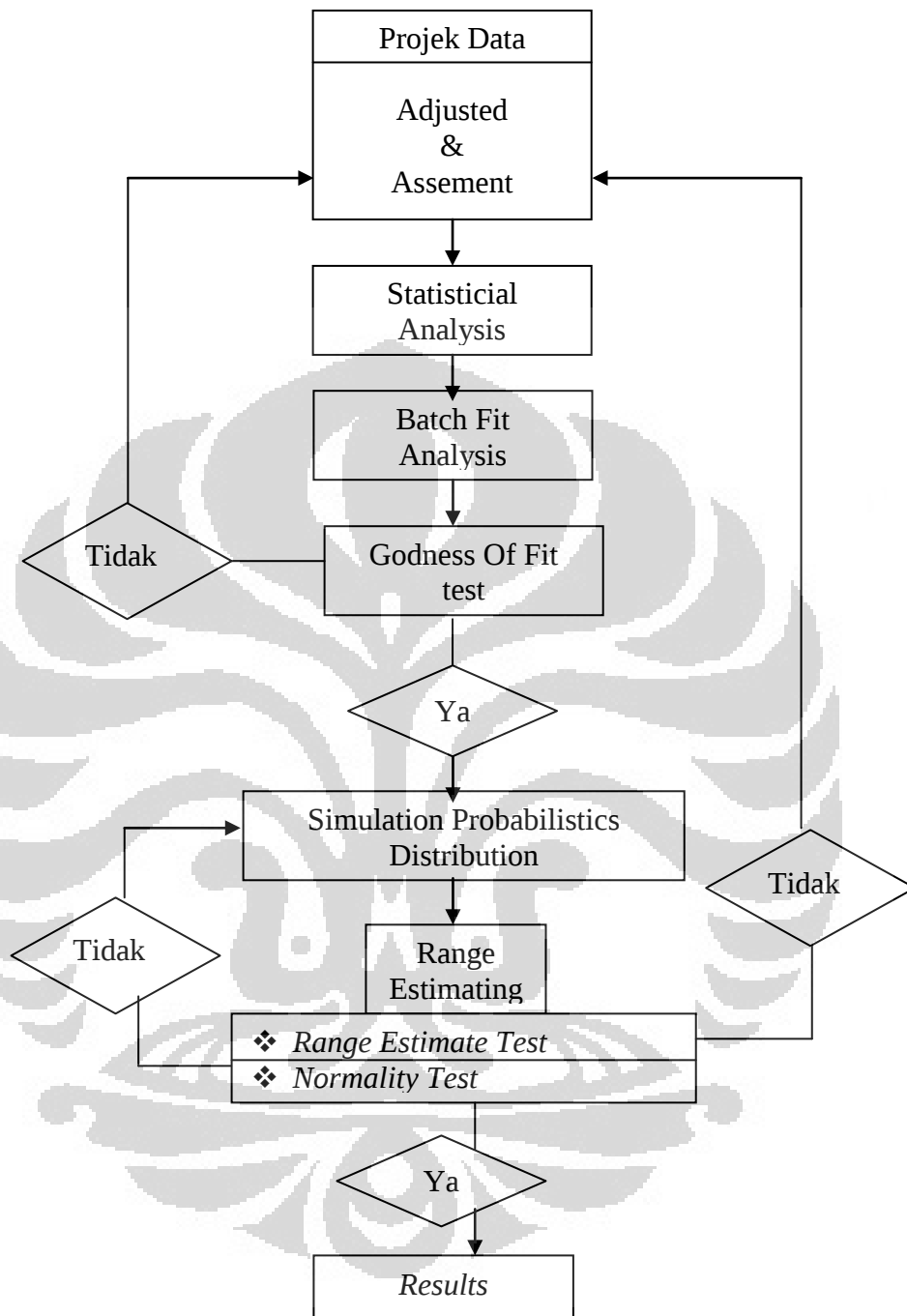
Dilakukan optimasi dari hasil *range estimate* (step 5) tersebut diatas, untuk mendapatkan *expeted* biaya yang paling optimal. Batas bawah (*lower bound*) dan batas atas (*upper bound*) dari hasil simulasi (step 5) merupakan *constraints* untuk proses optimasi dari masing-masing komponen biaya. Proses optimasi akan dilakukan dengan pendekatan matematik *linear programming*.

h. Melakukan analisis rangking (Rank Analysis)

Analisis rangking disini selain untuk menentukan komponen biaya yang memiliki bobot paling besar, juga untuk menentukan seberapa besar dari komponen tersebut memberikan kontribusi dari keseluruhan biaya total konstruksi. Pada tahap ini, ingin menguji pernyataan dari *Pareto's law* (*80/20'slaw*)

i. Menetapkan kesimpulan sementara dari analisis

Beberapa hasil penelitian dari analisa data, dibuat kesimpulan hasil analisis dan untuk selanjutnya diinterpretasi pada bab V.



Gambar 3.3 Flow Chart Analisis Data

Sumber : Hasil Olahan

3.4 Kesimpulan

Banyaknya faktor yang mempengaruhi estimasi biaya konstruksi, mengakibatkan besarnya tingkat ketidakpastian terhadap komponen biaya pada bangunan konstruksi, oleh sebab itu diperlukan pemilihan metode penelitian dan analisis data yang tepat merupakan hal penting untuk menghasilkan tingkat akurasi yang baik pada penelitian ini. Dengan penerapan simulasi Monte Carlo untuk menetapkan range estimasi komponen biaya standard dan non standar pada konstruksi bangunan perkuliahan melalui case study research terhadap model biaya dan dikombinasikan dengan pendekatan secara statistical analysis dan simulasi diharapkan akan memberikan analisis estimasi biaya konstruksi yang lebih baik sehingga pada akhirnya mampu diimplementasikan dalam proses decision making dalam proyek konstruksi pada pembangunan-pembangunan selanjutnya.

BAB 5

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal –hal yang ditemukan setelah melakukan penelitian. Penemuan ini merupakan hasil akhir dari seluruh tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari pencarian data sekunder, analisa deskriptif analisis, goodness of fit test, sampai hasil analisa dari simulasi monte carlo.

5.2 Temuan

Setelah di analisa pada bab sebelumnya maka di dapat temuan range estimasi komponen biaya dari masing- masing variabel yaitu untuk komponen standar, pondasi (6.61-9.56%),struktur (27.56-39.97%), lantai (3.34-5.88%), dinding (6.53-10.94%), plafond (1.28-2.28%), atap (4.63-10.39%) dan untuk komponen non standar, alat pengkondisian udara (4.97-9.08%), elevator (1.92-4.76%), telepon (0.79-1.37%), tata suara (0.71-1.41%), instalasi IT (0.65-1.34%), elektrik (5.37-8.75%), penangkal petir (0.06-0.14%), anti rayap (0.16-0.46%), proteksi kebakaran (2.06-4.67%) dan Pondasi dalam (3.69-6.72), dengan probabilitasnya masing- masing seperti yang akan di bahas pada bagian pembahasan selanjutnya. Dari hasil analisis pada bab sebelumnya maka di dapat temuan sebagai berikut:

Tabel 5.1 Range Estimasi Komponen Biaya Standar

No	Komponen Standar	Range (%)
1	Pondasi	6.61 - 9.56
2	Struktur	27. 56 - 39.97
3	Lantai	3.34 - 5.88
4	Dinding	6.53 - 10.94
5	Plafond	1.28 - 2.28
6	Atap	4.63 - 10.39

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 5.2 Range Estimasi Komponen Biaya Non Standar

No	Komponen Non Standar	Range (%)
1	AC	4.97 - 9.08
2	Elevator	1.92 - 4.76
3	Telefon	0.79 - 1.37
4	Tata Suara	0.71 - 1.41
5	Instalasi IT	0.65 - 1.34
6	Elektrikal	5.37 - 8.75
7	Penangkal petir	0.06 - 0.14
8	Anti rayap	0.16 - 0.46
9	Proteksi kebakaran	2.06 - 4.67
10	Pondasi dalam	3.69 - 6.72

Sumber : Hasil Olahan

Dari tabulasi diatas maka dapat diperoleh beberapa temuan yaitu range estimasi variabel struktur menempati peringkat pertama dengan nilai terbesar yaitu (27.56 - 39.97%), diikuti di peringkat kedua variabel dinding sebesar (6.53 - 10.94%), dan variabel atap di rangking ketiga dengan nilai (4.63 - 10.39%) nilai range dari masing- masing komponen biaya yang mana telah dihasilkan outputnya pada bab simulasi, jadi dapat disimpulkan bahwa data dari masing-masing variabel komponen biaya standar dan non standar untuk bangunan gedung di Universitas Indonesia mempunyai output untuk proporsi komponen biaya penyusun biaya proyek.

5.3 Pembahasan

Seluruh hasil data penelitian dari data historis bangunan gedung di universitas Indonesia yang dikumpulkan dan kemudian dianalisa berdasarkan kerangka pemikiran bab II dan metodologi penelitian bab III, dan hasilnya pada analisa bab IV, maka hasilnya akan dibahas secara lengkap di bab V ini.

Dari hasil pengujian data distribusi ke 17 data dari masing-masing komponen biaya dengan menggunakan metode goodness of fit test di bab 4, maka di peroleh 16 data mempunyai distribusi beta untuk masing-masing komponen biaya, hanya satu komponen saja yang berdistribusi normal yaitu variabel alat pengkondisian udara. Test ini sangat penting dilakukan dimana untuk melakukan

simulasi program akan meminta input berupa jenis distribusi data yang dipilih, jika kita salah mengansumsi distribusi dari data kita maka kita akan memperoleh hasil yang tidak sesuai dengan data yang kita miliki, dimana hasilnya akan sangat berpengaruh pada penelitian ini. Dari hasil simulasi probabilistic estimasi di dapatkan range estimasi komponen biaya bangunan gedung di Universitas Indonesia yang diperoleh dari analisa terhadap penelitian ini sehingga dapat dijadikan referensi bagi estimator dalam melakukan pendekatan estimasi biaya komponen standard dan non standar untuk bangunan gedung di Universitas Indonesia.

Pembahasan mengenai karakteristik masing-masing variabel ke limabelas komponen standard an non standar meliputi scope pekerjaannya, sub item yang diestimasi dan elemennya, dan juga peringkat probabilitas dari masing- masing variabel, dan juga tinjauan terhadap range estimasi kompenen biaya terhadap biaya total.

a. Pondasi

Biaya langsung pada pekerjaan pondasi pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia umumnya terdiri dari perkerjaan galian, pekerjaan urugan dan pekerjaan pemancangan, seluruh proyek yang dianalisa semuanya memakai pondasi pemancangan tiang pancang, dimana setelah di pancang kemudian akan dilakukan pekerjaan sloof dan pembetonan pile cap.

Dari hasil simulasi pada bab IV di dapatkan range estimasi dari variabel pondasi sebesar (6.61 - 9.56%), dan menduduki peringkat empat range terbesar dari biaya total, sedangkan menurut PerMen PU tahuun 2007 pekerjaan pondasi memiliki range sebesar (5-10%). Dengan ini menunjukkan bahwa komponen pekerjaan pondasi merupakan salah satu komponen biaya terpenting yang mempengaruhi total biaya dari proyek konstruksi gedung. Berikut ini adalah probabilitas dari range estimasi pondasi :

Tabel 5.3 Probabilitas Komponen Pondasi

No	Variabel	range (%)	frekuensi	probabilitas(%)
1	Pondasi	6.83 - 7.27	406	4.06
		7.27 - 7.72	2560	25.60
		7.72 - 8.16	4238	42.48
		8.16 - 8.61	2266	22.66
		8.61 - 9.05	478	4.78

Sumber : Hasil Olahan

Dari table diatas dapat dilihat bahwa range 7.72- 8.16 menduduki peringkat pertama probabilitas dengan frekuensi 4238 dari 10.000 kali iterasi. Ini menunjukkan bahwa range tersebut memiliki probabilitas sebesar 42.48 %.

b. Struktur

Komponen struktur pada konstruksi gedung di Universitas Indonesia pada umumnya hampir sama seperti pekerjaan struktur pada gedung umumnya scope pekerjaannya terdiri dari pekerjaan kolom, pelat, balok dan tangga, namun ada dua kasus study yang komposisinya berbeda, yaitu pada gedung B dan E proyek world class university. Pada proyek tersebut pekerjaan strukturnya yaitu balok dan kolom terdiri dari komposisi gabungan baja dan beton yang disebut baja komposit, sehingga biaya yang dikeluarkan juga cukup besar, tidak seperti pekerjaan struktur pada umumnya, biaya dari pekerjaan struktur pada gedung ini hampir setengah dari biaya total.

Dari hasil simulasi didapatkan range estimasi dari komponen biaya struktur menempati urutan pertama dengan bobot terbesar yaitu (27.56 - 39.97%), hal ini menjadi salah satu perbedaan range estimasi komponen biaya di Universitas Indonesia dengan PerMen PU tahun 2007 yaitu sebesar (25-35%). Dengan ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan penentuan range komponen biaya struktur, selain itu juga menunjukkan bahwa pekerjaan struktur sangat berpengaruh terhadap biaya total pekerjaan konstruksi gedung. Dibawah ini akan disajikan probabilitas variabel struktu dimana

Dari table dibawah dapat dilihat bahwa range 32.43- 34.34 menduduki peringkat pertama probabilitas dengan frekuensi 4177 dari 10.000 kali iterasi. Ini menunjukkan bahwa range tersebut memiliki probabilitas sebesar 41.77 %.

Tabel 5.4 Probabilitas Komponen Struktur

no	Variabel	range (%)	frekuensi	probabilitas(%)
2	Struktur	28.34 - 30.34	401	4.01
		30.34 - 32.34	2527	25.27
		32.34 - 34.34	4177	41.77
		34.34 - 36.34	2377	23.77
		36.34 - 38.34	470	4.70

Sumber : Hasil Olahan

c. Lantai

Pekerjaan lantai pada konstruksi gedung di Universitas Indonesia hampir sama dengan pekerjaan lantai pada konstruksi gedung pada umumnya yaitu terdiri dari pekerjaan pemasangan keramik dan pekerjaan plint keramik. Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya di dapat range sebesar (3.34 - 5.88%) untuk pekerjaan lantai ,dan ini tidak jauh berbeda dari range pada PerMen PU tahun 2007 sebesar (5-10%). Dari tabel dibawah dapat dilihat bahwa range 4.28- 4.66 menduduki peringkat pertama probabilitas dengan frekuensi 4204 dari 10.000 kali iterasi. Ini menunjukkan bahwa range tersebut memiliki probabilitas sebesar 42.04 %.

Tabel 5.5 Probabilitas Komponen Lantai

no	Variabel	range (%)	frekuensi	probabilitas(%)
3	Lantai	3.52 - 3.90	410	4.10
		3.90 - 4.28	2514	25.14
		4.28 - 4.66	4204	42.04
		4.66 - 5.04	2375	23.75
		5.04 - 5.42	461	4.61

Sumber : Hasil Olahan

d. Dinding

Pada variabel dinding terdapat perbedaan yang mencolok di bandingkan pekerjaan dinding pada konstruksi gedung pada umumnya, pada pekerjaan dinding di Universitas Indonesia terdapat pekerjaan pemasangan teracota yang menjadi khas dinding untuk gedung-gedung di Universitas Indonesia, Selain itu pekerjaan lain tidak jauh berbeda pada umumnya yaitu pekerjaan pasangan bata, plasteran dan acian dinding. Penambahan pemasangan teracota pada dinding gedung berdampak pada adanya biaya tambahan pada pekerjaan dinding yang menyebabkan range biaya dinding berada di urutan kedua bobot biaya terbesar setelah pekerjaan sruktur. Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya di dapat range untuk perkerjaan dinding sebesar (6.53 - 10.94%), range ini cenderung lebih besar apabila di bandngkan dengan range yang ada di peraturan menteri PU yaitu sebesar (7-10%). Selain itu pekerjaan dinding termasuk salah satu pekerjaan yang sangat berpengaruh terhadap biaya total, dan hampir semua bangunan gedung yang diambil datanya, semua dinding terdapat penambahan teracota.

Pada tabel dibawah dapat dilihat bahwa range 8.31- 8.89 menduduki peringkat pertama probabilitas dengan frekuensi 4242 dari 10.000 kali iterasi. Ini menunjukkan bahwa range tersebut memiliki probabilitas sebesar 42.42 %.

Tabel 5.6. Probabilitas Komponen Dinding

no	Variabel	range (%)	frekuensi	probabilitas(%)
4	Dinding	7.15 - 7.73	427	4.27
		7.73 - 8.31	2458	24.58
		8.31 - 8.89	4242	42.42
		8.89 - 9.47	2368	23.68
		9.47 - 10.15	458	4.58

Sumber : Hasil Olahan

e. Plafond

Pada variabel plafond tidak terdapat perbedaan yang mencolok dari pekerjaan plafond pada umumnya yaitu pekerjaan plafond gypsum dan pekerjaan list profil gypsum, sehingga tidak di dapat perbedaan range yang jauh dari yang ditetapkan pada PerMen PU tahun 2007 yaitu sebesar (6-8%). Dari hasil simulasi pada bab analisa di dapatkan range estimasi untuk perkerjaan plafond sebesar (1.28- 2.28%). Dari hasil tabulasi dibawah dapat dilihat bahwa range 1.74- 1.88 menduduki peringkat pertama probabilitas dengan frekuensi 4232 dari 10.000 kali iterasi. Ini menunjukkan bahwa range tersebut memiliki probabilitas sebesar 42.32 %.

Tabel 5.7 Probabilitas Komponen Plafond

no	Variabel	range (%)	frekuensi	probabilitas(%)
5	Plafond	1.44 - 1.59	458	4.58
		1.59 - 1.74	2431	24.31
		1.74 - 1.88	4232	42.32
		1.88 - 2.03	2398	23.98
		2.03 - 2.18	436	4.36

Sumber : Hasil Olahan

f. Atap

Pada variabel atap juga terdapat perbedaan dengan pekerjaan atap pada konstruksi gedung pada umumnya, gedung di Universitas Indonesia memakai kuda- kuda yang lebih tinggi daripada umumnya, hal ini juga menyebabkan adanya ciri khas bangunan bagi bangunan gedung di lingkungan Universitas. Namun pada konstruksi gedung yang dikerjakan di atas tahun 2008 umunya tidak lagi mamakai kuda- kuda di pekerjaan atap, melainkan sudah memakai atap beton sebagai penutup gedung, ini menyebabkan hilangnya ciri bangunan gedung. Pekerjaan atap menduduki peringkat ketiga bobot biaya tertinggi di range estimasi pada bab IV yaitu sebesar (4.63 - 10.39%). Sedangkan pada peraturan menteri Pekerjaan Umum tahun 2007 untuk pekerjaan atap ditetapkan range sebesar (8-10%). Dari hasil tabulasi dibawah dapat dilihat bahwa range 6.81- 7.71 menduduki peringkat pertama probabilitas dengan

frekuensi 4208 dari 10.000 kali iterasi. Ini menunjukkan bahwa range tersebut memiliki probabilitas sebesar 42.08 %.

Tabel 5.8 Probabilitas Komponen Atap

no	Variabel	range (%)	frekuensi	probabilitas(%)
6	Atap	5.02 - 5.92	401	4.01
		5.92 - 6.81	2534	25.34
		6.81 - 7.71	4208	42.08
		7.71 - 8.60	2338	23.38
		8.60 - 9.50	473	4.73

Sumber : Hasil Olahan

g. Alat Pengkondisian Udara

Pada variabel ini terdapat pekerjaan pemasangan AC type wall 2pk, lengkap dengan pipa, drain dan isolasinya, kabel power, kabel control, penyeimbangan. Variabel ini sendiri memiliki range estimasi sebesar (4.97 - 9.08%), hal ini tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan PerMen Pu tahun 2007 yaitu sebesar (10-20%). Probabilitas tertinggi terdapat pada range 6.71- 7.31 yaitu sebesar 4258 kali dari 10.000 iterasi dan didapat peluangnya sebesar 42.58%.

h. Elevator

Pada variabel elevator (lift Penumpang) terdapat pekerjaan pemasangan dan pengujian serta testing commissioning. Elevator yang di gunakan pada gedung di Universitas umunya berkapasitas 10 orang dengan daya angkut sebesar 680 kg dan berkecepatan 60 meter per menit. Dari data diperoleh dari 17 gedung yang dijadikan sample hanya 10 gedung yang memakai elevator. Variabel ini setelah di simulasi memiliki range sebesar (1.92 - 4.76%), dengan range probabilitas tertinggi terdapat pada range (3.14-3.56%) dengan 4251 kali dari 10.000 percobaan dan nilai probabilitas sebesar 42.51%.

i. Telefon

Pada pekerjaan telefon umunya dilakukan pengadaan, pemasangan, dan pengujian seluruh peralatan utama telepon lengkap dengan main box dan

assesories lainnya sesuai gambar rencana dan spesifikasi teknis. Hampir disemua gedung yang diamati hampir seluruhnya memakai telepon. Dari hasil analisa pada bab IV di dapat range estimasi sebesar (0.71 - 1.41%).

j. Tata Suara

Pada variabel tata suara umunya terdapat pekerjaan pemasangan sound system dan loudspeaker untuk membantu kegiatan belajar mengajar dikelas, hampir semua gedung yang diamati hanya 15 gedung yang memakai tata suara, lainnya tidak mamakai tata suara. Hasil simulasi dan analisa pada bab sebelumnya di peroleh nilai range estimasi sebesar (0.71 - 1.41%) ini bisa dikategorikan sebagai bobot yang kecil sebagai penyusun biaya total dibandingkan dengan komponen- komponen lain.

k. Instalasi IT

Komponen Instalasi IT juga tidak memiliki peranan penting terhadap penyusun biaya total. Pada umumnya pekerjaan instalasi IT adalah pengadaan dan pemasangan system komputer di setiap gedung, namun tidak semua gedung memakai peralatan IT, dari 17 gedung yang diamati hanya 12 gedung saja yang memakai peralatan IT. Dari hasil analisa pada bab analisa di dapatkan range estimasi komponen instalasi IT sebesar (0.65 - 1.34%).

l. Elektrikal

Pada variabel elektrikal terdapat pekerjaan panel untuk luar dan dalam bangunan, pekerjaan kabel feeder, instalasi penerangan dan stop kontak dan termasuk pengadaan dan pemasangan genset (generator). Pekerjaan elektrikal dari hasil simulasi dan analisa pada bab sebelumnya di dapat besar range estimasi untuk menyusun biaya total sebesar (5.37 - 8.75%). Biaya elektrikal termasuk biaya yang berpengaruh terhadap biaya total karena bobot nya yang hampir mendekati 9% dari biaya total.

m. Sistem Penangkal Petir

Pada variabel ini terdapat pekerjaan pengadaan dan pemasangan rod non radioaktif bahan cooper lengkap dengan penyangga dan alat bantu sesuai spesifikasi yaitu radius dapat mengcover gedung, pekerjaan coaxial cable dan bak control dengan grounding electrode untuk melindungi gedung dari bahaya petir. Hasil simulasi dan analisa dari variabel ini menunjukkan bahwa pekerjaan penangkal petir tidak begitu mempengaruhi biaya total, hasil menunjukkan range estimasi untuk penangkal petir sebesar (0.06 - 0.14%).

n. Anti rayap

Pekerjaan anti rayap tidak memiliki bobot biaya yang besar terhadap biaya total, hal ini bisa dilihat dari hasil simulasi yang menunjukkan range yang kecil dimana pekerjaan anti rayap sendiri meliputi pekerjaan anti rayap untuk kusen dan pintu atau semua peralatan bangunan yang terbuat dari kayu. Dari hasil simulasi di dapatkan range estimasi sebesar (0.16 - 0.46%).

o. Proteksi Kebakaran

Pada variabel proteksi kebakaran scope pekerjaan meliputi pemasangan system deteksi pada setiap lantai bangunan dan fyre hydrant serta fire extinguisher. Pekerjaan ini wajib ada pada setiap konstruksi gedung dimana sangat dibutuhkan apabila ada kejadian kebakaran sehingga dapat dicegah terlebih dahulu. Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya variabel proteksi kebakaran diperoleh range estimasi sebesar (2.06 - 4.67%).

p. Pondasi dalam

Pada variabel proteksi kebakaran scope pekerjaan meliputi pemasangan system deteksi pada setiap lantai bangunan dan fyre hydrant serta fire extinguisher. Pekerjaan ini wajib ada pada setiap konstruksi gedung dimana sangat dibutuhkan apabila ada kejadian kebakaran sehingga dapat dicegah terlebih dahulu. Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya variabel proteksi kebakaran diperoleh range estimasi sebesar (2.06 - 4.67%).

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap data historis pada penelitian studi kasus pada 17 proyek konstruksi gedung yang ada di lingkungan Universitas Indonesia yang dibangun antara tahun 2003- 2012, pembahasan dan interpretasi terhadap penelitian, maka dapat disimpulkan hal berikut :

- a. *Range estimasi probabilitas komponen standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia* sebesar berikut : pondasi (6.61 - 9.56%), struktur (27.56 - 39.97%), lantai (3.34 - 5.88%), dinding (6.53 - 10.94%), plafond (1.28 - 2.28%), atap (4.63 - 10.39%) dan untuk komponen non standar, alat pengkondisian udara (4.97 - 9.08%), elevator (1.92 - 4.76%), telepon (0.79 - 1.37%), tata suara (0.71 - 1.41%), instalasi IT (0.65 - 1.34%), elektrik (5.37 - 8.75%), penangkal petir (0.06 - 0.14%), anti rayap (0.16 - 0.46%), proteksi kebakaran (2.06 - 4.67%), dan pondasi dalam (3.69-6.72%).

Tabel 6.1 Range Estimasi Komponen Biaya Standar

No	Komponen Standar	Range (%)
1	Pondasi	6.61 - 9.56
2	Struktur	27.56 - 39.97
3	Lantai	3.34 - 5.88
4	Dinding	6.53 - 10.94
5	Plafond	1.28 - 2.28
6	Atap	4.63 - 10.39

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6.2 Range Estimasi Komponen Biaya Non Standar

No	Komponen Non Standar	Range (%)
1	AC	4.97 - 9.08
2	Elevator	1.92 - 4.76
3	Telefon	0.79 - 1.37
4	Tata Suara	0.71 - 1.41
5	Instalasi IT	0.65 - 1.34
6	Elektrikal	5.37 - 8.75
7	Penangkal petir	0.06 - 0.14
8	Anti rayap	0.16 - 0.46
9	Proteksi kebakaran	2.06 - 4.67
10	Pondasi dalam	3.69 - 6.72

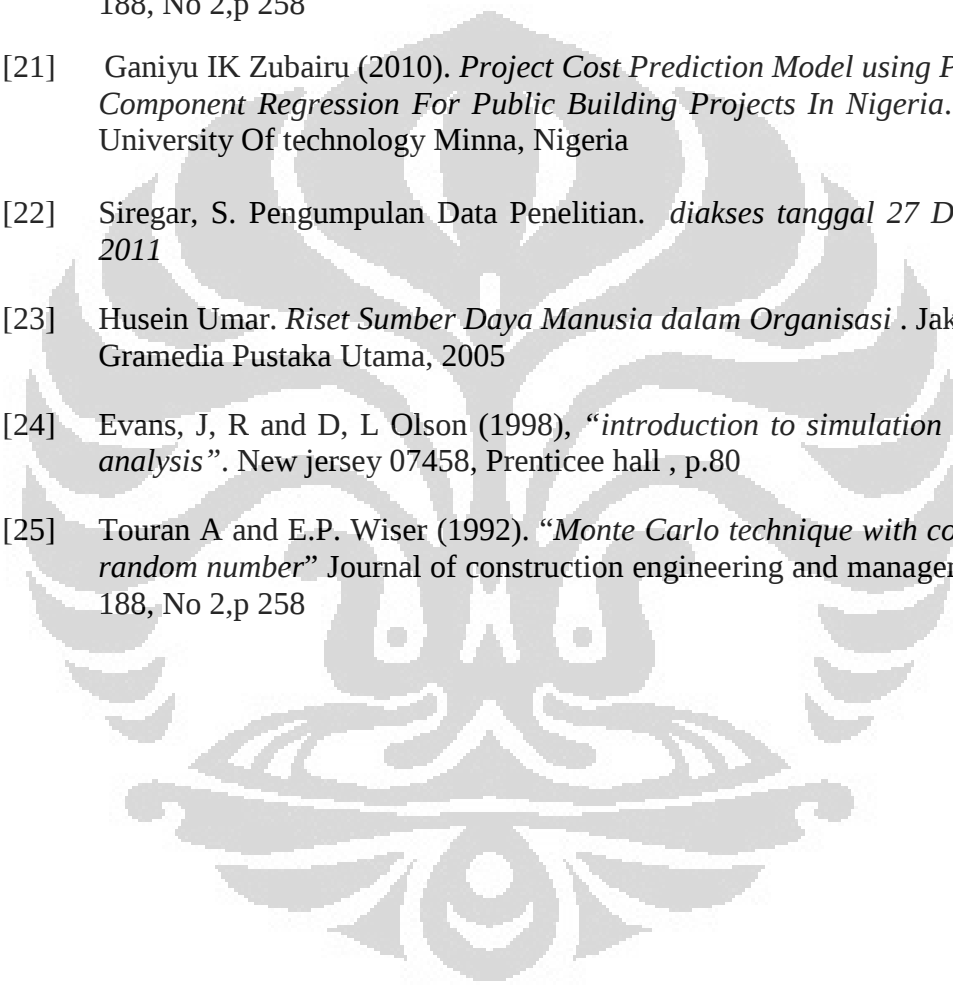
Sumber : Hasil Olahan

6.2 Saran

- Pada penelitian ini hendaknya dilakukan penelitian lanjutan dengan mencari range estimasi komponen biaya dan total biaya yang optimal yang bisa dilakukan dengan program OptQuest atau Linggo dengan probabilitas efisiensi yang tinggi pada setiap komponen biaya, sehingga dapat menemukan nilai yang optimal dari masing- masing komponen biaya.
- Hendaknya dilakukan Aplikasikan terhadap penelitian ini terhadap bidang lainnya dengan kategori data dengan focus yang lain seperti, untuk lokasi tidak hanya terbatas di lingkungan Universitas Indonesia saja, Pola pelaksanaan, jenis struktur bangunannya, luas besarnya bangunan, dan jenis konstruksi bangunan lainnya seperti (kantor, hotel, apartement, rumah sakit).

DAFTAR ACUAN

- [1] Touran, A (1993), "*probabilistic cost estimating*", Journal of construction Engineering and management vol 119, No 1 ,p 58
- [2] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007, hal 1
- [3] A Guide to project management Body of Knowledge (PMBOK guide, Project management Institute, Newton square, Pennsylvania
- [4] Kezner, H, Project management, *A System Aproach to planning, Scheduling and controlling 3rd edition*. Van Nonstrand Reinhold, New York, 1989
- [5] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007, hal 42
- [6] Lary G Crowle, *Robust Statistical estimators for use within competitive Bid data, journal project risk and oppurtunities*, Project manajemen, 1992
- [7] Back, W,E , W boles, et al (2000) "*Defining triangular probability distribution from historical cost data*", Journal of construction engineering and management vol 126. No 1. P 29
- [8] Carr, R. I (1990)" *Cost estimating principles*" journal of construction Engineering and management vol 115, no 4, p 546
- [9] Guru Prakash P , (2008). *What is project success : A Lietratur Review*. University of the West of England, UK
- [10] Evans, J, R and D, L Olson (1998), "*introduction to simulation and risk analysis*". New jersey 07458, Prenticee hall , p.80
- [11] Asiyanto (2003). *Coctruction project cost management*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita
- [12] Ashworth, A, (1994) *Cost studies of buildings*, longman Scientific & technical
- [13] McCally , B, M (1999) "*Demonstated labor Efficiency*" cost Engineering vol 41. No11, p.33
- [14] Yeo, KT, risk '*Classification of Estimates, and Contingenci Management*',journal of construction engineering and management, vol 6, no 4 october 1990
- [15] Swinburne Herbert, FAIA, *Design Cost Analysis, for Architect and Engineer*, Mcgraw-hill Inc, 1980
- [16] Tumblin, C, R (1990) "*construction cost Estimates*, john Wiley & sons

- 
- [17] Yeo, KT, risk '*Classification of Estimates, and Contingenci Management*', journal of construction engineering and management, vol 6, no 4 october 1990
- [18] Swinburne Herbert, FAIA, *Design Cost Analysis, for Architect and Engineer*, Mcgraw-hill Inc, 1980
- [19] Park, W.R. (1979) *Construction bidding for profit*, John Wiley & sons, Inc
- [20] Touran A and E.P. Wiser (1992). "*Monte Carlo technique with correlated random number*" Journal of construction engineering and management vol 188, No 2,p 258
- [21] Ganiyu IK Zubairu (2010). *Project Cost Prediction Model using Principal Component Regression For Public Building Projects In Nigeria*. Federal University Of technology Minna, Nigeria
- [22] Siregar, S. Pengumpulan Data Penelitian. *diakses tanggal 27 Desember 2011*
- [23] Husein Umar. *Riset Sumber Daya Manusia dalam Organisasi* . Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2005
- [24] Evans, J, R and D, L Olson (1998), "*introduction to simulation and risk analysis*". New jersey 07458, Prentice hall , p.80
- [25] Touran A and E.P. Wiser (1992). "*Monte Carlo technique with correlated random number*" Journal of construction engineering and management vol 188, No 2,p 258

DAFTAR REFERENSI

- A Guide to project management Body of Knowledge (PMBOK guide), *Project management Institute*, Newton square, Pennsylvania
- Ashworth, A, (1994) *Cost studies of buildings*, longman Scientific & technical
- Asiyanto (2003). *Coctruction project cost management*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita
- Bo Ganiyu IK Zubairu (2010). *Project Cost Prediction Model using Principal Component Regression For Public Building Projects In Nigeria*. Federal University Of technology Minna, Nigeria
- Keith Potts (2008). *Construction Cost Management*. Madison Ave new York.
- Kezner, H, *Project management, A System Aproach to planning, Scheduling and controlling 3rd edition*. Van Nonstrand Reinhold, New York, 1989
- Lary G Crowle, *Robust Statistical estimators for use within competitive Bid data, journal project risk and oppurtunities*, Project manajemen, 1992
- Latief. Yusuf (2011) Catatan kuliah : *Estimasi Biaya konstruksi*, Depok, Universitas Indonesia
- Soeharto Iman, 2005. *Manajemen Proyek : dari konseptual sampai operasional, jilid 1-2*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Swinburne Herbert, FAIA, *Design Cost Analysis, for Architect and Engineer*, Mcgraw-hill Inc, 1980
- Park, W.R. (1979) *Construction bidding for profit*, John Wiley & sons, Inc
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/Tahun 2007
- Ritz, G.J (1994) *Total construction project management* , McGraw-Hill, Inc
- Yeo, KT, risk '*Classification of Estimates, and Contingenci Management*',journal *of construction engineering and management*, vol 6, no 4 october 1990

DAFTAR ACUAN

- [1] Touran, A (1993), “*probabilistic cost estimating*”, Journal of construction Engineering and management vol 119, No 1 ,p 58
- [2] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007, hal 1
- [3] A Guide to project management Body of Knowledge (PMBOK guide, Project management Institute, Newton square, Pennsylvania
- [4] Kezner, H, Project management, *A System Aproach to planning, Scheduling and controlling 3rd* edition. Van Nonstrand Reinhold, New York, 1989
- [5] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007, hal 42
- [6] Lary G Crowle, *Robust Statistical estimators for use within competitive Bid data, journal project risk and oppurtunities*, Project manajemen, 1992
- [7] Back, W,E , W boles, et al (2000) “*Defining triangular probability distribution from historical cost data*”, Journal of construction engineering and management vol 126. No 1. P 29
- [8] Carr, R. I (1990)” *Cost estimating principles*” journal of construction Engineering and management vol 115, no 4, p 546
- [9] Guru Prakash P , (2008). *What is project success : A Lietratur Review*. University of the West of England, UK
- [10] Evans, J, R and D, L Olson (1998), “*introduction to simulation and risk analysis*”. New jersey 07458, Prenticee hall , p.80
- [11] Asiyanto (2003). *Coctruction project cost management*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita
- [12] Ashworth, A, (1994) *Cost studies of buildings*, longman Scientific & technical
- [13] McCally , B, M (1999) “*Demonstated labor Efficiency*” cost Engineering vol 41. No11, p.33
- [14] Yeo, KT, risk ‘*Classification of Estimates, and Contingenci Management*’, journal of construction engineering and management, vol 6, no 4 october 1990
- [15] Swinburne Herbert, FAIA, *Design Cost Analysis, for Architect and Engineer*, Mcgraw-hill Inc, 1980
- [16] Tumblin, C, R (1990) “*construction cost Estimates*, john Wiley & sons

- [17] Yeo, KT, risk '*Classification of Estimates, and Contingenci Management*', journal of construction engineering and management, vol 6, no 4 october 1990
- [18] Swinburne Herbert, FAIA, *Design Cost Analysis, for Architect and Engineer*, Mcgraw-hill Inc, 1980
- [19] Park, W.R. (1979) *Construction bidding for profit*, John Wiley & sons, Inc
- [20] Touran A and E.P. Wiser (1992). "*Monte Carlo technique with correlated random number*" Journal of construction engineering and management vol 188, No 2,p 258
- [21] Ganiyu IK Zubairu (2010). *Project Cost Prediction Model using Principal Component Regression For Public Building Projects In Nigeria*. Federal University Of technology Minna, Nigeria
- [22] Siregar, S. Pengumpulan Data Penelitian. *diakses tanggal 27 Desember 2011*
- [23] Husein Umar. *Riset Sumber Daya Manusia dalam Organisasi* . Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2005
- [24] Evans, J, R and D, L Olson (1998), "*introduction to simulation and risk analysis*". New jersey 07458, Prentice hall , p.80
- [25] Touran A and E.P. Wiser (1992). "*Monte Carlo technique with correlated random number*" Journal of construction engineering and management vol 188, No 2,p 258

DAFTAR REFERENSI

- A Guide to project management Body of Knowledge (PMBOK guide), *Project management Institute*, Newton square, Pennsylvania
- Ashworth, A, (1994) *Cost studies of buildings*, longman Scientific & technical
- Asiyanto (2003). *Coctruction project cost management*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita
- Bo Ganiyu IK Zubairu (2010). *Project Cost Prediction Model using Principal Component Regression For Public Building Projects In Nigeria*. Federal University Of technology Minna, Nigeria
- Keith Potts (2008). *Construction Cost Management*. Madison Ave new York.
- Kezner, H, *Project management, A System Aproach to planning, Scheduling and controlling 3rd edition*. Van Nonstrand Reinhold, New York, 1989
- Lary G Crowle, *Robust Statistical estimators for use within competitive Bid data, journal project risk and oppurtunities*, Project manajemen, 1992
- Latief. Yusuf (2011) Catatan kuliah : *Estimasi Biaya konstruksi*, Depok, Universitas Indonesia
- Soeharto Iman, 2005. *Manajemen Proyek : dari konseptual sampai operasional, jilid 1-2*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Swinburne Herbert, FAIA, *Design Cost Analysis, for Architect and Engineer*, Mcgraw-hill Inc, 1980
- Park, W.R. (1979) *Construction bidding for profit*, John Wiley & sons, Inc
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/Tahun 2007
- Ritz, G.J (1994) *Total construction project management* , McGraw-Hill, Inc
- Yeo, KT, risk '*Classification of Estimates, and Contingenci Management*', journal *of construction engineering and management*, vol 6, no 4 october 1990



LAMPIRAN 1

FORM PENGUMPULAN DATA

**RANGE ESTIMASI PROBABILITAS KOMPONEN BIAYA STANDAR DAN NON
STANDAR PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DI UNIVERSITAS
INDONESIA**



(FORM PENGUMPULAN DATA)

JAUZY ANBIYA

0806329344

FAKULTAS TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS INDONESIA

2012

LATAR BELAKANG

Pada sebuah proyek konstruksi bangunan gedung tentu terdapat komponen- komponen pekerjaan standar dan non-standar yang berpengaruh terhadap kegiatan konstruksi bangunan. Pembiayaan pembangunan bangunan gedung negara digolongkan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan standar (standar harga satuan tertinggi tersedia) dan pembiayaan pembangunan untuk pekerjaan non-standar (standar harga satuan tertinggi belum tersedia). Untuk pembangunan bangunan gedung negara, khususnya untuk pekerjaan standar bangunan gedung negara, yang meliputi pekerjaan struktur, Lantai, dinding, atap, finishing dan utilitas bangunan gedung negara. Sedangkan bagi pekerjaan *non standar* ada perhitungan biayanya tersendiri (komponen non-standar diantaranya pekerjaan interior, Elevator, pekerjaan anti rayap, system penangkal petir pekerjaan elektrikal dan mekanikal). Berdasarkan kondisi ini maka dibutuhkan suatu informasi *range* komponen biaya pada konstruksi pembangunan gedung yang berguna untuk mempermudah dalam proses pembangunan selanjutnya

TUJUAN PENELITIAN

Adanya penelitian ini tentunya memiliki tujuan yang penting. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan range estimasi komponen biaya standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia ”

KERAHASIAAN INFORMASI

Seluruh informasi yang telah Bapak/ Ibu berikan dalam penelitian ini akan dijaga kerahasiaannya.

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 : Jauzy Anbiya pada HP : 081360444437 atau e-mail : anbiyajauzy@yahoo.com
2. Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT pada HP 08158977999 atau e-mail : latief73@eng.ui.ac.id
3. <mailto:latief73@eng.ui.ac.id> Pembimbing 2 : Ir. Wisnu Isvara, MT pada HP 0816996713 atau e-mail : wisnu.isvara@gmail.com

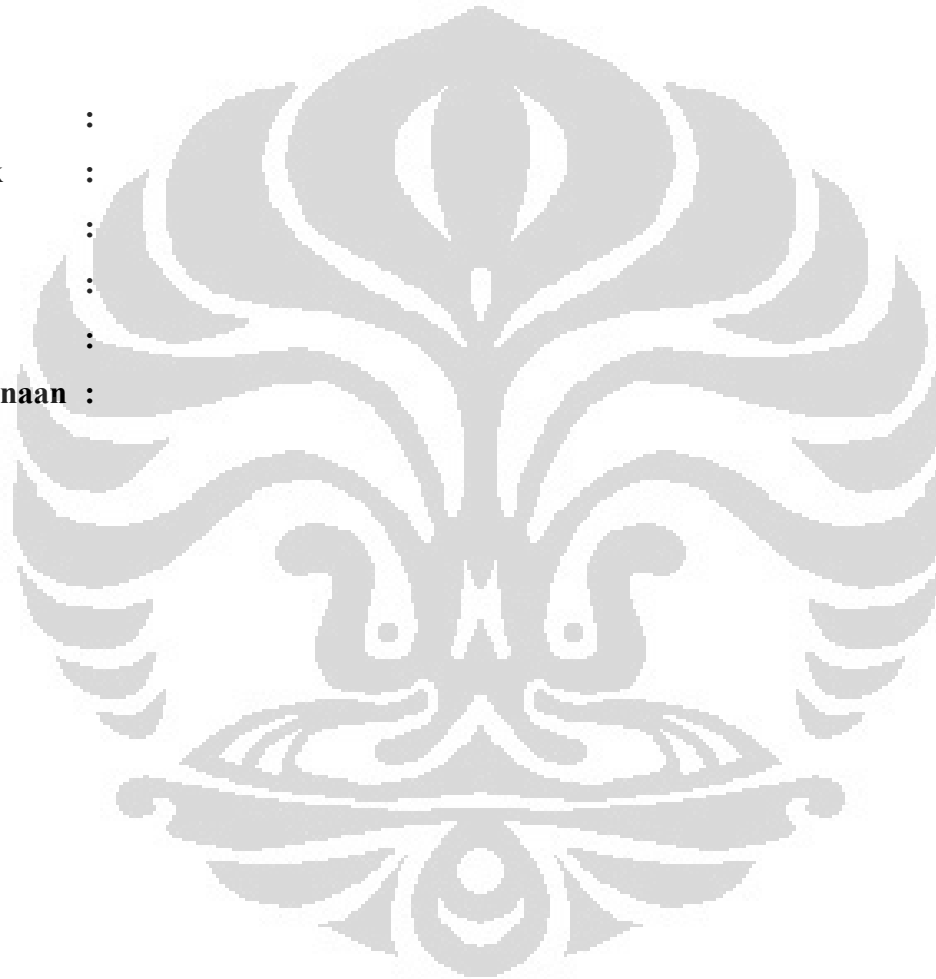
Terimakasih atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi kuesioner ini. Semua informasi yang telah diberikan ini hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian saja dan dijamin kerahasiaannya.

Hormat saya,

Jauzy Anbiya

Data Umum Proyek

- 1. Nama Proyek :**
- 2. Pemilik Proyek :**
- 3. Kontraktor :**
- 4. Lokasi :**
- 5. Nilai Kontrak :**
- 6. Waktu Pelaksanaan :**



GEDUNG :

No	Komponen Standar	Biaya(%)	No	Komponen Non Standar	Biaya(%)
1	Pondasi		1	Alat pengkondisian Udara	
2	Struktur		2	Elevator	
3	Lantai		3	Tata Suara	
4	Dinding		4	Telefon	
5	Plafond		5	Instalasi IT	
6	Atap		6	Elektrikal	
7	Utilitas		7	Penangkal Petir	
8	Finishing		8	Interior	
			9	Anti Rayap	
			10	Sarana dan Prasarana	
			11	Proteksi kebakaran	
			12	Instalasi pengolahan Limbah	
			13	Interior (termasuk furniture)	
			14	Gas kebakaran	
			15	Gas Medis	
			16	Pondasi dalam	

Catatan

1-8 bobot persentase biaya terhadap biaya total bangunan

9-18 bobot persentase biaya terhadap total biaya konstruksi fisik (total biaya dari 1-8)



LAMPIRAN 2

HASIL UJI GOODNESS OF FIT TEST

Lampiran 2 : Hasil uji *goodness of fit test*

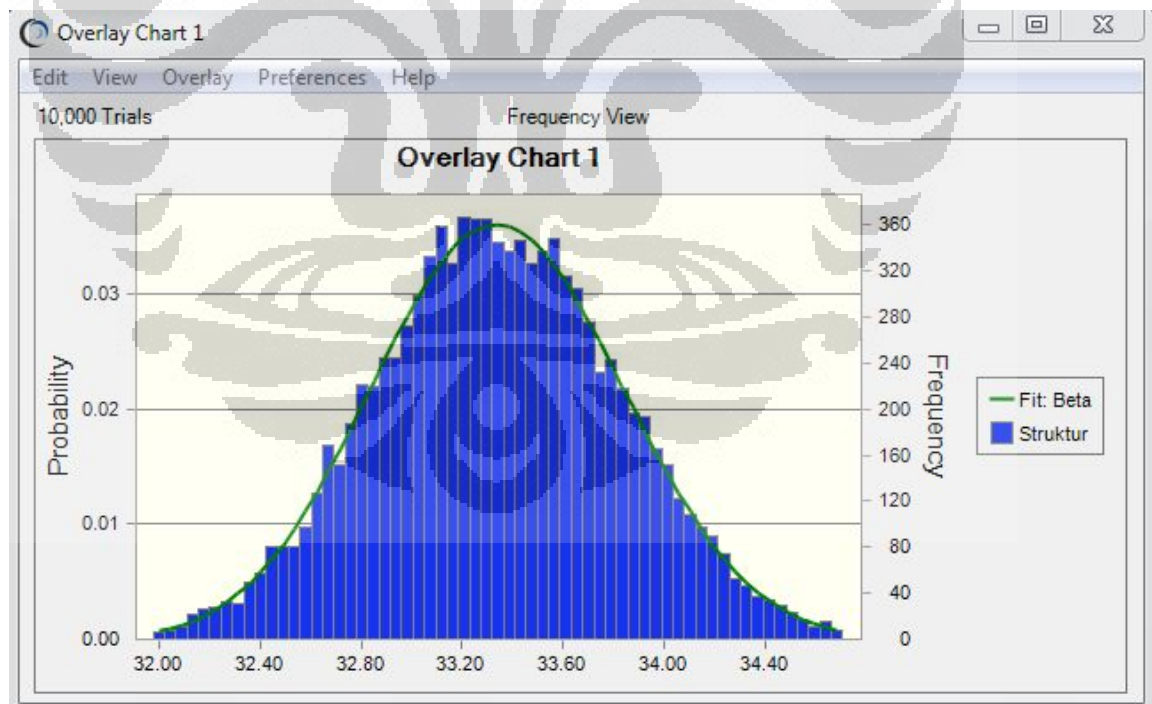
Struktur

Overlay Chart 1

10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

Distribution	Struktur (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square
Beta	.1815	---	.0046	---	71.2668	
Lognormal	.4508	0.153	.0059	0.436	67.6556	
Gamma	.5424	0.084	.0074	0.140	73.2944	
Normal	.5566	0.152	.0078	0.155	67.1080	
Logistic	9.6117	0.000	.0178	0.000	251.4568	
Max Extreme	103.1772	0.000	.0571	0.000	1,072.4128	
Min Extreme	117.1913	0.000	.0622	0.000	1,167.1624	
Weibull	214.2419	0.000	.0809	0.000	535.1284	
Student's t	226.2212	---	.0935	---	4,539.9788	
Triangular	362.4223	---	.1146	---	2,239.8812	
Uniform	1,316.9881	0.000	.2390	0.000	9,671.1240	
BetaPERT	1,513.8454	---	.2473	---	11,694.7576	
Pareto	2,297.7874	---	.3670	---	16,837.4912	
Exponential	4,456.7415	0.000	.6153	0.000	398,835.3332	



Lantai

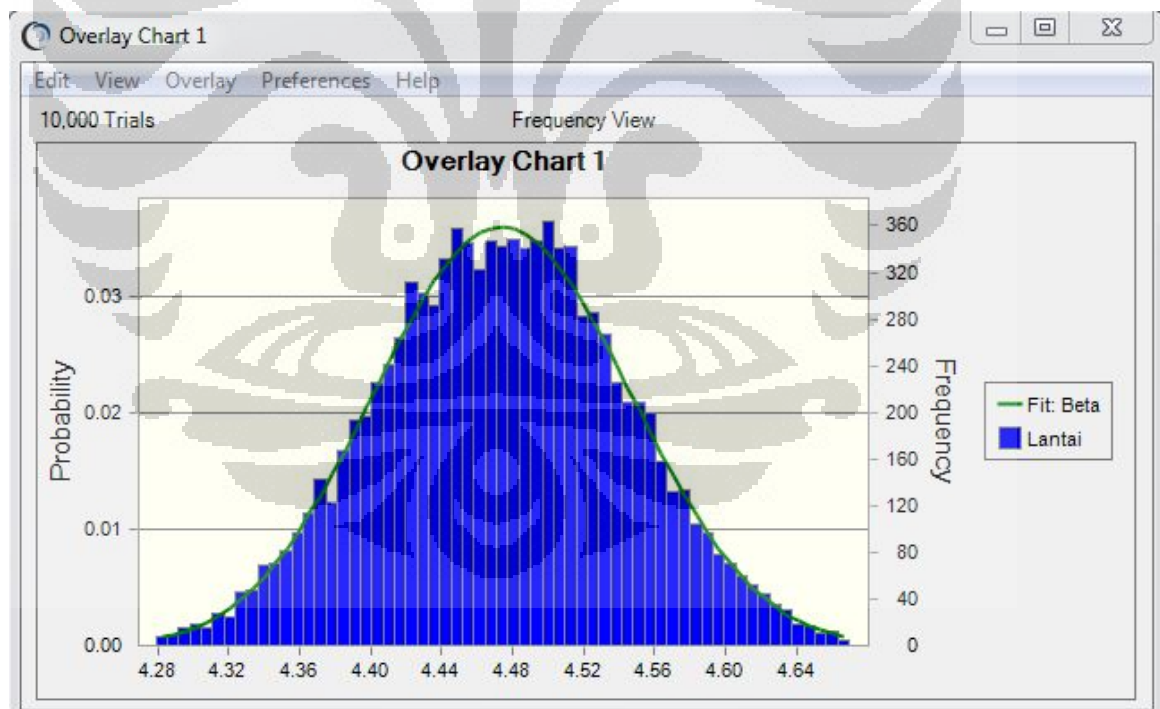
Overlay Chart 1

Edit View Overlay Preferences Help

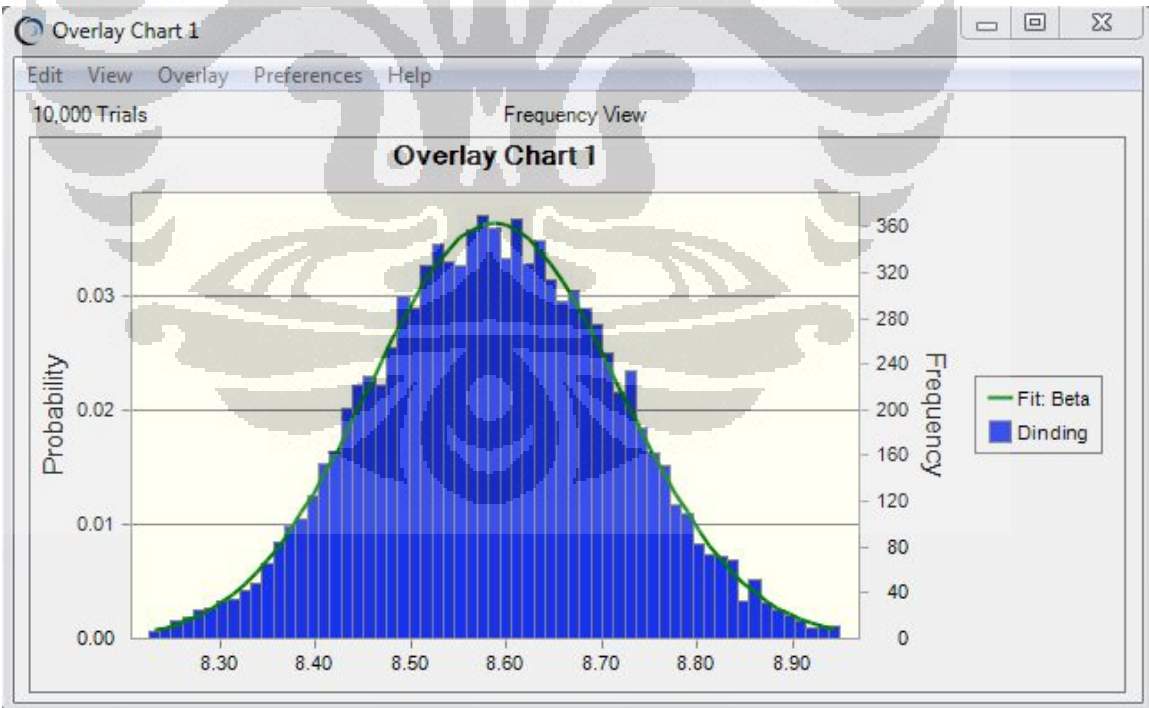
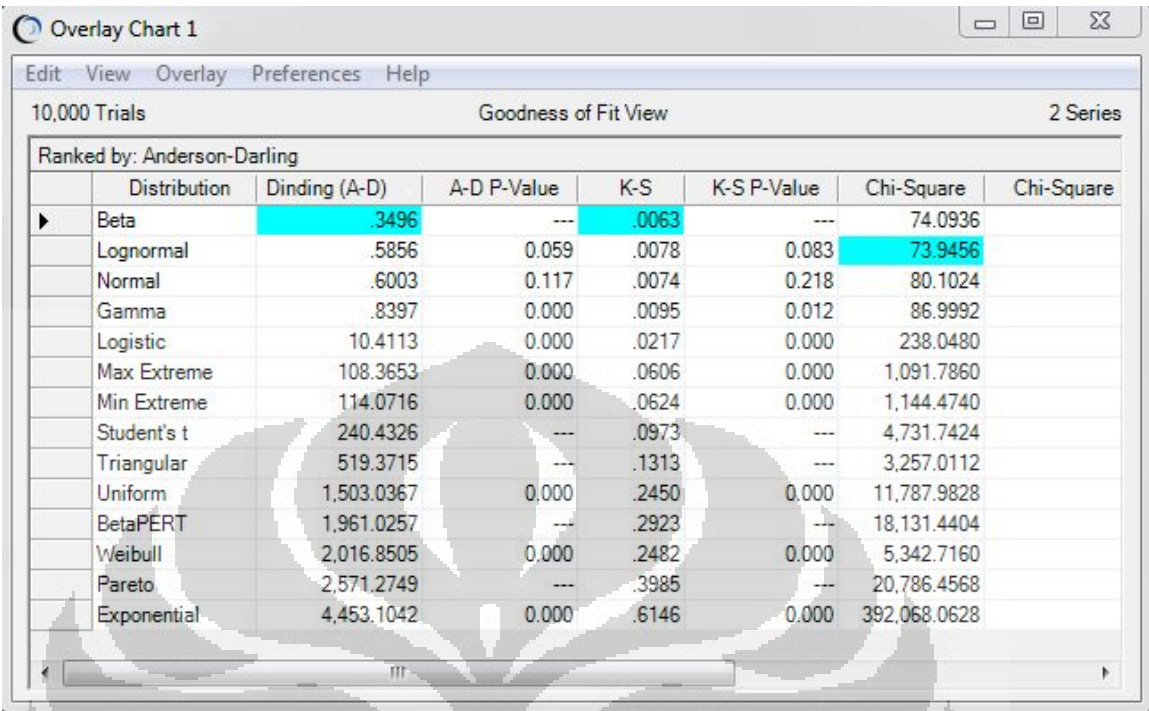
10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Lantai (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square P-
►	Beta	.2598	---	.0065	---	61.1140	
	Lognormal	.7611	0.016	.0088	0.026	73.2944	
	Normal	.7675	0.044	.0080	0.135	71.9920	
	Gamma	1.0213	0.000	.0113	0.000	67.8036	
	Logistic	10.5265	0.000	.0211	0.000	265.6204	
	Max Extreme	104.5271	0.000	.0571	0.000	1,095.9596	
	Min Extreme	111.3217	0.000	.0593	0.000	1,166.8664	
	Student's t	238.1999	---	.0941	---	4,661.2500	
	Triangular	504.1599	---	.1297	---	3,148.7196	
	BetaPERT	1,274.5796	---	.2176	---	9,150.9928	
	Uniform	1,487.9386	0.000	.2464	0.000	11,583.3284	
	Weibull	2,438.9555	0.000	.2724	0.000	6,909.1628	
	Pareto	2,595.5130	---	.3981	---	21,183.7480	
	Exponential	4,448.1182	0.000	.6144	0.000	383,329.1808	



Dinding



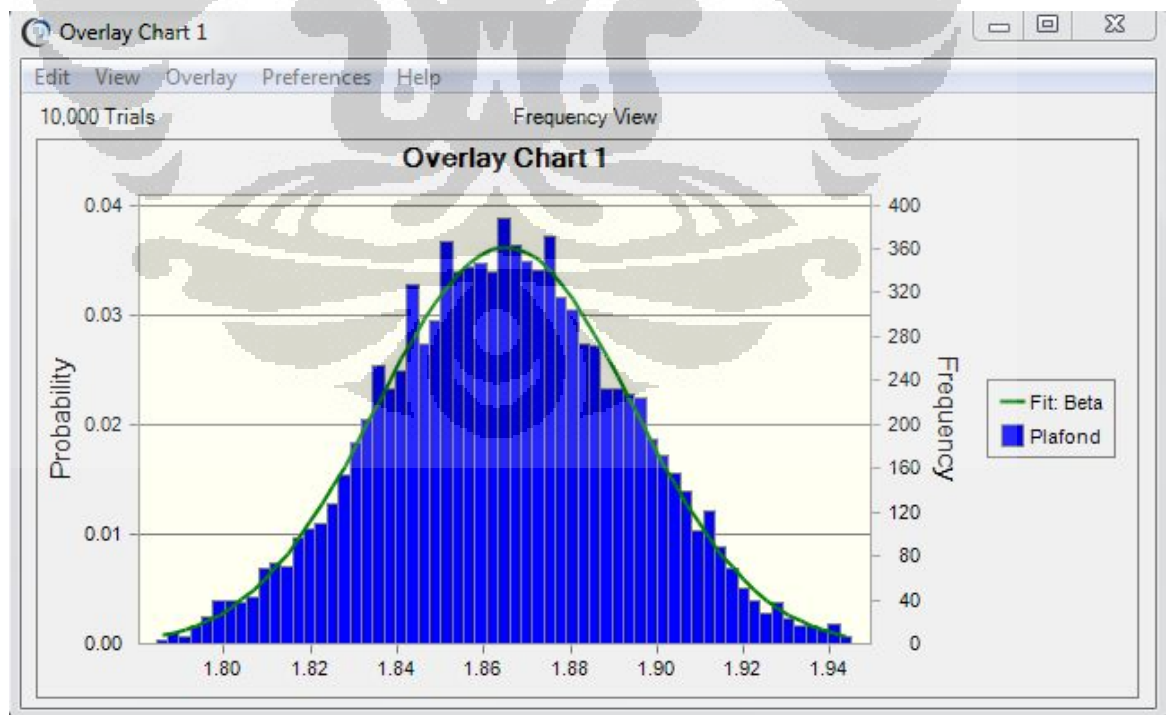
Plafond

Overlay Chart 1

10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Plafond (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square
►	Beta	.4134	---	.0060	---	79.3920	
	Lognormal	.5987	0.073	.0083	0.061	77.7048	
	Normal	.5988	0.118	.0083	0.096	78.0600	
	Gamma	.9852	0.000	.0083	0.046	78.6224	
	Weibull	1.7286	0.000	.0101	0.000	112.3516	
	Logistic	9.4698	0.000	.0203	0.000	261.2396	
	Min Extreme	107.9556	0.000	.0618	0.000	1,069.3048	
	Max Extreme	114.1099	0.000	.0629	0.000	1,165.4752	
	Student's t	219.4799	---	.0913	---	4,525.4600	
	Triangular	363.6020	---	.1220	---	2,236.4772	
	Uniform	1,317.8778	0.000	.2441	0.000	9,658.8992	
	BetaPERT	1,614.1366	---	.2558	---	12,960.9568	
	Pareto	2,467.4861	---	.3862	---	19,269.6936	
	Exponential	4,450.3885	0.000	.6138	0.000	386,020.3388	



Atap

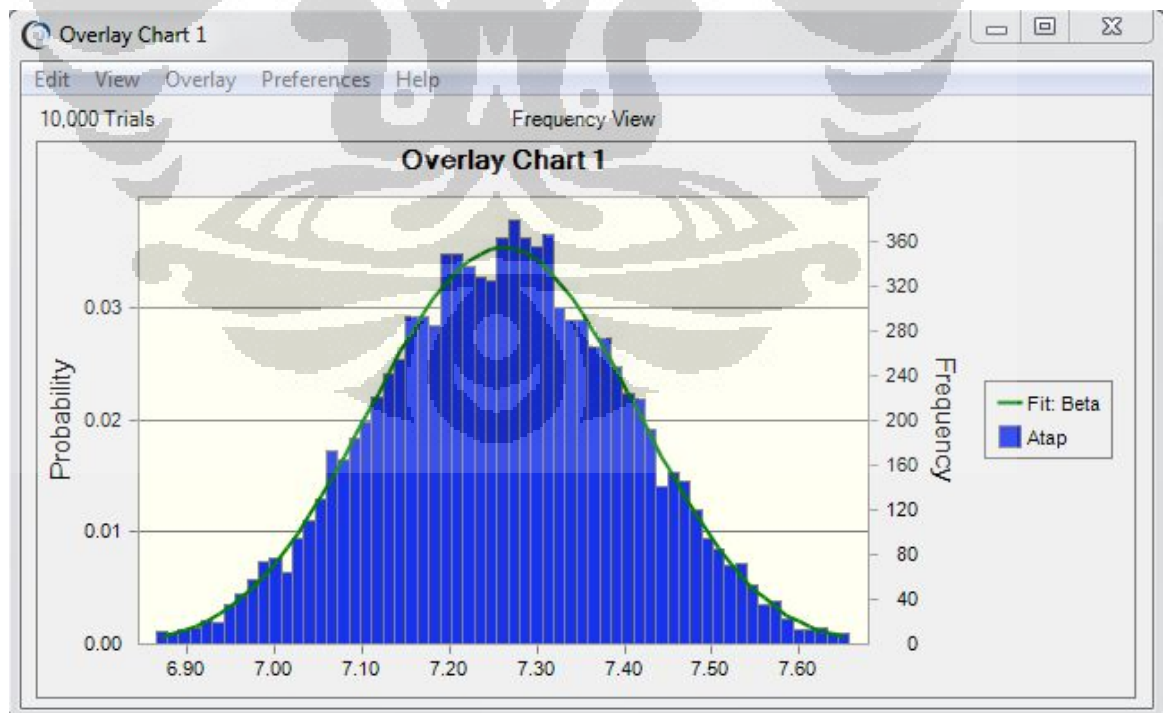
Overlay Chart 1

Edit View Overlay Preferences Help

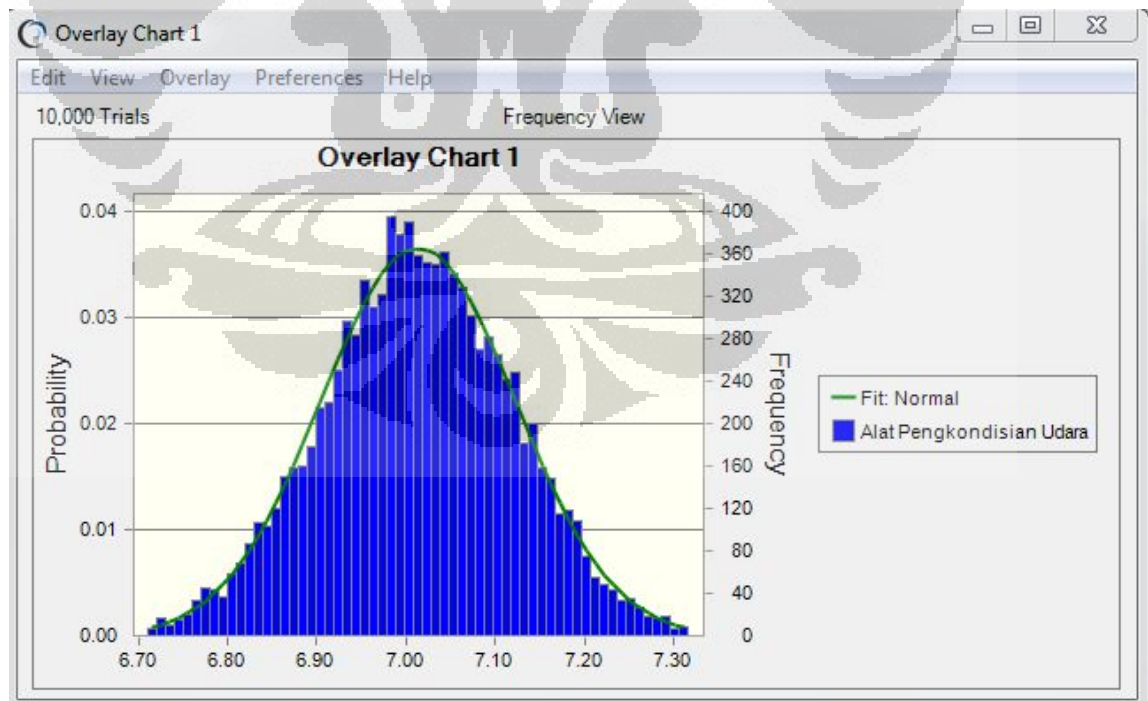
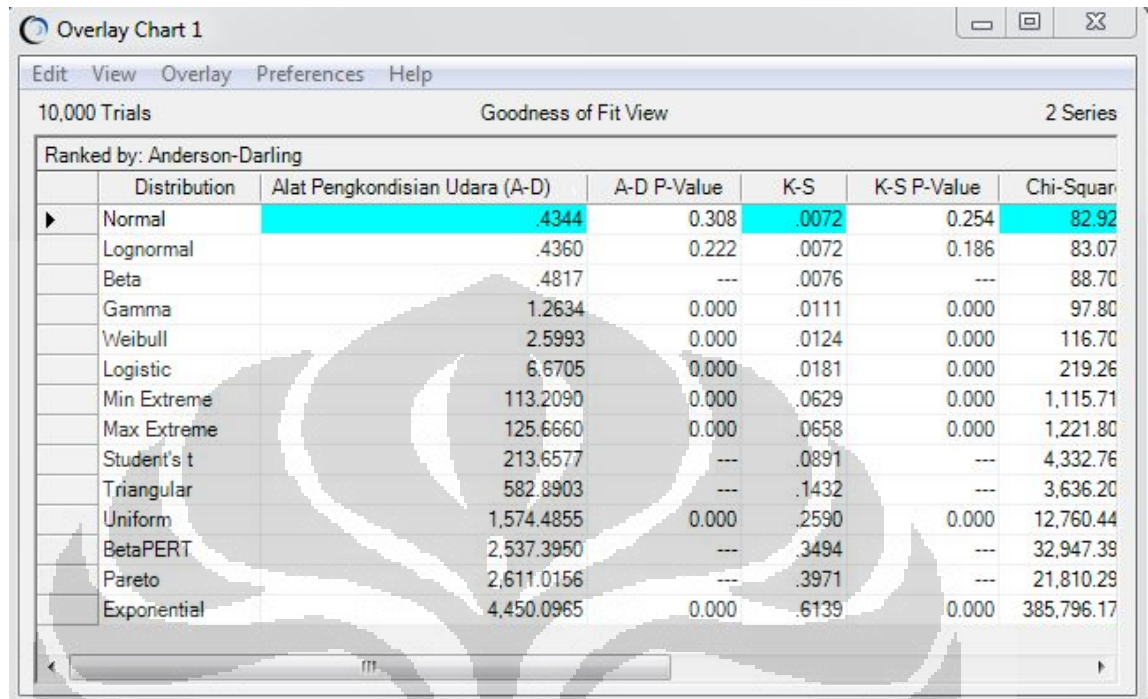
10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Atap (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square P-Value
►	Beta	.1684	---	.0051	---	81.5972	---
	Weibull	.4328	0.201	.0076	0.104	80.9164	---
	Normal	1.2202	0.000	.0090	0.052	87.6504	---
	Lognormal	1.2210	0.000	.0090	0.029	87.7540	---
	Gamma	1.7452	0.000	.0100	0.000	97.7736	---
	Logistic	11.4850	0.000	.0204	0.000	302.8572	---
	Min Extreme	101.2471	0.000	.0608	0.000	1,080.8044	---
	Max Extreme	105.2730	0.000	.0583	0.000	1,148.2776	---
	Student's t	226.6945	---	.0916	---	4,675.8428	---
	Triangular	282.8022	---	.1067	---	1,751.4664	---
	BetaPERT	813.5005	---	.1631	---	5,240.1964	---
	Uniform	1,209.3726	0.000	.2327	0.000	8,505.7276	---
	Pareto	2,155.9946	---	.3482	---	15,184.9084	---
	Exponential	4,413.8121	0.000	.6104	0.000	330,978.6652	---



Alat Pengkondisian Udara



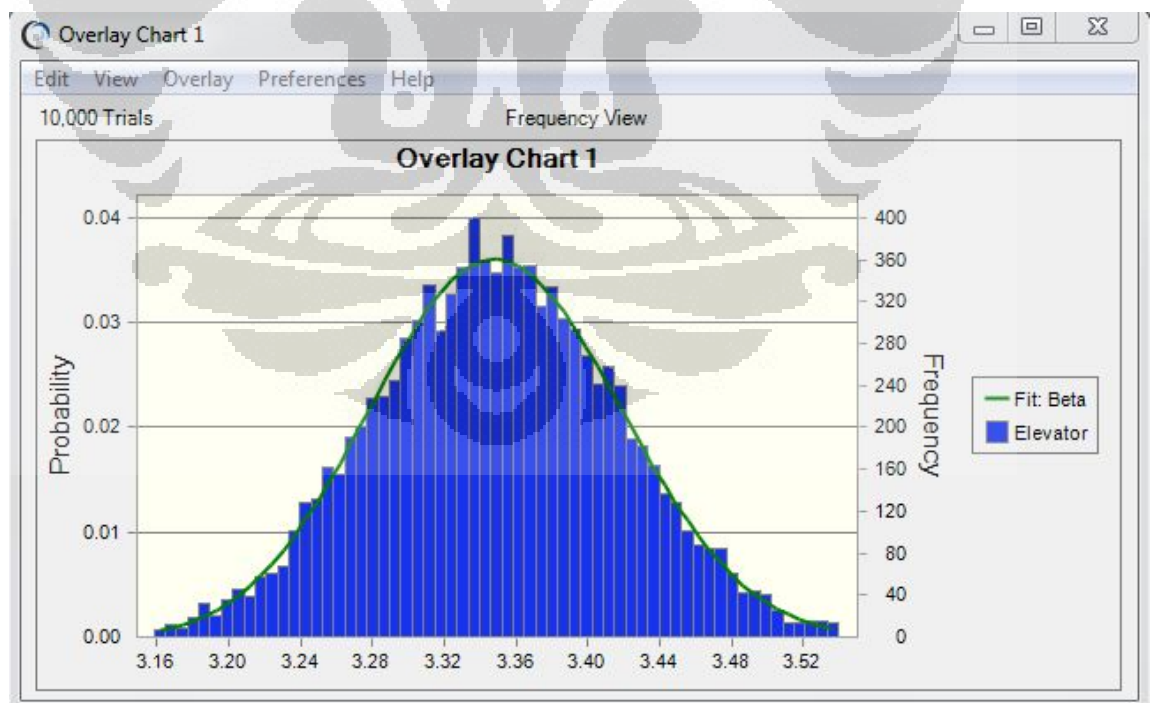
Elevator

Overlay Chart 1

10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Elevator (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square
►	Beta	.1883	---	.0066	---	78.5780	
	Lognormal	.3238	0.395	.0051	0.698	70.3196	
	Normal	.3898	0.391	.0048	0.855	72.2584	
	Gamma	.4624	0.155	.0068	0.232	76.4616	
	Logistic	8.5569	0.000	.0175	0.000	231.9356	
	Max Extreme	104.4317	0.000	.0630	0.000	1,058.7080	
	Min Extreme	117.7728	0.000	.0636	0.000	1,164.9720	
	Student's t	219.5327	---	.0921	---	4,504.5476	
	Weibull	301.3632	0.000	.1027	0.000	740.0640	
	Triangular	435.5693	---	.1347	---	2,601.2676	
	Uniform	1,422.8724	0.000	.2605	0.000	10,502.1736	
	BetaPERT	1,458.4637	---	.2400	---	11,085.3676	
	Pareto	2,340.3124	---	.3690	---	17,413.2408	
	Exponential	4,406.6962	0.000	.6092	0.000	318,382.7404	



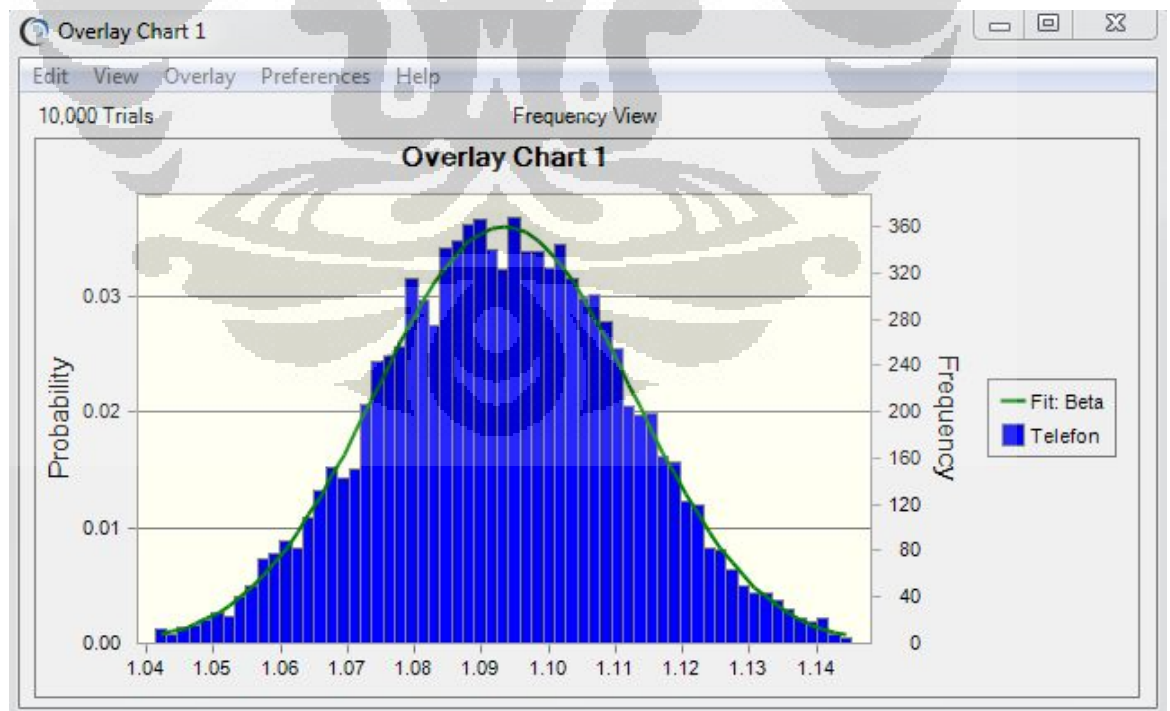
Telefon

Overlay Chart 1

10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Telefon (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square I
►	Beta	.2860	---	.0054	---	65.7168	
	Normal	.6184	0.106	.0081	0.123	68.9432	
	Lognormal	.6193	0.063	.0081	0.078	68.7064	
	Weibull	1.1116	0.000	.0094	0.015	80.5760	
	Gamma	1.2062	0.000	.0113	0.000	81.7008	
	Logistic	10.0775	0.000	.0205	0.000	240.6380	
	Min Extreme	106.6519	0.000	.0567	0.000	1,111.9140	
	Max Extreme	112.3666	0.000	.0610	0.000	1,146.4720	
	Student's t	233.4802	---	.0953	---	4,606.2828	
	Triangular	376.5160	---	.1244	---	2,309.4856	
	Uniform	1,343.8179	0.000	.2528	0.000	9,772.0896	
	BetaPERT	1,430.7442	---	.2357	---	10,794.9768	
	Pareto	2,269.1479	---	.3616	---	16,613.8484	
	Exponential	4,435.9133	0.000	.6125	0.000	359,505.7540	



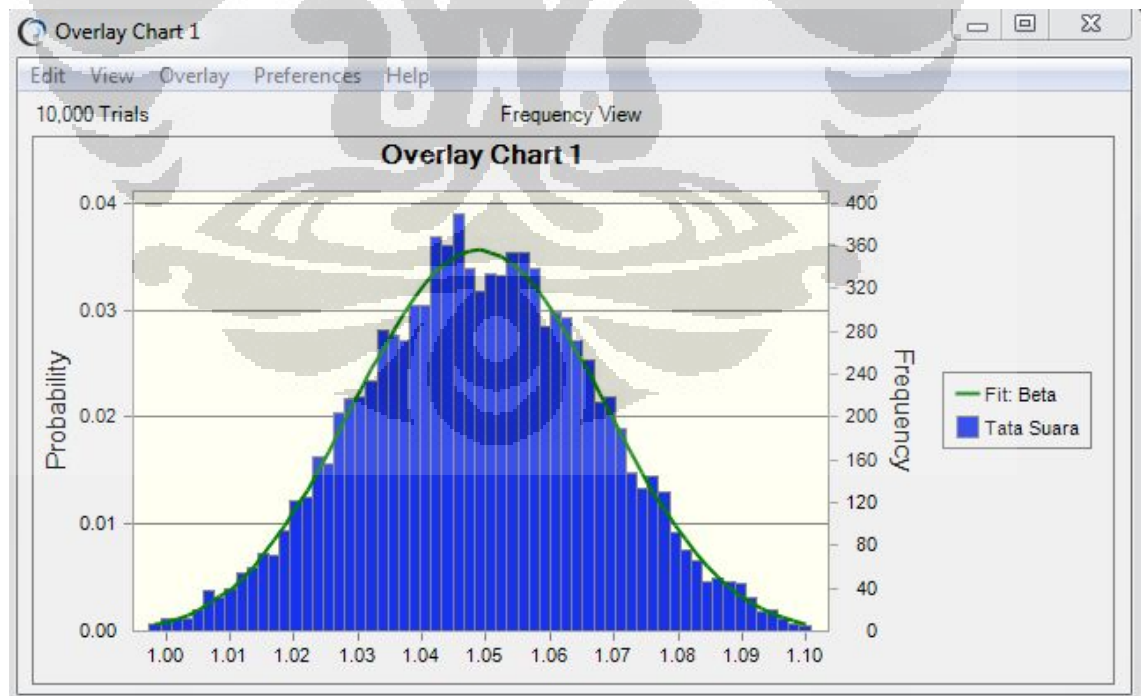
Instalasi IT

Overlay Chart 1

10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Tata Suara (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square P-Value
►	Beta	2885	---	.0055	---	87.8576	---
	Normal	1.2370	0.000	.0085	0.086	98.8540	---
	Lognormal	1.2681	0.000	.0091	0.015	102.4504	---
	Gamma	1.5327	0.000	.0106	0.000	99.1204	---
	Weibull	1.8396	0.000	.0111	0.000	107.8376	---
	Logistic	11.9131	0.000	.0217	0.000	333.3008	---
	Max Extreme	100.7283	0.000	.0601	0.000	1,114.2376	---
	Min Extreme	107.8742	0.000	.0597	0.000	1,153.9904	---
	Student's t	237.3140	---	.0933	---	4,804.2772	---
	Triangular	312.2529	---	.1143	---	1,932.1744	---
	BetaPERT	958.2128	---	.1828	---	6,351.9280	---
	Uniform	1,263.3052	0.000	.2435	0.000	8,887.5824	---
	Pareto	2,170.2803	---	.3514	---	15,319.1148	---
	Exponential	4,430.7502	0.000	.6128	0.000	355,090.1148	---



Tata Suara

Overlay Chart 1

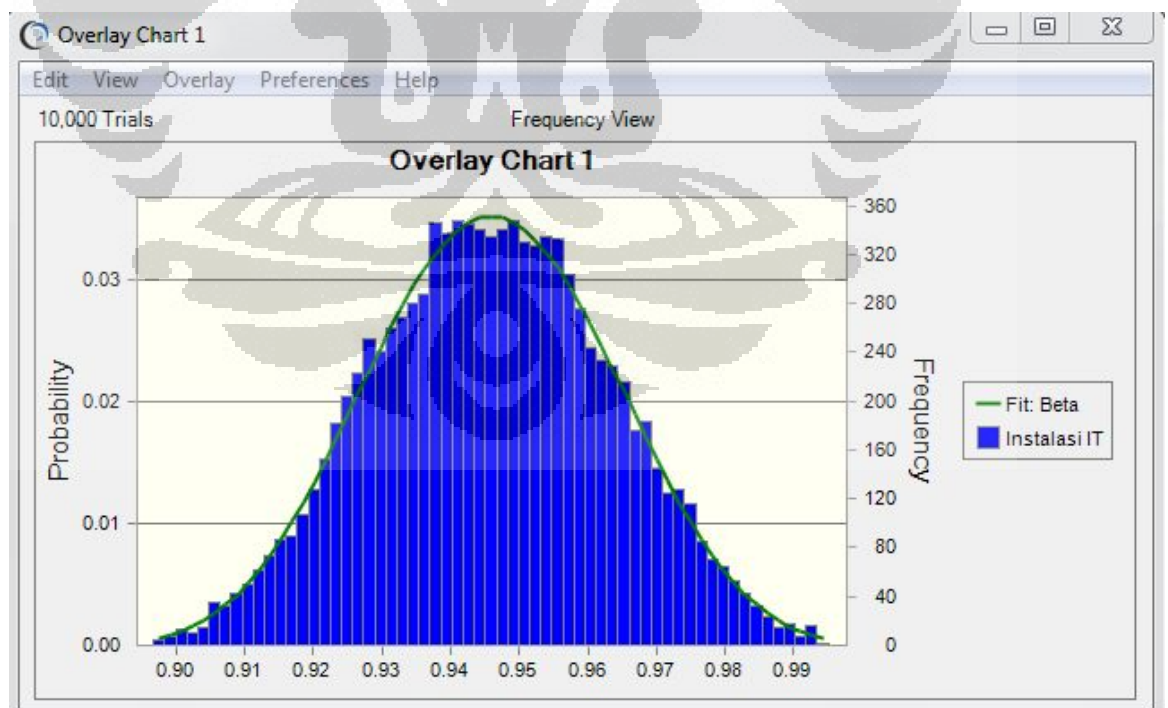
10,000 Trials

Goodness of Fit View

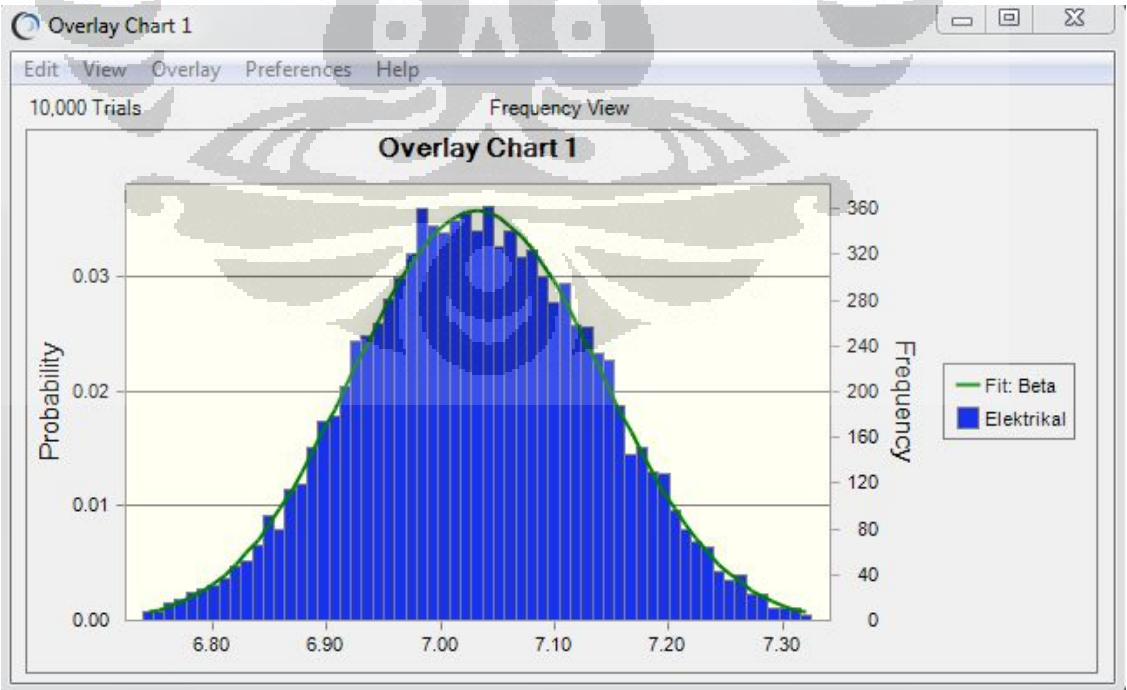
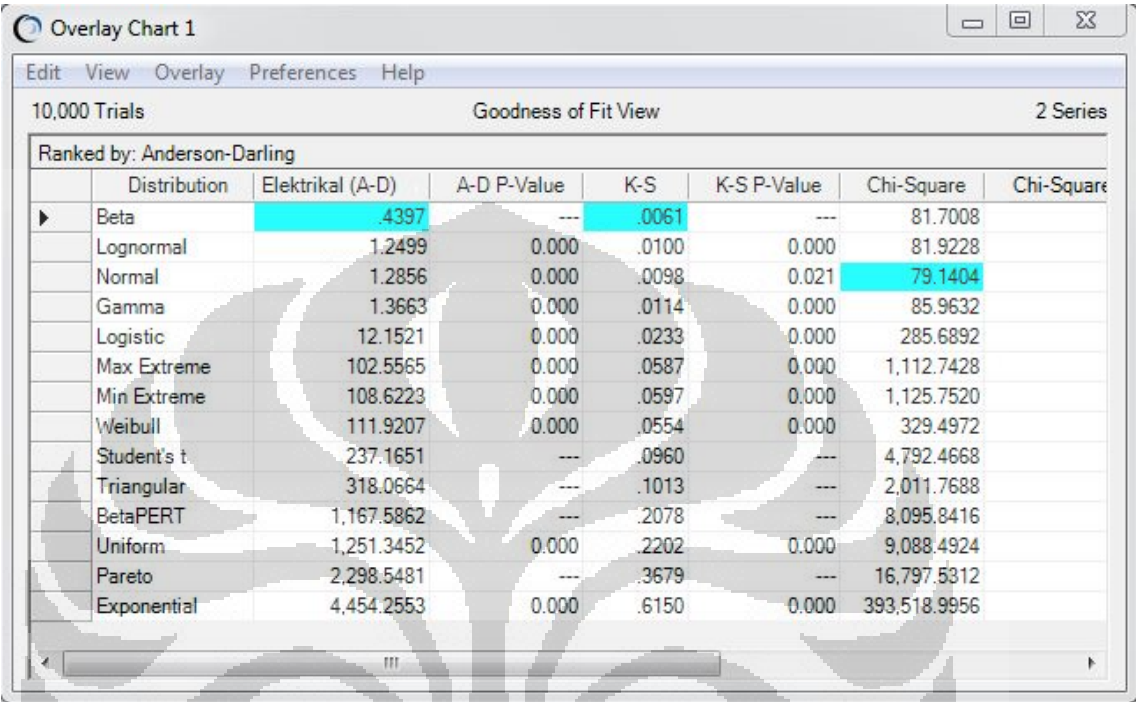
2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

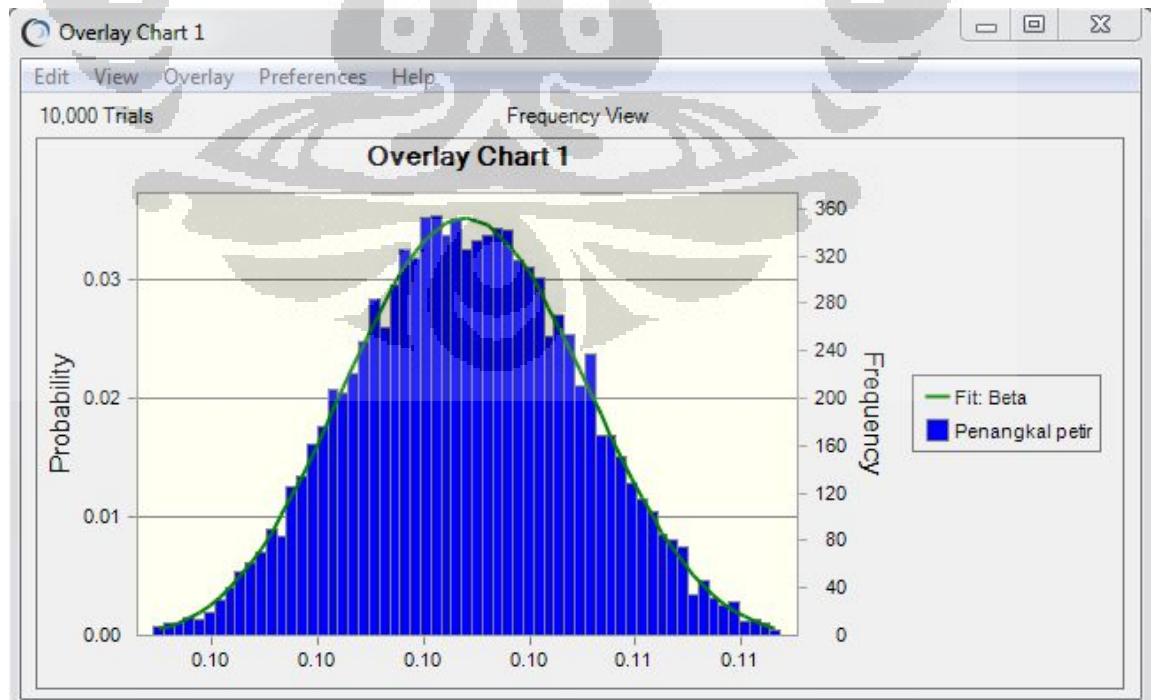
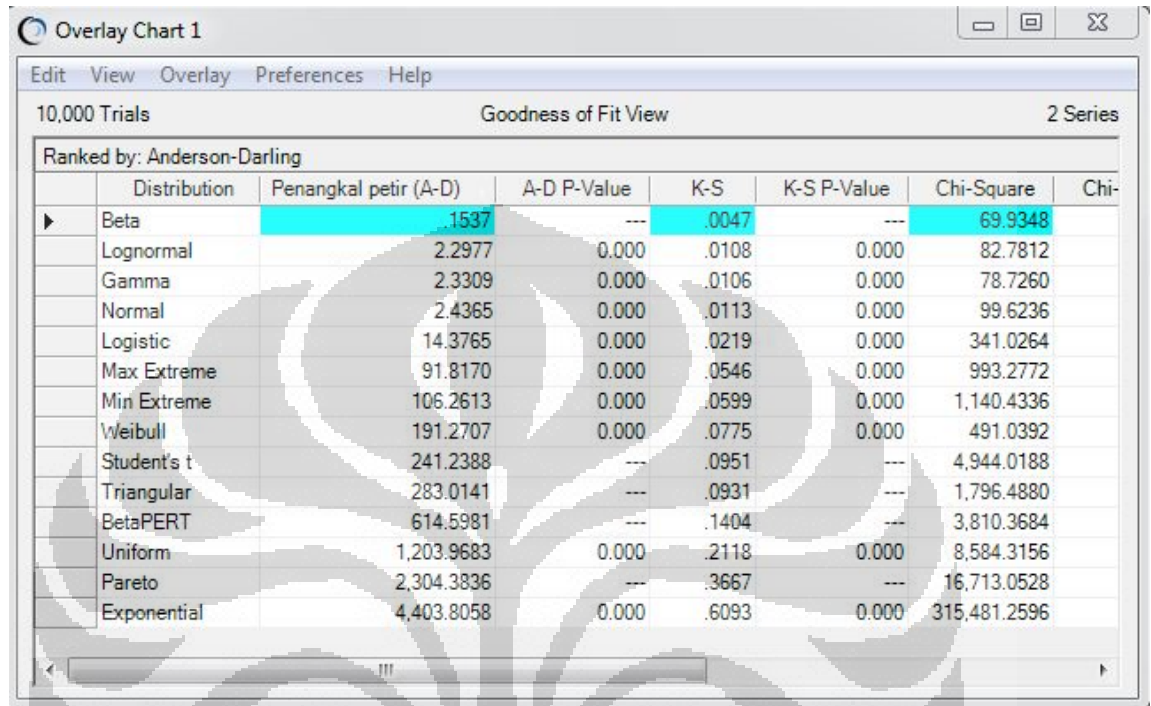
	Distribution	Instalasi IT (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square P-Value
►	Beta	2443	---	.0046	---	42.5696	---
	Weibull	.6704	0.037	.0066	0.275	57.4880	---
	Lognormal	2.4446	0.000	.0117	0.000	88.3756	---
	Normal	2.4451	0.000	.0117	0.000	89.0416	---
	Gamma	2.6861	0.000	.0126	0.000	85.3120	---
	Logistic	14.4119	0.000	.0226	0.000	332.6348	---
	Max Extreme	98.1931	0.000	.0572	0.000	1,054.0164	---
	Min Extreme	99.3896	0.000	.0563	0.000	1,087.8048	---
	Student's t	240.3682	---	.0956	---	4,945.7356	---
	Triangular	251.7438	---	.1015	---	1,580.4228	---
	BetaPERT	595.1296	---	.1384	---	3,680.2764	---
	Uniform	1,168.6573	0.000	.2310	0.000	8,046.8536	---
	Pareto	2,336.7629	---	.3719	---	17,255.9316	---
	Exponential	4,421.6109	0.000	.6113	0.000	340,097.9960	---



Elektrikal



Penangkal Petir



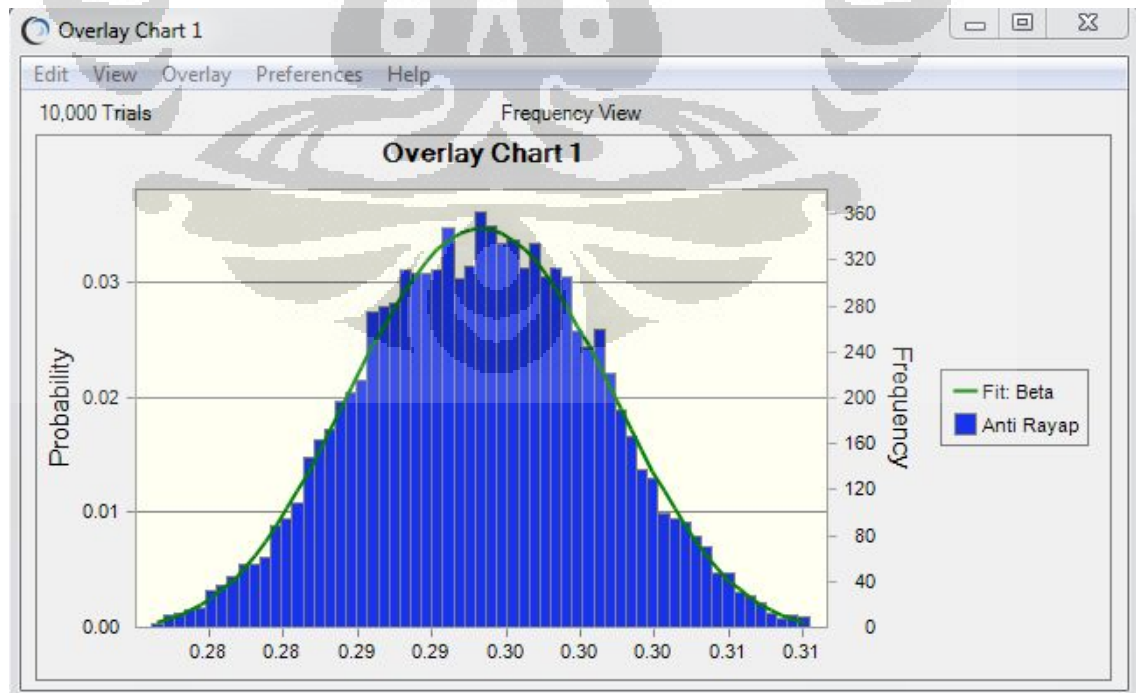
Anti Rayap

Overlay Chart 1

10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Anti Rayap (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square	Chi-Square P-Value
►	Beta	.4997	---	.0061	---	75.0408	---
	Weibull	.8507	0.010	.0089	0.025	77.0388	---
	Normal	3.6753	0.000	.0145	0.000	123.9104	---
	Lognormal	3.6759	0.000	.0145	0.000	124.7392	---
	Gamma	4.1088	0.000	.0161	0.000	117.0136	---
	Logistic	16.8636	0.000	.0264	0.000	365.2244	---
	Mini Extreme	95.2690	0.000	.0561	0.000	1,112.4468	---
	Max Extreme	97.0459	0.000	.0563	0.000	1,117.9080	---
	Triangular	194.3131	---	.0769	---	1,307.2148	---
	Student's t	263.7645	---	.1010	---	5,214.1188	---
	BetaPERT	435.1874	---	.1168	---	2,683.0968	---
	Uniform	1,067.1900	0.000	.2008	0.000	7,375.4368	---
	Pareto	2,175.6711	---	.3515	---	15,302.3168	---
	Exponential	4,395.7819	0.000	.6091	0.000	302,309.1856	---



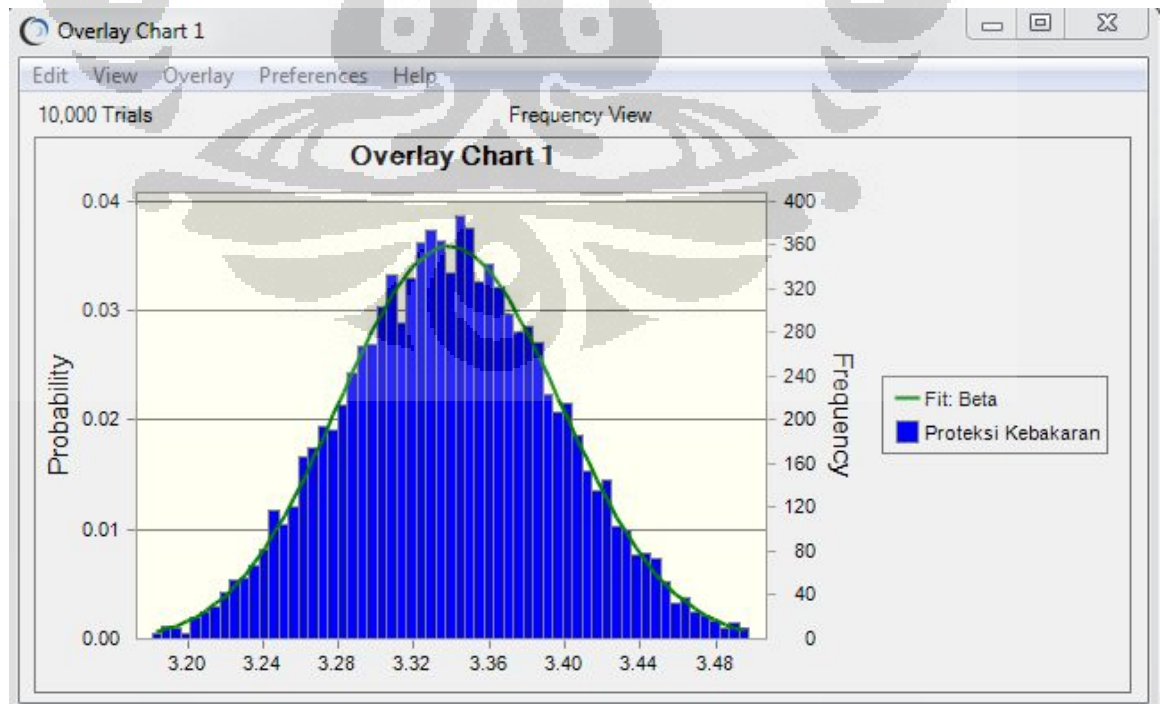
Proteksi Kebakaran

Overlay Chart 1

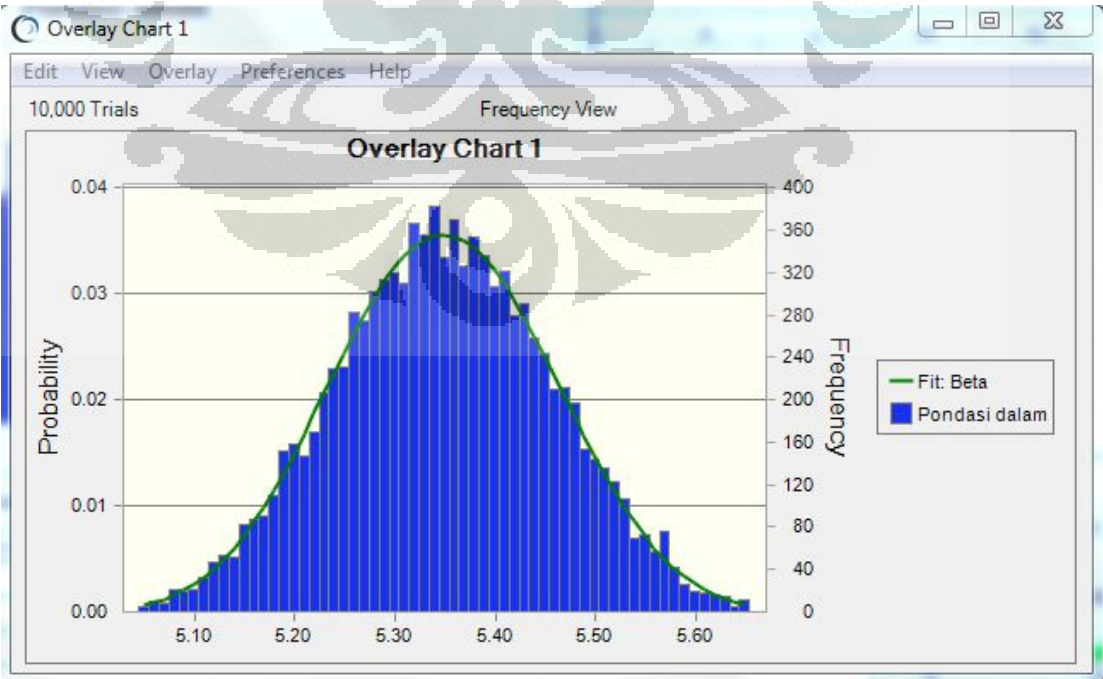
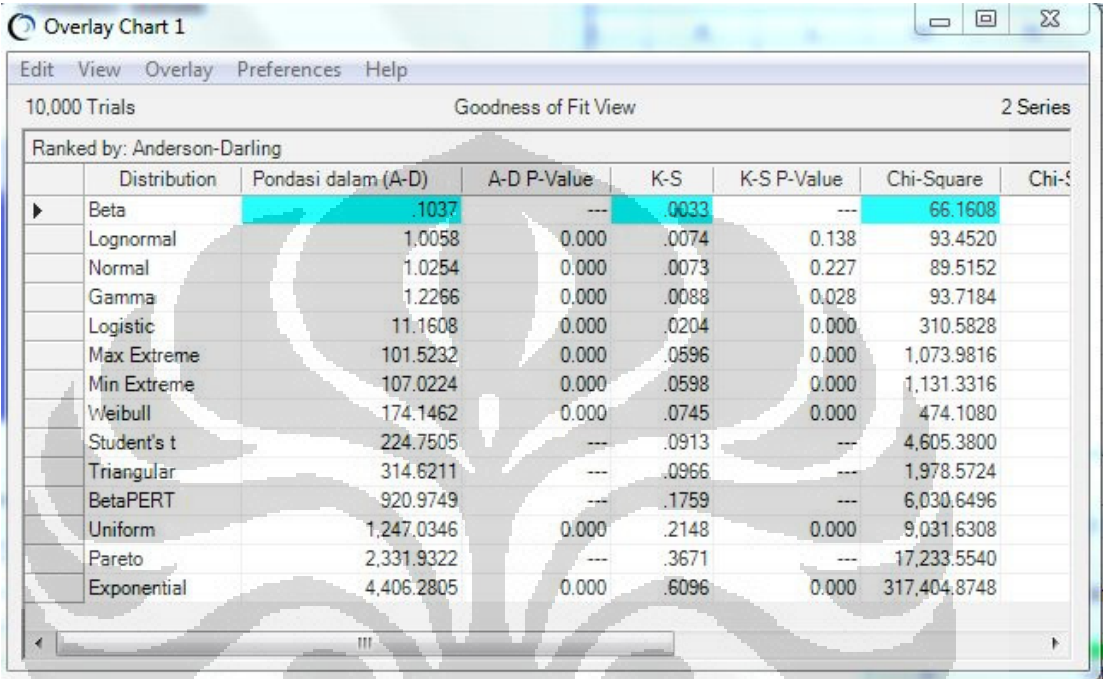
10,000 Trials Goodness of Fit View 2 Series

Ranked by: Anderson-Darling

	Distribution	Proteksi Kebakaran (A-D)	A-D P-Value	K-S	K-S P-Value	Chi-Square
►	Beta	.1669	---	.0047	---	91.6020
	Lognormal	.5757	0.057	.0059	0.443	105.8692
	Gamma	.6218	0.046	.0063	0.364	93.5112
	Normal	.7158	0.060	.0067	0.356	105.2032
	Logistic	9.7803	0.000	.0189	0.000	293.1780
	Max Extreme	101.4779	0.000	.0596	0.000	1,044.3668
	Min Extreme	116.1228	0.000	.0632	0.000	1,177.2264
	Student's t	217.4229	---	.0925	---	4,533.6148
	Triangular	495.2519	---	.1485	---	2,947.1880
	BetaPERT	1,352.7621	---	.2278	---	9,943.3404
	Uniform	1,503.2917	0.000	.2769	0.000	11,141.6964
	Pareto	2,679.9734	---	.4078	---	22,602.3428
	Weibull	4,045.5432	0.000	.3494	0.000	13,130.4168
	Exponential	4,436.3885	0.000	.6125	0.000	365,680.1068



Pondasi dalam





LAMPIRAN 3
HASIL UJI SIMULASI

Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/20/2012 at 14:39:52

Simulation stopped on 6/20/2012 at 14:40:05

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	10.01
Trials/second (average)	999
Random numbers per sec	16,984

Crystal Ball data:

Assumptions	17
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Pondasi (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	7.94
Median	7.92
Mode	—
Standard Deviation	0.40
Variance	0.16
Skewness	0.2000
Kurtosis	2.95
Coeff. of Variability	0.0501
Minimum	6.61
Maximum	9.56
Range Width	2.95
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet5

Forecast: Pondasi

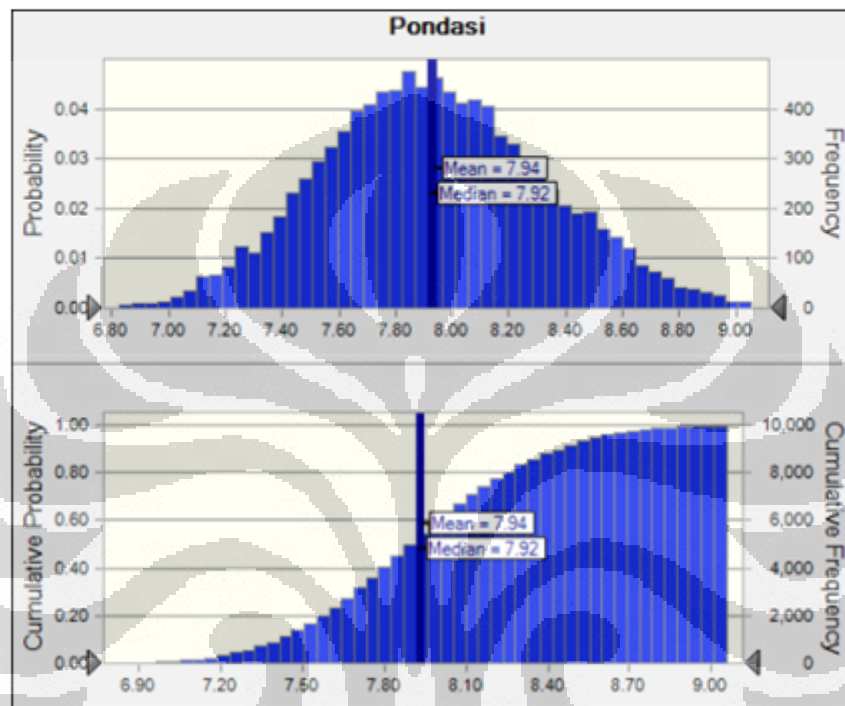
Cell: B24

Summary:

Entire range is from 6.61 to 9.56

Base case is 7.94

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet5

Assumption: B10

Cell: B10

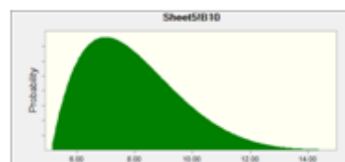
Beta distribution with parameters:

Minimum 5.11 (=B22)

Maximum 16.67 (=B23)

Alpha 2

Beta 6.18



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 12:53:12

Simulation stopped on 6/18/2012 at 12:53:26

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	12.23
Trials/second (average)	818
Random numbers per sec	13,900

Crystal Ball data:

Assumptions	17
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Struktur (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	33.34
Median	33.31
Mode	—
Standard Deviation	1.78
Variance	3.18
Skewness	0.0786
Kurtosis	2.89
Coeff. of Variability	0.0535
Minimum	27.56
Maximum	39.97
Range Width	12.41
Mean Std. Error	0.02

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Forecast: Struktur

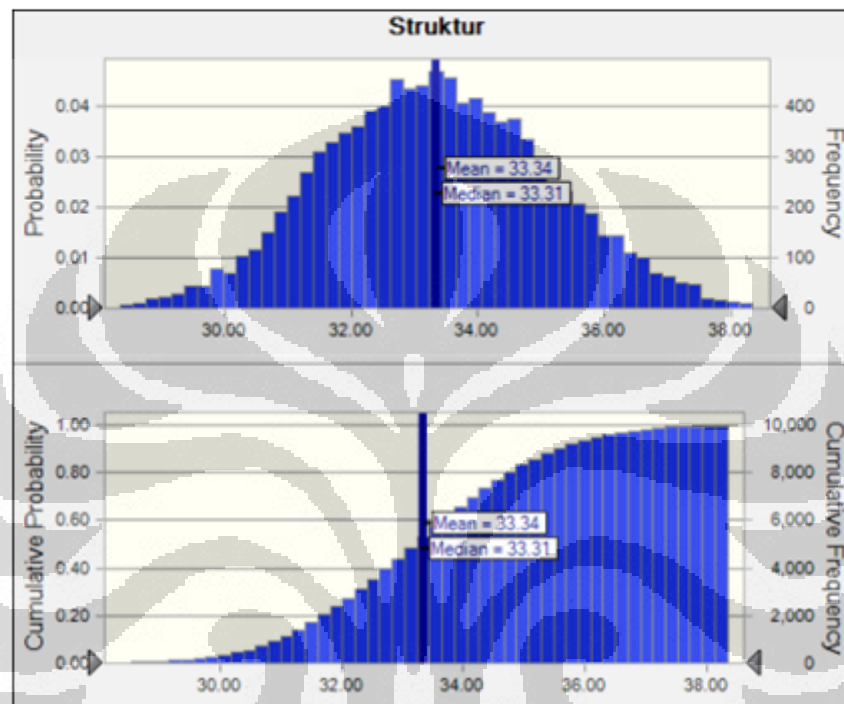
Cell: C22

Summary:

Entire range is from 27.56 to 39.97

Base case is 33.34

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.02



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Assumption: C10

Cell: C10

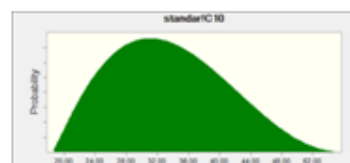
Beta distribution with parameters:

Minimum 18.47 (=C24)

Maximum 56.11 (=C23)

Alpha 2.16

Beta 3.309



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 13:05:35

Simulation stopped on 6/18/2012 at 13:05:49

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	11.99
Trials/second (average)	834
Random numbers per sec	13,346

Crystal Ball data:

Assumptions	16
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Lantai (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	4.47
Median	4.47
Mode	—
Standard Deviation	0.34
Variance	0.11
Skewness	0.1041
Kurtosis	2.90
Coeff. of Variability	0.0757
Minimum	3.34
Maximum	5.88
Range Width	2.54
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Forecast: Lantai

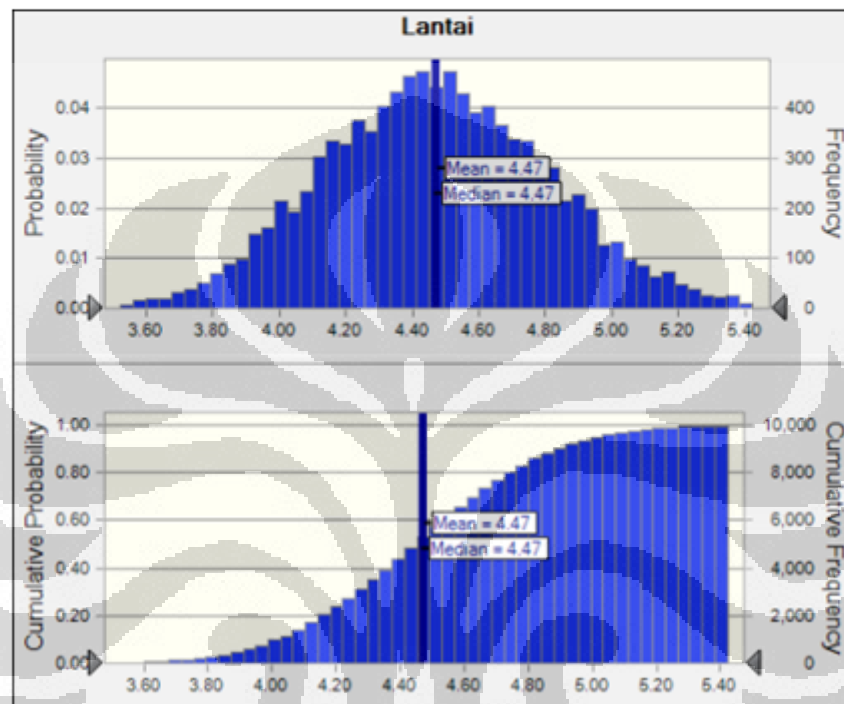
Cell: D22

Summary:

Entire range is from 3.34 to 5.88

Base case is 4.47

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Assumption: D10

Cell: D10

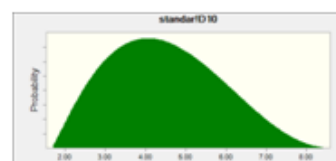
Beta distribution with parameters:

Minimum 1.67 (=D24)

Maximum 8.65 (=D23)

Alpha 2.17

Beta 3.24



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 13:18:27

Simulation stopped on 6/18/2012 at 13:18:49

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	18.97
Trials/second (average)	527
Random numbers per sec	8,962

Crystal Ball data:

Assumptions	17
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Dinding (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	8.60
Median	8.59
Mode	—
Standard Deviation	0.52
Variance	0.27
Skewness	0.0430
Kurtosis	2.96
Coeff. of Variability	0.0602
Minimum	6.53
Maximum	10.94
Range Width	4.41
Mean Std. Error	0.01

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Forecast: Dinding

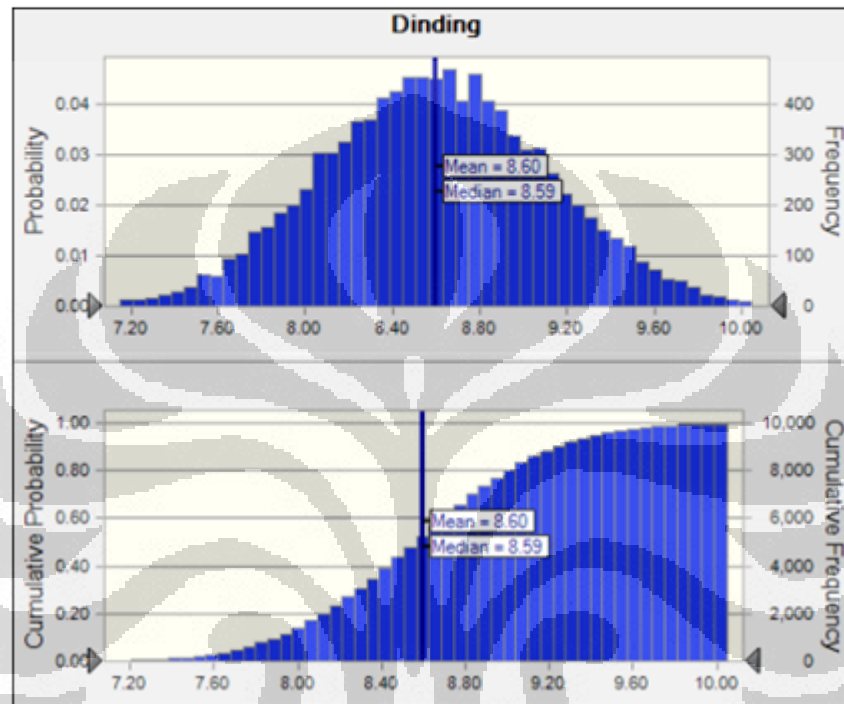
Cell: E22

Summary:

Entire range is from 6.53 to 10.94

Base case is 8.59

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.01



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Assumption: E10

Cell: E10

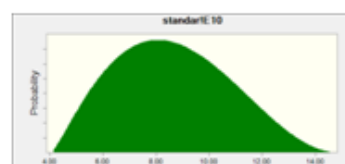
Beta distribution with parameters:

Minimum 4.06 (=E24)

Maximum 14.87 (=E23)

Alpha 2.24

Beta 3.1



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 13:30:04

Simulation stopped on 6/18/2012 at 13:30:28

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	22.54
Trials/second (average)	444
Random numbers per sec	7,099

Crystal Ball data:

Assumptions	16
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Plafond (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	1.81
Median	1.81
Mode	—
Standard Deviation	0.13
Variance	0.02
Skewness	0.0088
Kurtosis	2.99
Coeff. of Variability	0.0727
Minimum	1.28
Maximum	2.28
Range Width	1.00
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Forecast: Plafond

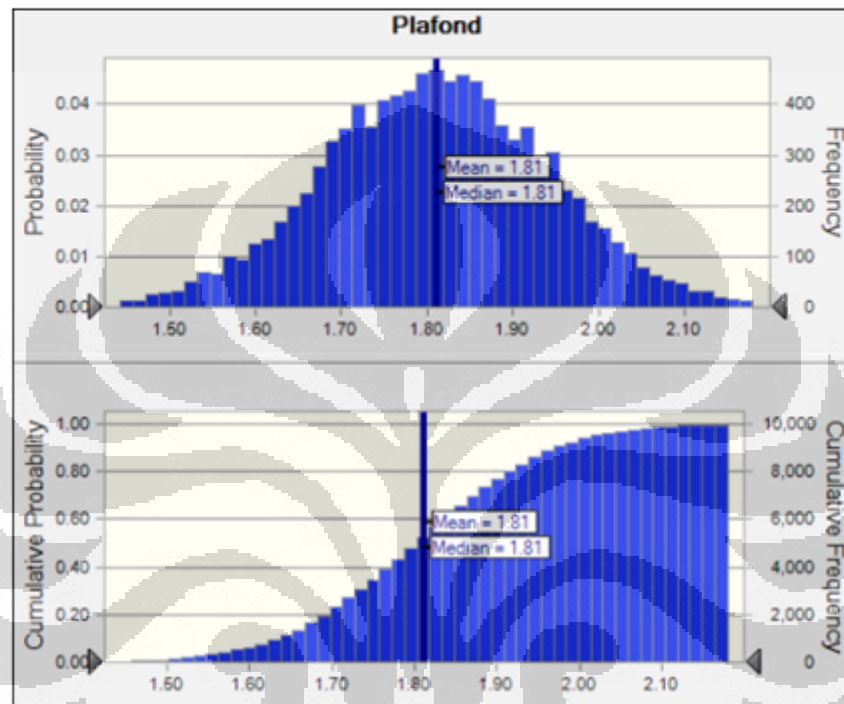
Cell: F22

Summary:

Entire range is from 1.28 to 2.28

Base case is 1.87

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

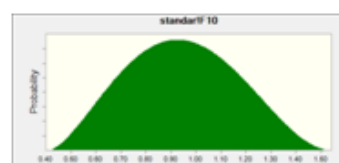
Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Assumption: F10

Cell: F10

Beta distribution with parameters:

Minimum	0.41	(=F24)
Maximum	1.54	
Alpha	2.72	
Beta	3.05	(=F23)



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 13:40:48

Simulation stopped on 6/18/2012 at 13:41:00

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	10.90
Trials/second (average)	918
Random numbers per sec	11,011

Crystal Ball data:

Assumptions	12
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Atap (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	7.26
Median	7.23
Mode	—
Standard Deviation	0.80
Variance	0.64
Skewness	0.1551
Kurtosis	2.96
Coeff. of Variability	0.1101
Minimum	4.63
Maximum	10.39
Range Width	5.75
Mean Std. Error	0.01

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Forecast: Atap

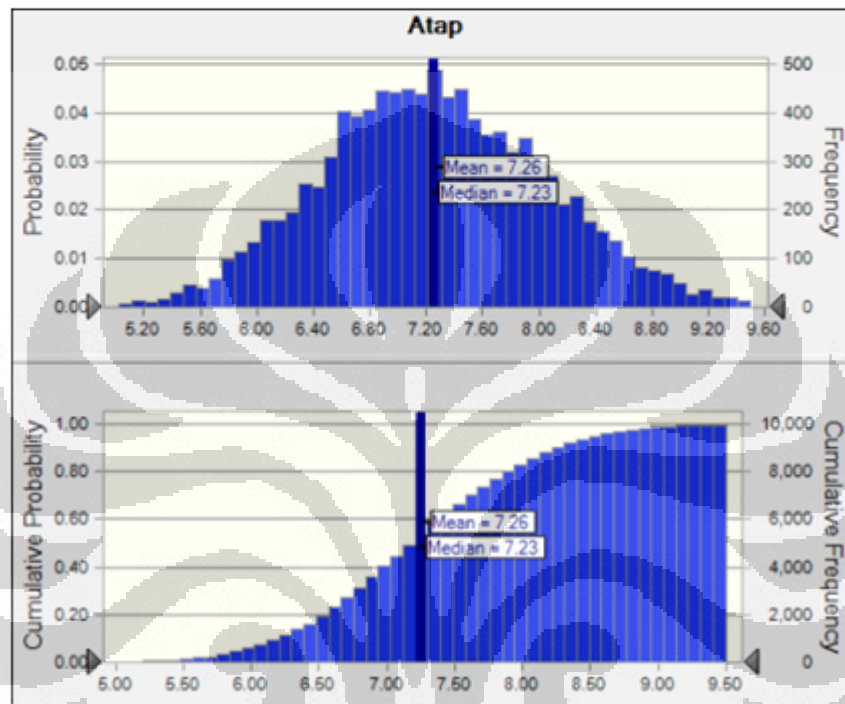
Cell: G22

Summary:

Entire range is from 4.63 to 10.39

Base case is 7.26

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.01



Assumptions

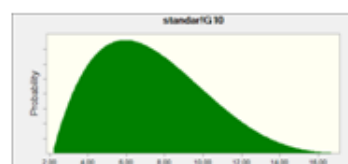
Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]standar

Assumption: G10

Cell: G10

Beta distribution with parameters:

Minimum	2.15	(=G24)
Maximum	17.90	(=G23)
Alpha	2	
Beta	4.17	



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 13:48:43

Simulation stopped on 6/18/2012 at 13:48:46

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	0.86
Trials/second (average)	11,649
Random numbers per sec	174,735

Crystal Ball data:

Assumptions	15
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Alat Pengkondisian Udara (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	7.01
Median	7.02
Mode	—
Standard Deviation	0.53
Variance	0.29
Skewness	0.00
Kurtosis	3.00
Coeff. of Variability	0.0762
Minimum	4.97
Maximum	9.08
Range Width	4.11
Mean Std. Error	0.01

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Alat Pengkondisian Udara

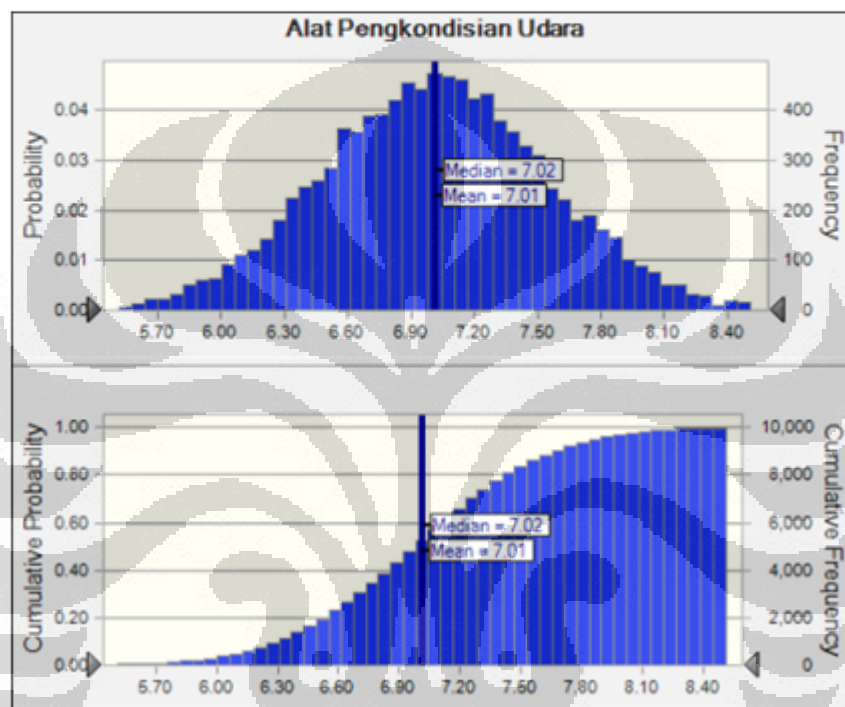
Cell: B26

Summary:

Entire range is from 4.97 to 9.08

Base case is 7.01

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.01



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: B10

Cell: B10

Normal distribution with parameters:

Mean	7.01
Std. Dev.	2.07



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 13:54:56

Simulation stopped on 6/18/2012 at 13:54:58

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	0.59
Trials/second (average)	16.930
Random numbers per sec	152,367

Crystal Ball data:

Assumptions	9
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Elevator (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	3.35
Median	3.35
Mode	—
Standard Deviation	0.37
Variance	0.14
Skewness	-0.0507
Kurtosis	3.09
Coeff. of Variability	0.1106
Minimum	1.92
Maximum	4.76
Range Width	2.84
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Elevator

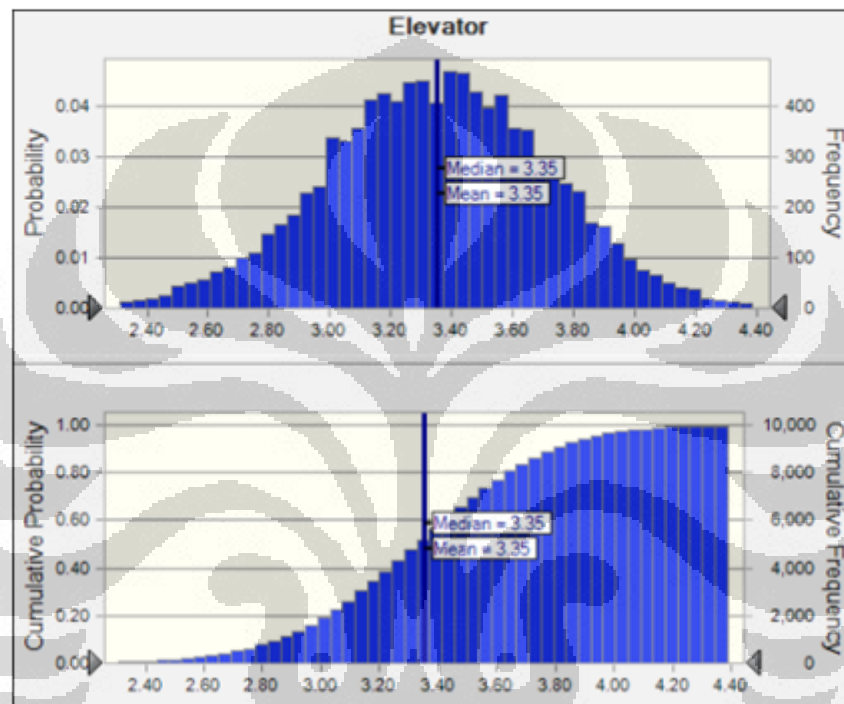
Cell: C26

Summary:

Entire range is from 1.92 to 4.76

Base case is 3.35

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

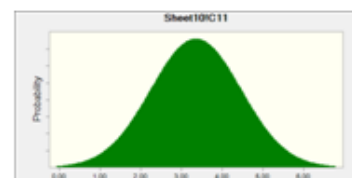
Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: C11

Cell: C11

Normal distribution with parameters:

Mean	3.35
Std. Dev.	1.11



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/18/2012 at 14:03:46

Simulation stopped on 6/18/2012 at 14:04:01

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	13.73
Trials/second (average)	728
Random numbers per sec	11,653

Crystal Ball data:

Assumptions	16
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Telefon (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	1.08
Median	1.08
Mode	—
Standard Deviation	0.08
Variance	0.01
Skewness	-0.0209
Kurtosis	2.93
Coeff. of Variability	0.0777
Minimum	0.79
Maximum	1.37
Range Width	0.58
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Telefon

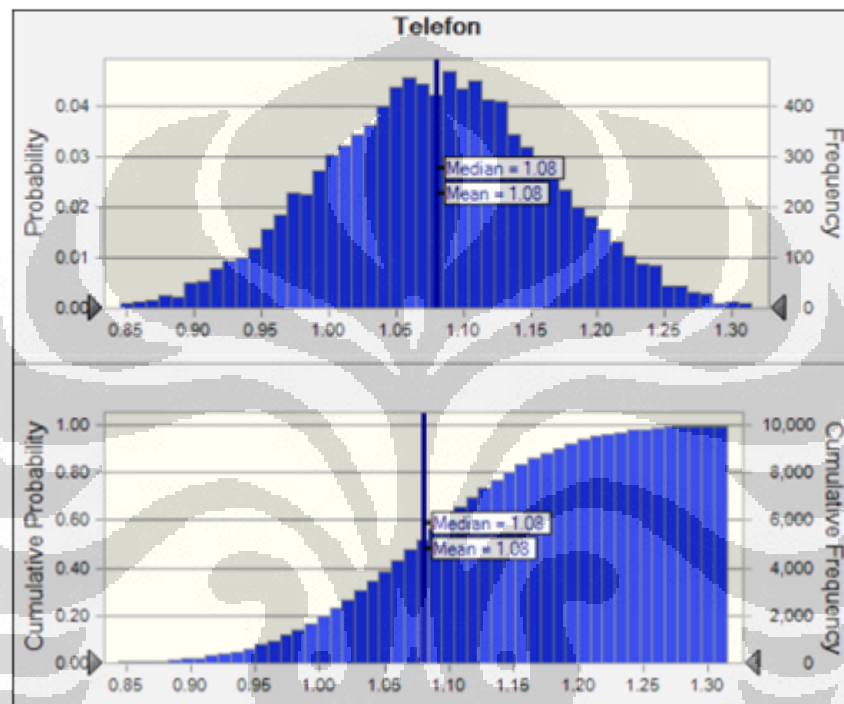
Cell: D26

Summary:

Entire range is from 0.79 to 1.37

Base case is 1.09

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: D10

Cell: D10

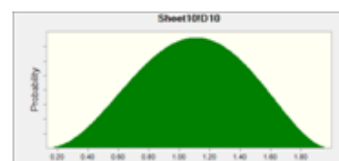
Beta distribution with parameters:

Minimum 0.12 (=D24)

Maximum 1.99 (=D25)

Alpha 3.25

Beta 3



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/19/2012 at 14:05:39

Simulation stopped on 6/19/2012 at 14:05:56

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	13.74
Trials/second (average)	728
Random numbers per sec	10,919

Crystal Ball data:

Assumptions	15
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Tata Suara (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	1.05
Median	1.04
Mode	—
Standard Deviation	0.10
Variance	0.01
Skewness	0.1334
Kurtosis	3.01
Coeff. of Variability	0.0939
Minimum	0.71
Maximum	1.41
Range Width	0.70
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Tata Suara

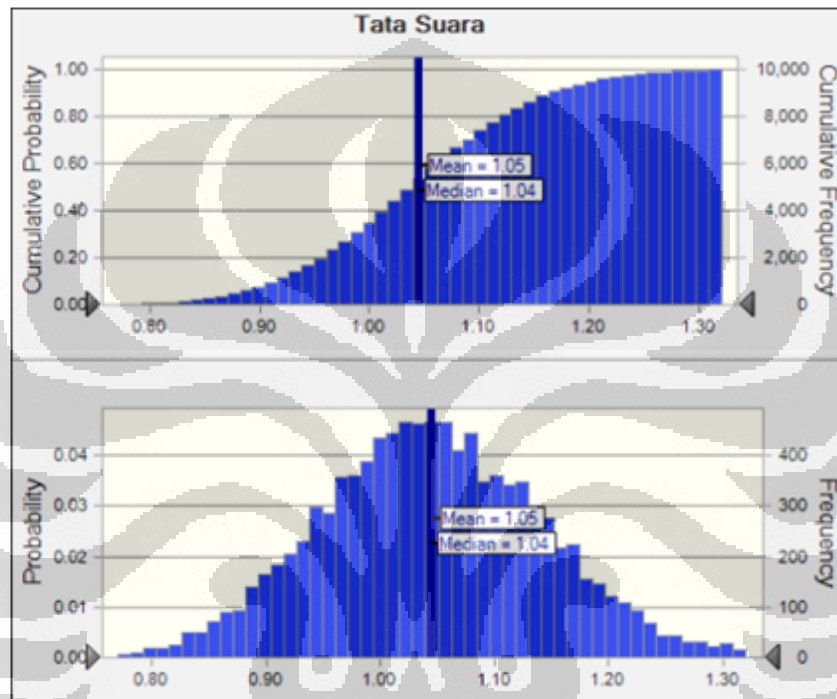
Cell: E26

Summary:

Entire range is from 0.71 to 1.41

Base case is 1.05

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: E10

Cell: E10

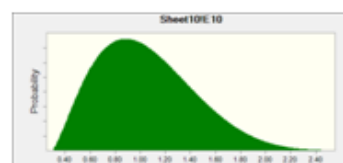
Beta distribution with parameters:

Minimum 0.29 (=E24)

Maximum 2.86 (=E25)

Alpha 2.5

Beta 6



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/19/2012 at 14:14:21

Simulation stopped on 6/19/2012 at 14:14:36

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	12.59
Trials/second (average)	794
Random numbers per sec	9,529

Crystal Ball data:

Assumptions	12
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Instalasi IT (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	1.02
Median	1.02
Mode	—
Standard Deviation	0.09
Variance	0.01
Skewness	-0.0567
Kurtosis	2.96
Coeff. of Variability	0.0903
Minimum	0.65
Maximum	1.34
Range Width	0.69
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Instalasi IT

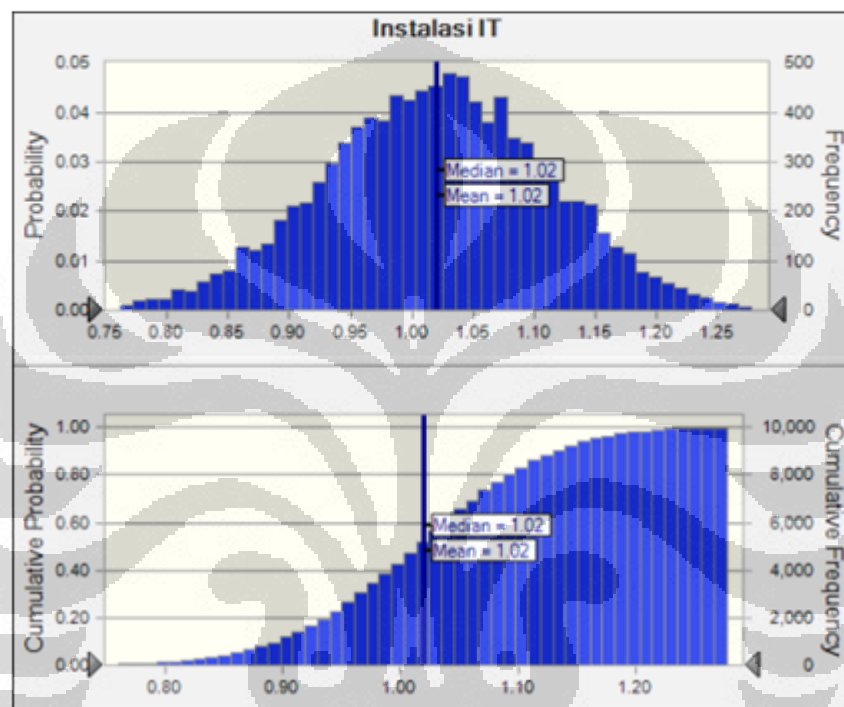
Cell: F26

Summary:

Entire range is from 0.65 to 1.34

Base case is 0.95

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

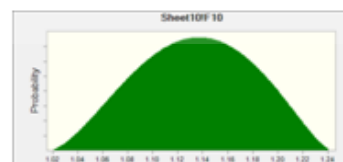
Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: F10

Cell: F10

Beta distribution with parameters:

Minimum	1.02
Maximum	1.24
Alpha	2.7
Beta	2.5



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/19/2012 at 14:23:36

Simulation stopped on 6/19/2012 at 14:23:49

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	10.84
Trials/second (average)	922
Random numbers per sec	15,680

Crystal Ball data:

Assumptions	17
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Elektrikal (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	7.03
Median	7.02
Mode	—
Standard Deviation	0.51
Variance	0.26
Skewness	0.0773
Kurtosis	2.92
Coeff. of Variability	0.0721
Minimum	5.37
Maximum	8.75
Range Width	3.38
Mean Std. Error	0.01

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Elektrikal

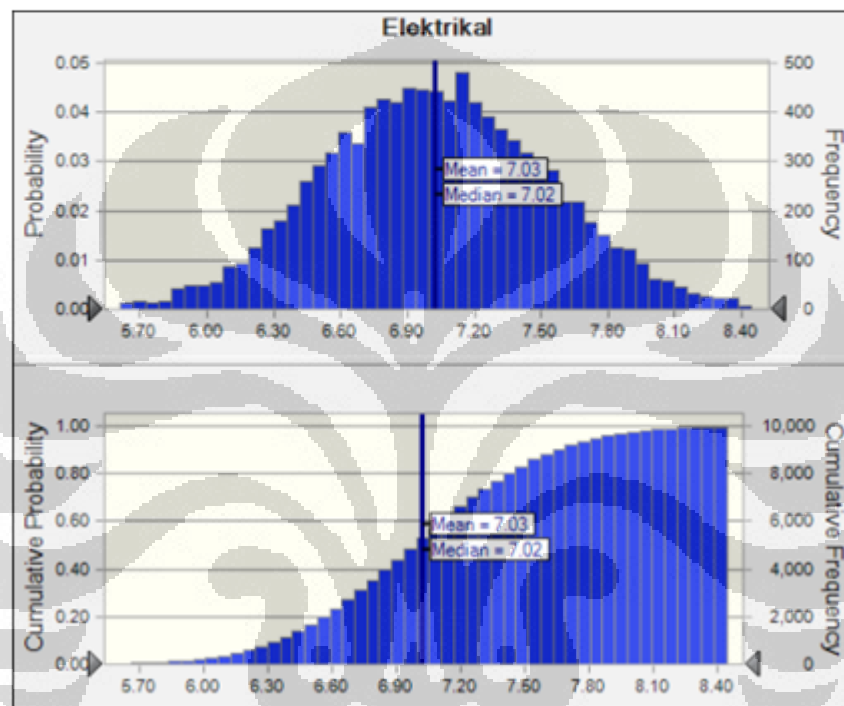
Cell: G26

Summary:

Entire range is from 5.37 to 8.75

Base case is 7.03

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.01



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: G10

Cell: G10

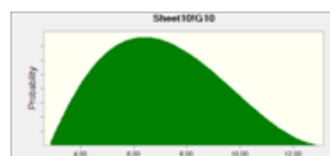
Beta distribution with parameters:

Minimum 2.82 (=G24)

Maximum 13.15 (=G25)

Alpha 2.06

Beta 3



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/19/2012 at 14:32:52

Simulation stopped on 6/19/2012 at 14:33:02

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	8.36
Trials/second (average)	1,196
Random numbers per sec	10,767

Crystal Ball data:

Assumptions	9
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Penangkal Petir (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	0.10
Median	0.10
Mode	—
Standard Deviation	0.01
Variance	0.00
Skewness	0.0523
Kurtosis	2.97
Coeff. of Variability	0.0961
Minimum	0.06
Maximum	0.14
Range Width	0.08
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Penangkal Petir

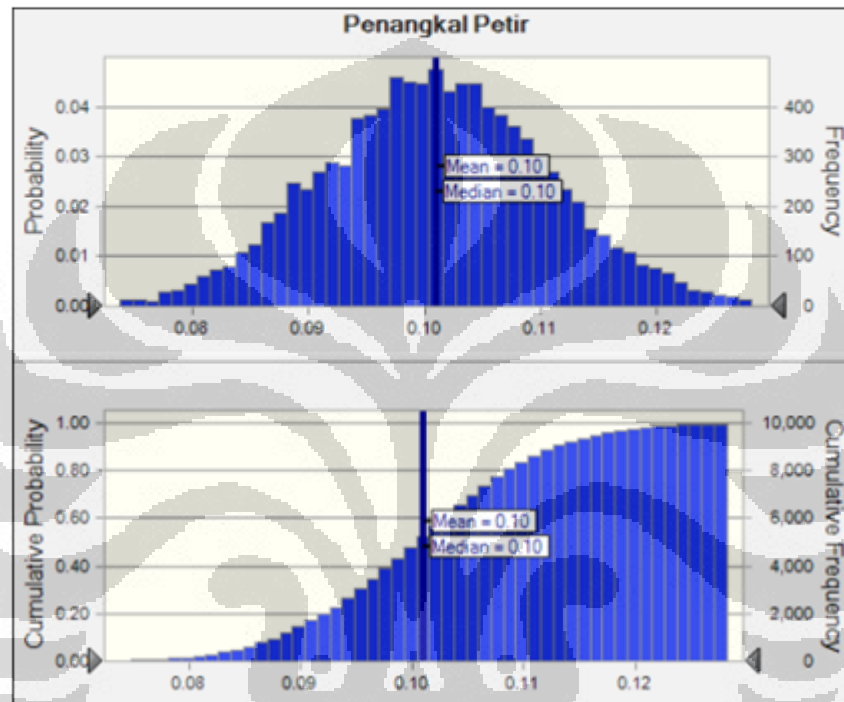
Cell: H26

Summary:

Entire range is from 0.06 to 0.14

Base case is 0.10

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: H10

Cell: H10

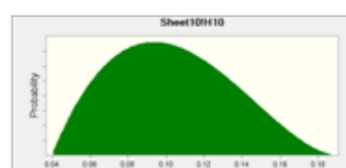
Beta distribution with parameters:

Minimum 0.04 (=H24)

Maximum 0.19 (=H25)

Alpha 2

Beta 2.8



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/19/2012 at 14:40:13

Simulation stopped on 6/19/2012 at 14:40:26

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	11.48
Trials/second (average)	871
Random numbers per sec	11,326

Crystal Ball data:

Assumptions	13
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Anti Rayap (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	0.29
Median	0.29
Mode	—
Standard Deviation	0.04
Variance	0.00
Skewness	0.1324
Kurtosis	3.00
Coeff. of Variability	0.1374
Minimum	0.16
Maximum	0.46
Range Width	0.30
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Anti Rayap

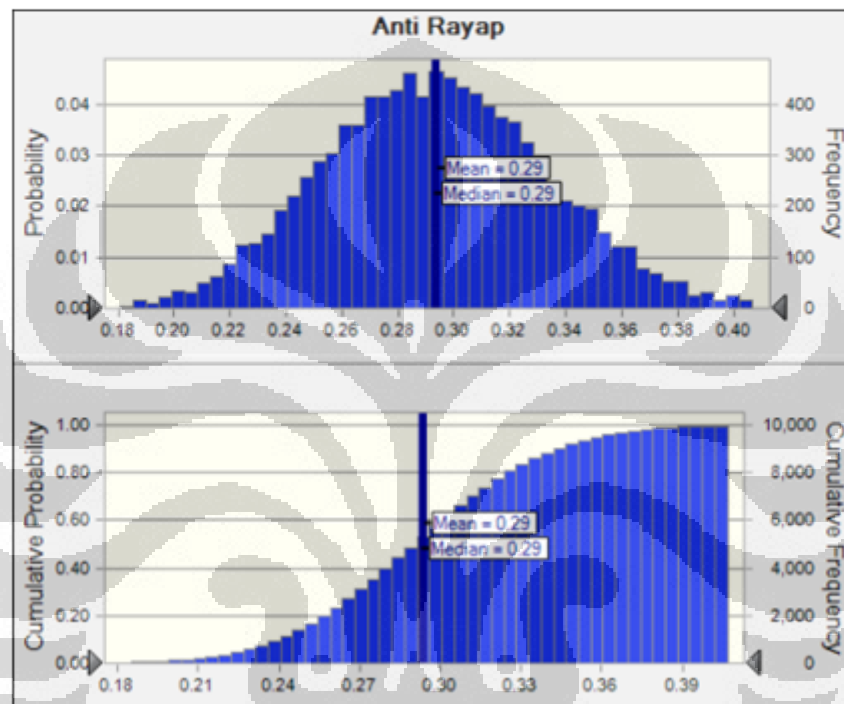
Cell: I26

Summary:

Entire range is from 0.16 to 0.46

Base case is 0.29

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

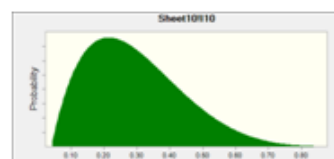
Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: I10

Cell: I10

Beta distribution with parameters:

Minimum	0.04	(=I24)
Maximum	0.98	(=I25)
Alpha	2	
Beta	5.4	



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 6/19/2012 at 14:49:24

Simulation stopped on 6/19/2012 at 14:49:39

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	12.61
Trials/second (average)	793
Random numbers per sec	12,688

Crystal Ball data:

Assumptions	16
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Proteksi Kebakaran (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	3.34
Median	3.33
Mode	—
Standard Deviation	0.34
Variance	0.11
Skewness	0.1157
Kurtosis	3.01
Coeff. of Variability	0.1012
Minimum	2.06
Maximum	4.67
Range Width	2.61
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Proteksi Kebakaran

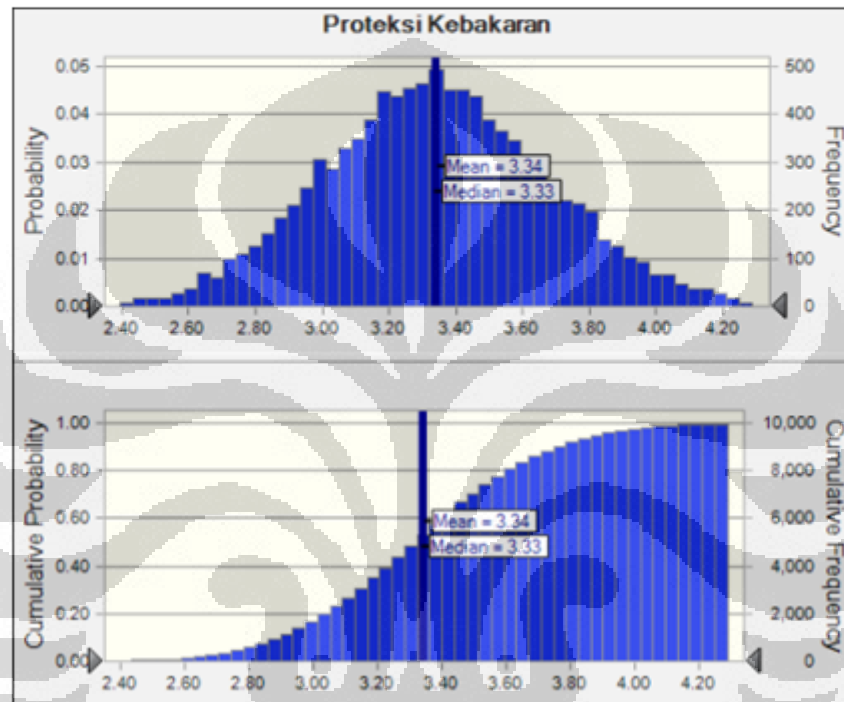
Cell: J26

Summary:

Entire range is from 2.06 to 4.67

Base case is 3.34

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: J10

Cell: J10

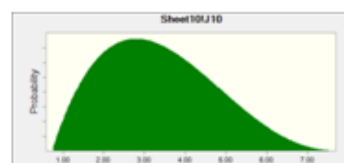
Beta distribution with parameters:

Minimum 0.73 (=J24)

Maximum 7.83 (=J25)

Alpha 2

Beta 3.45



Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 7/9/2012 at 10:26:21

Simulation stopped on 7/9/2012 at 10:26:35

Run preferences:

Number of trials run	10,000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95.00%

Run statistics:

Total running time (sec)	11.73
Trials/second (average)	852
Random numbers per sec	7,671

Crystal Ball data:

Assumptions	9
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	1

Forecasts

Forecast: Pondasi dalam (cont'd)

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Mean	5.34
Median	5.35
Mode	—
Standard Deviation	0.40
Variance	0.16
Skewness	0.0036
Kurtosis	2.84
Coeff. of Variability	0.0746
Minimum	3.69
Maximum	6.72
Range Width	3.03
Mean Std. Error	0.00

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Forecast: Pondasi dalam

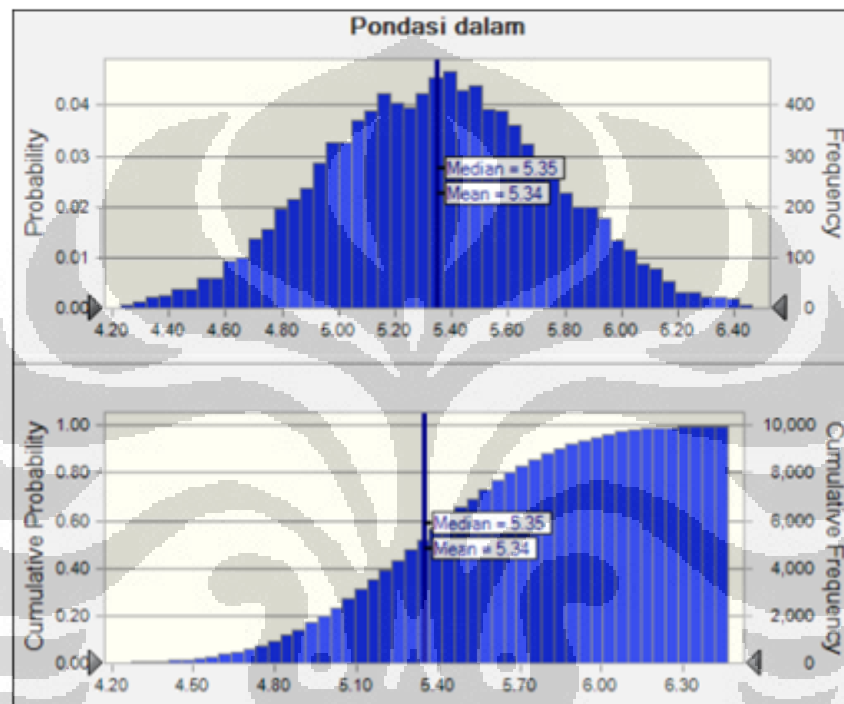
Cell: K26

Summary:

Entire range is from 3.69 to 6.72

Base case is 5.35

After 10,000 trials, the std. error of the mean is 0.00



Assumptions

Worksheet: [Pengolahan Data coba.xls]Sheet10

Assumption: K10

Cell: K10

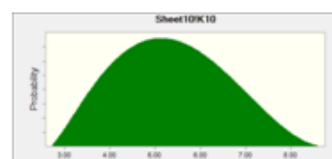
Beta distribution with parameters:

Minimum 2.67 (=K24)

Maximum 8.76 (=K25)

Alpha 2.35

Beta 3







UNIVERSITAS INDONESIA

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK**

RISALAH PERBAIKAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa pada:

Hari : Selasa, 26 Juni 2012
Jam : 10.00 WIB – selesai
Tempat : Ruang K.105 Fakultas Teknik UI

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

Nama : Jauzy Anbiya
NPM : 0806329344
Judul Seminar : Range estimasi probabilitas komponen biaya standar dan non standar pada proyek konstruksi gedung di Universitas Indonesia

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

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

No	Pernyataan Rekomendasi	Keterangan
1	Penambahan variabel pondasi dalam pada variabel non standar	Pada halaman 57
2	Penambahan tahun pembuatan dan kontrak pada tabulasi data hal	Pada halaman 56
3	Setiap tabel dicantumkan sumbernya.	Pada semua tabel
4	Penggolongan variabel pada model operasional penelitian	Pada halaman 7
5	Validasi data	Sudah dilakukan
6	Penjelasan proses dan hasil dari simulasi	Pada halaman 66-85

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

No	Pernyataan Rekomendasi	Keterangan
1	Abstrak berbeda dengan abstrak seminar. Mencakup latar belakang, tujuan, metode dan hasil.	Pada halaman vi
2	Menjelaskan Batasan standard an non standar.	Pada halaman 21-25

Dosen Penguji I : Ir. Setyo Suprijadi, M.Si.

No	Pernyataan Rekomendasi	Keterangan
1	Telah menyimpulkan bahwa perbaikan yang diminta adalah Batasan standar dan non standar, penambahan variabel pondasi dalam, penambahan tahun dan kontrak, validasi data, analisa <i>cost workbreakdown</i>	Telah selesai dikerjakan pada hal yang bersangkutan

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

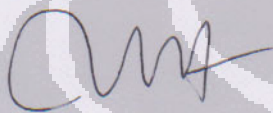
No	Pernyataan Rekomendasi	Keterangan
1	Analisa Cost breakdown ditambahkan di bab II	Pada halaman 15-20
2	Konsep bangunan gedung (klasifikasi UU no 28)	Pada halaman 13-14
3	Kesimpulan dibuat dalam bentuk tabel	Pada halaman 95

Skripsi ini telah selesai diperbaiki sesuai dengan keputusan sidang skripsi
Jumat, 26 Juni 2012 dan telah mendapat persetujuan dari dosen dan
pembimbing.

Depok, Juli 2012

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



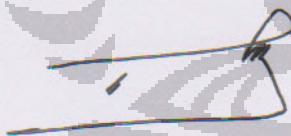
Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T.

Dosen Pembimbing II



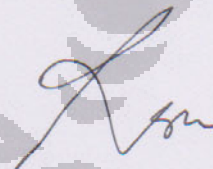
Ir. Wisnu Isvara, M.T.

Dosen Penguji I



Ir. Setyo Suprijadi, M.Si.

Dosen Penguji II



Rosmariansi, S.T., M.T.