



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH ASPEK *ENERGY EFFICIENCY AND  
CONSERVATION* TERHADAP BIAYA KONSTRUKSI *GREEN  
BUILDING* DIBANDINGKAN DENGAN *CONVENTIONAL  
BUILDING***

**SKRIPSI**

**MAIDINA  
0806329400**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH ASPEK *ENERGY EFFICIENCY AND  
CONSERVATION* TERHADAP BIAYA KONSTRUKSI *GREEN  
BUILDING* DIBANDINGKAN DENGAN *CONVENTIONAL  
BUILDING***

**SKRIPSI**

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

**MAIDINA  
0806329400**

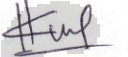
**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI  
DEPOK  
JUNI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama** : Maidina

**NPM** : 0806329400

**Tanda Tangan** : 

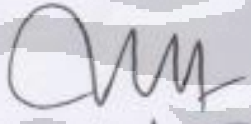
**Tanggal** : 20 Juni 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

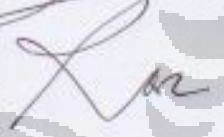
Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Maidina  
NPM : 0806329400  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Sripsi : Pengaruh Aspek *Energy Efficiency and Conservation*  
Terhadap Biaya Konstruksi *Green Building*  
Dibandingkan Dengan *Conventional Building*

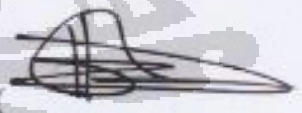
Telah berhasil diujikan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

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

Pembimbing 2 : Suratman, S.T., M.T. (  )

Penguji : Rosmariansi, S.T., M.T. (  )

Penguji : Ir. Wisnu Isvara, M.T. (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 20 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat danrahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukandalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadaribahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikanskripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Allah SWT yang selalu menjadi tujuan utama hidup, berkatNya skripsi ini tepat waktu dan dimudahkan segala urusannya.
- (2) Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Suratman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
- (4) Orang Tua yang saya banggakan, kak Epi, abang Mika, sarah dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5) Sahabat sipiling 08 yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini devy, gebi, eki, piti, aya, tado, nanda, cancan, nico, budi, ganjar, qi dan banyak lagi. The Green Builders faith, ezy, nandabud, mijul, partogie, dan pihak yang rela meminjamkan mobilnya abang Dodo, cipta, dan toni
- (6) Pakar dan responden yang telah bersedia meluangkan waktu kerjanya untuk mengisi kuisioner.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 20 Juni 2012

Penulis

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

---

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

Nama : Maidina  
NPM : 0806329400  
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 :

**Pengaruh Aspek *Energy Efficiency and Conservation* Terhadap Biaya Konstruksi *Green Building* Dibandingkan Dengan *Conventional Building***

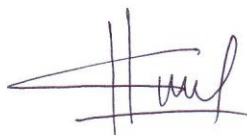
Bersama dengan perangkat lainnya. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmediakan/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 20 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Maidina)

## ABSTRAK

Nama : Maidina  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Pengaruh Aspek *Energy Efficiency and Conservation* Terhadap Biaya Konstruksi *Green Building* Dibandingkan Dengan *Conventional Building*

Maraknya isu global warming menarik perhatian kalangan umum. Meningkatnya CO<sub>2</sub> penyebab gas rumah kaca menjadi pemicu efisiensi energi pada *green building*. Penelitian ini meninjau proyek bangunan *green* tersertifikasi oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) berlandaskan *greenship* v.1.0 dengan target rating GOLD. Hipotesa konstruksi *green building* akan menambah biaya jika dibandingkan dengan *conventional*. Metode yang digunakan adalah survey dan studi kasus proyek Jasa Marga oleh PT.PP Persero (Tbk) terhadap penerapan aspek *Energy Efficiency and Conservation*. Pada aspek ini faktor dominan perubahan biaya konstruksi terdapat pada *measurement energy* dengan desain penurunan nilai OTTV. Total perubahan kenaikan biaya berdasarkan studi kasus adalah 3.24%.

Kata kunci :

*Green building*, Aspek *Energy Efficiency and Conservation*, pengaruh biaya konstruksi

## ABSTRACT

Name : Maidina  
Study Program : Teknik Sipil  
Title : The Effect of Energy Efficiency and Conservation Aspects Of Green Building Construction Cost Compared To Conventional Building

The rise of the global warming issue attracted the attention of the public. Increased CO<sub>2</sub> causes a greenhouse gas trigger energy efficiency in green building. The research was reviewing a green building project to be certified by the Green Building Council of Indonesia (GBCI) which is summarized in version 1.0 with targeted GOLD rating.its hipotized that gren construction needs additional cost than conventional. The method used in this study is survey and case studies on projects Jasa Marga by PT.PP Corporation (Corporation) on the implementation aspects of the Energy Efficiency and Conservation. This dominant factor changed the construction costs is the energy measurement with decrease the value of OTTV.By the case study cost, its changes about 3.24%.

Key words :

Green building, Energy Efficiency and ConservationAspect, influencethe cost of construction

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK/ <i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.2.1 Deskripsi Masalah.....	4
1.2.2 Signifikasi Masalah.....	5
1.2.3 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Model Operasional Penelitian.....	7
1.7 Keaslian Penelitian.....	8
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Pendahuluan .....	11
2.2 Green Building.....	11
2.2.1 Konsep Sustainability Building.....	11
2.2.2 Green Building Council Indonesia.....	13
2.2.3 Konsep Green Building.....	14
2.3 Aspek Energi Efficiency and Conservation ( <i>EEC</i> ).....	17
2.3.1 Electrical Sub Metering(Prasyarat 1) .....	19
2.3.2 OTTV Calculation(Prasyarat 2) .....	20
2.3.3 Energi Efficiency Measure( <i>EEC</i> -1) .....	21
2.3.4 Natural Lighting( <i>EEC</i> -2) .....	23
2.3.5 Ventilation( <i>EEC</i> -3) .....	25
2.3.6 Climate Change Impact ( <i>EEC</i> -4) .....	26
2.3.7 On Site Renewable Energi ( <i>EEC</i> -5).....	27
2.4 Faktor Konsep <i>Green building</i> yang Berpengaruh Pada Kinerja Biaya Proyek .....	27
2.4.1 Proses Penyusunan Biaya Proyek .....	27
2.4.2 Hal yang Membedakan Kinerja Biaya dalam Proyek Green Building.....	31
2.5 Kerangka Berfikir dan Hipotesa .....	34
2.5.1 Kerangka Berfikir.....	34
2.5.2 Hipotesa.....	36
<b>3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>



3.1	Pendahuluan .....	37
3.2	Pemilihan Strategi Penelitian .....	37
3.3	Proses Penelitian .....	38
3.3.1	Variabel Penelitian .....	39
3.3.2	Instrumen Penelitian .....	43
3.3.3	Pengumpulan Data .....	48
3.3.4	Analisa Data .....	49
3.4	Kesimpulan .....	51
<b>4</b>	<b>ANALISA DATA .....</b>	<b>52</b>
4.1	Pendahuluan .....	52
4.2	Pengumpulan Data .....	52
4.2.1	Kuesioner Tahap Pertama (pakar) .....	52
4.2.2	Kuesioner Tahap Kedua (pilot survey) .....	55
4.2.3	Kuesioner Tahap Ketiga (responden) .....	59
4.3	Analisa Data .....	60
4.3.1	Analisa Statistik Kuesioner .....	60
4.3.2	Analisa Studi Kasus .....	74
4.4	Kesimpulan .....	85
<b>5</b>	<b>TEMUAN dan PEMBAHASAN .....</b>	<b>87</b>
5.1	Pendahuluan .....	87
5.2	Temuan 1 .....	87
5.3	Temuan 2 .....	88
5.4	Pembahasan .....	88
5.5	Pembuktian Hipotesa .....	91
<b>6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>92</b>
6.1	Kesimpulan .....	92
6.2	Saran .....	92
	DAFTAR ACUAN .....	93
	DAFTAR REFERENSI .....	98

## DAFTAR TABEL

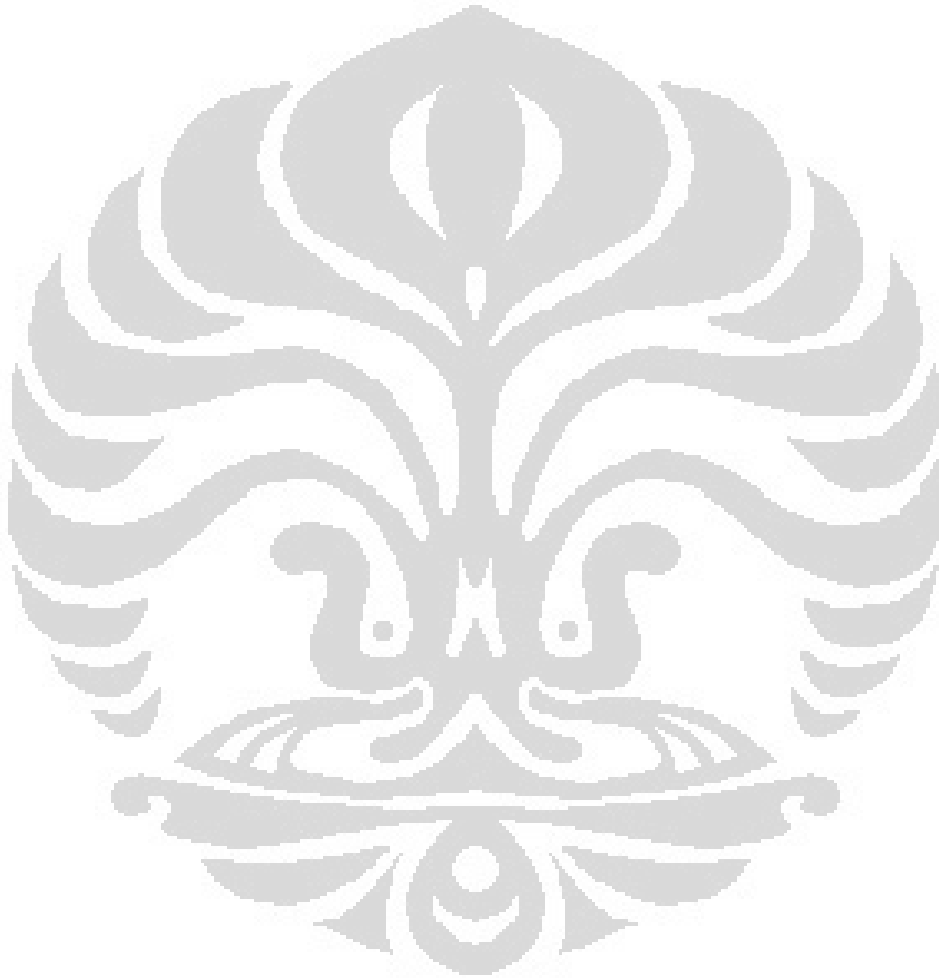
Tabel 1	Laju Pertumbuhan PDB Menurut Lapangan Usaha (Persen).....	1
Tabel 2. 1	Kombinasi Aspek Ekonomi, Sosial, Lingkungan .....	12
Tabel 2. 2	Rating Pada <i>Greenship</i> .....	15
Tabel 2. 3	Tingkat Pencahayaan Rata-rata, Redenrasi dan Temperatur Warna yang Direkomendasikan .....	22
Tabel 2. 4	Kebutuhan Udara Luar.....	26
Tabel 2. 5	Perubahan Biaya Proyek Dahan.....	33
Tabel 3. 1	Strategi Penelitian .....	37
Tabel 3. 2	Variabel Penelitian .....	41
Tabel 3. 3	Kuisioner untuk Pengambilan Data Tahap1 .....	44
Tabel 3. 4	Kuisioner untuk Pengambilan Data Tahap2 .....	46
Tabel 4. 1	Profil Pakar .....	53
Tabel 4. 2	Variabel Hasil Koreksi Pakar.....	54
Tabel 4. 3	Perubahan Indikator Variabel .....	55
Tabel 4. 4	Variabel Kuisioner Tahap 3 .....	57
Tabel 4. 5	Data Profil Responden Tahap Tiga.....	59
Tabel 4. 6	Data Pengelompokkan Responden.....	60
Tabel 4. 7	Hasil Uji Validitas .....	61
Tabel 4. 8	Case Processing Summary .....	61
Tabel 4. 9	Reability Statistic .....	62
Tabel 4. 10	Tabel Reabilitas.....	62
Tabel 4. 11	Uji <i>Output</i> Kruskal Wallis Pendidikan Responden.....	64
Tabel 4. 12	Perbedaan Persepsi Pendidikan Responden.....	64
Tabel 4. 13	<i>Output</i> Uji Kruskal Wallis (Jabatan).....	66
Tabel 4. 14	<i>Output</i> Uji Kruskal Wallis (Pengalaman) .....	68
Tabel 4. 15	Analisa Deskriptif .....	79
Tabel 4. 16	Berpasangan untuk Pengaruh Biaya Pengambilan Keputusan ....	70
Tabel 4. 17	Perhitungan Bobot Elemen .....	71
Tabel 4. 18	Perhitungan Bobot Elemen Masing-masing Pengaruh .....	71
Tabel 4. 19	Nilai Hasil Perhitungan AHP .....	73
Tabel 4. 20	Faktor Pengaruh Terhadap Biaya Dominan Variabel .....	74
Tabel 4. 21	Konsumsi Energi Bangunan .....	82
Tabel 4. 22	Hasil Perubahan Biaya Proyek .....	85
Tabel 5	Total Deviasi <i>Green Building</i> .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Efek Rumah Kaca.....	3
Gambar 1.2	Model Operational Penelitian.....	7
Gambar 2.1	TigaDimensi <i>Sustainability</i> .....	12
Gambar 2.2	Contoh Ballast.....	23
Gambar 2.3	Sistem Kerja Lux Sensor.....	24
Gambar 2.4	Bagan Project Cost Management Overview .....	28
Gambar 2.5	Proses Cost Budget .....	29
Gambar 2.6	Kerangka Berfikir.....	35
Gambar 4.1	Data Pendidikan Responden.....	63
Gambar 4.2	Data Jabatan Responden.....	65
Gambar 4.3	Data Pengalaman Responden .....	67
Gambar 4.4	Grafik Analisa Deskriptif Rata-rata .....	70
Gambar 4.5	Diagram Distribusi Daya .....	77
Gambar 4.6	Area dan Contoh Sunshading.....	80
Gambar 4.7	Desain Perubahan Arah Bukaannya.....	82
Gambar 4.8	Optimalisasi Bukaannya Jendela.....	83

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Pedoman New Green Building v.1
- Lampiran 2. Kuisisioner Tahap 1
- Lampiran 3. Kuisisioner Tahap 2
- Lampiran 4. Hasil Validasi Pakar Tahap 1
- Lampiran 5. Hasil Validasi Pakar Tahap 2
- Lampiran 6. Pergantian Jenis Lampu
- Lampiran 7. Denah Lux dan Motion Sensor (Typical It 1-3)
- Lampiran 8. Risalah Sidang Skripsi



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan konstruksi di Indonesia berdasarkan kinerja perekonomian Indonesia dalam Produk Domestik Bruto (PDB) menunjukkan tingkat yang cukup tinggi beberapa tahun terakhir ini, khususnya pada perbandingan triwulan I s/d III 2011 terhadap triwulan I s/d III 2010 yaitu mencapai 6.4 % [1]. Hal ini dapat dilihat dari Tabel maraknya pembangunan infrastuktur di Indonesia.

Tabel 1 Laju Pertumbuhan PDB Menurut Lapangan Usaha (Persen)

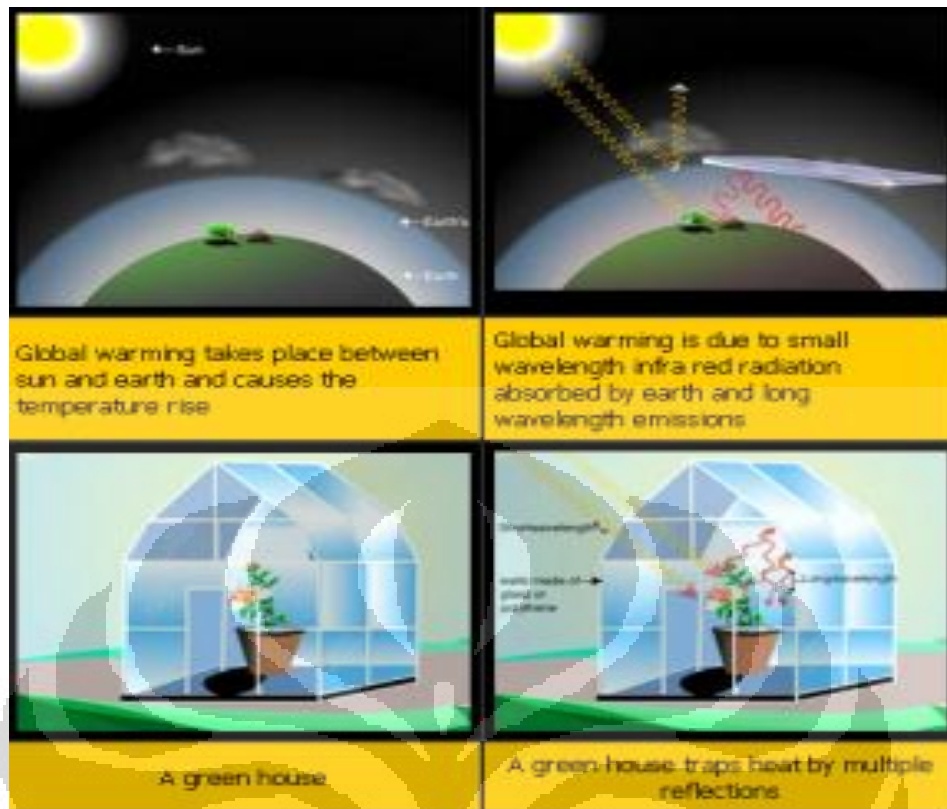
Lapangan Usaha	Triw III- 2011 Terhadap Triw II- 2011	Triw III- 2011 Terhadap Triw II- 2011	Triw III- 2011 Terhadap Triw III- 2010	Triw I s/d III 2011 Terhadap Triw Is/d III 2010	Sumber Pertumbuha n y-on-y
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1. Pertanian, Peternakan, Kehutanan, dan Perikanan	3,6	5,0	2,7	3,4	0,4
2. Pertambangan dan Penggalan	0,8	2,9	0,3	1,7	0,0
3. Industri Pengolahan	3,2	3,1	6,6	5,9	1,7
4. Listrik, Gas, dan Air Bersih	4,0	1,3	5,2	4,5	0,0
5. Konstruksi	4,4	3,1	6,4	6,4	0,4
6. Perdagangan, Hotel, dan Restoran	4,8	4,4	10,1	9,3	1,7
7. Pengangkutan dan Komunikasi	2,1	3,6	9,5	11,2	0,9
8. Keuangan, Real Estat, dan Jasa Perusahaan	1,0	1,8	7,0	7,0	0,7
9. Jasa-Jasa	2,4	3,1	7,8	6,8	0,7
PDB	2,9	3,5	6,5	6,5	6,5
PDB Tanpa Migas	3,0	3,5	6,9	7,0	

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2011

Tidak dapat dipungkiri bahwa dalam perkembangan manusia memiliki banyak aktifitas yang berdampak terhadap sebuah bangunan gedung sebagai aktifitas keseharian seperti rumah, mall, kantor, apartemen dsb. Bangunan gedung merupakan salah satu kebutuhan manusia yang dibuat dengan tujuan untuk

melindungi dari dampak negatif angin, hujan, debu maupun sengatan sinar matahari. Namun menurut Departemen Sumber daya Energi dan Mineral[2], menyebutkan bangunan gedung menyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar dalam sektor konsumsi energi untuk sumber daya listrik dibandingkan sektor lain, seperti transportasi dan industri. EECCHI (Energi Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia) menyatakan, pada umumnya, gedung di negara tropis seperti Indonesia paling banyak menggunakan energi untuk sistem tata udara yaitu 45%-70 %, sistem tata cahaya 10%-20%, lift dan eskalator 2%-7%, dan alat-alat kantor serta elektronik 2%-10% [3]. Upaya-upaya untuk menghemat energi pun kini mulai menjadi tinjauan penting guna menekan krisis energi dunia.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) [4] peningkatan suhu global disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia (Koran Anak Indonesia, 2011). Berdasarkan hasil studi IPCC menyatakan bahwa sektor bangunan gedung merupakan pengkonsumsi gas CO<sub>2</sub> berdasarkan studi sebelumnya[5]. Efek gas rumah kaca yang dikeluarkan oleh bangunan turut menyumbang terhadap menipisnya lapisan ozon yang menyelimuti bumi. Selama seratus terakhir permukaan bumi telah meningkat  $0.74 \pm 0.18$  °C ( $1.33 \pm 0.32$  °F). Pada tahun 2000, emisi gas carbon dioksida mencapai 24 milyar ton kubik [6]. Atmosfer bumi kita terdiri dari bermacam gas dengan fungsi yang berbeda, misalnya uap air (H<sub>2</sub>O), CO<sub>2</sub>, dan metan (CH<sub>4</sub>) yang dikenal sebagai gas rumah kaca yang berfungsi menjaga suhu bumi agar tetap hangat. Namun efek rumah kaca terjadi akibat berubahnya komposisi gas rumah kaca tersebut secara global sehingga suhu bumi meningkat.



Gambar 1.1 Efek Rumah Kaca

Sumber : [www.ridwanaz.com](http://www.ridwanaz.com), 2010

Lapisan atmosfer bumi terdiri dari troposfer, stratosfer, mesosfer dan termosfer. Dimana lapisan troposfer pada lapisan terbawah menjadi bagian yang penting dalam terjadinya efek rumah kaca. Sinar matahari yang masuk ke bumi sebagian diserap dan sebagian lagi dipantulkan kembali. Sebesar 65 % sinar matahari masuk ke dalam troposfer dan kemudian diserap oleh gas rumah kaca dan sisanya sampai ke permukaan bumi [7]. Dengan meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca ini menyebabkan banyaknya radiasi matahari berupa sinar inframerah yang diserap oleh bumi. Radiasi tersebut terus tersebar dan terperangkap dalam lapisan troposfer. Oleh karena itu, suhu udara di troposfer dan permukaan bumi meningkat.

Dengan demikian untuk menghadapi dampak perubahan iklim, perlu dilakukannya praktik-praktik baru sejak tahap pelaksanaan desain hingga pengoperasian gedung sehingga konsumsi energi menjadi efisien. Diharapkan dengan menggunakan efisiensi energi ini jejak karbon serta potensi pemanasan global berkurang. *Green Building Council Indonesia* (GBCI) merupakan lembaga

**Universitas Indonesia**

sertifikasi bangunan hijau ramah lingkungan melansir enam aspek bangunan hijau ramah lingkungan dalam *greenship* yang meliputi tepat guna lahan, efisiensi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kualitas udara dan kenyamanan udara, serta manajemen lingkungan bangunan. Penulis memilih *Energi Efficiency and Conservation (EEC)* sebagai aspek yang ditinjau mengingat energi merupakan salah satu penyebab isu global warming. Efisiensi energi pada gedung dapat dicapai melalui perancangan yang peduli pada penghematan energi tetapi tetap memperhatikan tingkat kenyamanan pengguna ruangan. Gedung yang hemat energi diharapkan menggunakan konsep desain interior yang memaksimalkan penggunaan energi alami serta optimal dalam menggunakan sistem pencahayaan melalui pemanfaatan cahaya alami[8].

## 1.2 Perumusan Masalah

### 1.2.1 Deskripsi Masalah

Aplikasi *green building* di negara kita memang bisa dikatakan agak tertinggal dibandingkan dengan negara-negara Asia lainnya. Karena saat era 2010-anlah konsep penerapan *green building* menjadi sebuah *trend* yang dapat menjadi daya tarik tersendiri bagi para pelaku investor.

Konsep *green building* yang menjadi perbincangan kini menjadi sebuah kelebihan tersendiri kalangan pelaku konstruksi. Konsep green ini diaplikasikan pada bangunan dengan tujuan meminimalisasi aspek pencemar lingkungan. Hal ini didasarkan pula pada Peraturan Menteri dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Nomor 8 Tahun 2010 yang berjudul “Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan” yang mengacu pada pembangunan bangunan *green*. Penerapan konsep *green* ini diharapkan dilaksanakan pada tahap perencanaan, desain, pelaksanaan konstruksi, pengoperasian, dan manajemen bangunan gedung.

Dalam menghadapi adanya peraturan tersebut, penerapan *green building* menjadi keharusan dalam pembangunan gedung. Dalam penyusunan konsep green ini, GBCI dalam *greenship* versi 1.0 membagi kedalam enam aspek penilaian yaitu *Appropriate Site Development*, *Energi Efficiency and Conservation*, *Water Conservation*, *Material Resources and Cycle*, *Indoor Air Health and Comfort*, dan



*Building and Environmental Management*. Pada aspek *Energi Efficiency and Conservation*(EEC).

### 1.2.2 Signifikasi Masalah

Penerapan *green building* identik dengan mahal nya biaya pelaksanaannya, hal ini menjadi salah satu dampak negatif bagi para pelaku konstruksi. Seorang arsitek Ridwan Kamil berpendapat bahwa biaya yang dibutuhkan dengan mengaplikasikan konsep *green building* hanya menambah sekitar 5 % dari biaya konstruksi atau pembangun awal[9]. Sedangkan pada proyek *green building* di Dahana, Subang didapatkan hasil penambahan biaya sebesar 15 % akibat penerapan konsep *green building*[10]. Menurut hasil studi di California menyebutkan bahwa pada penambahan biaya 2% diawal konstruksi dapat menghemat biaya 20% selama 20 tahun masa bangunan. [11]. Dengan adanya kenaikan biaya yang diakibatkan oleh penerapan *green building* ini menyebabkan pemilik bangunan ataupun investor berpikir ulang dalam berinvestasi.

Menurut Peraturan Pemerintah No 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, definisi efisiensi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri yang mencakup penyediaan energi, penguasaan energi, pemanfaatan energi, dan konservasi sumberdaya energi. Efisiensi ini memberikan pengaruh positif terhadap cadangan energi fosil yang terbatas, mengurangi kerusakan lingkungan hidup, mengurangi subsidi pemerintah dan memberikan keuntungan bagi pengguna energi. Berdasarkan estimasi, *green building* rata-rata mampu mengurangi energy hingga 30%, emisi karbon hingga 35 % dan pemakaian air hingga 30-50%[12]. Mahalnya biaya yang dibutuhkan diharapkan berbanding lurus dengan investasi energi yang dilakukan gedung. Beberapa hasil studi menyarankan bahwa *green design and construction* dapat menghasilkan *saving cost* dengan memanfaatkan produktivitas pekerja, mengurangi biaya kesehatan dan keselamatan, dan penghematan energi, biaya pemeliharaan dan operasional.[13]

### 1.2.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan acuan *GreenShip* yang dikeluarkan oleh GBCI, para

**Universitas Indonesia**

kontraktor khususnya PT PP, bertujuan untuk mendapatkan pengakuan gedung “Green” pada gedung Jasa Margadengan akreditasi Gold. Adapun nilai yang didapatkan bergantung pada pencapaian kesesuaian gedung yang dibangun dengan poin di setiap elemen *greenship*. Adapun masalah yang akan dibahas :

- Faktor apa sajakah dari aspek EEC yang berpengaruh terhadap kinerja biaya konstruksi pada gedung Jasa Marga?
- Berapakah besar pengaruh dari penerapan EEC terhadap perubahan biaya proyek apabila dibandingkan dengan konvensional building?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan, tujuan yang hendak dicapai dari penulisan skripsi ini adalah :

- Mengetahui faktor apa saja pada aspek EEC yang mempengaruhi kinerja biaya konstruksi pada gedung Jasa Marga
- Mengetahui seberapa besar pengaruh aspek EEC terhadap perubahan biaya proyek dalam konstruksi apabila dibandingkan dengan konvensional building

### 1.4 Batasan Masalah

Mengingat waktu penelitian yang singkat, batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- Penerapan yang ditinjau pada bangunan Jasa Marga ini adalah hanya pada aspek efisiensi dan konservasi energi yang ada pada *greenship*
- Penelitian ini dititik beratkan pada tahap desain perencanaan gedung Jasa Marga

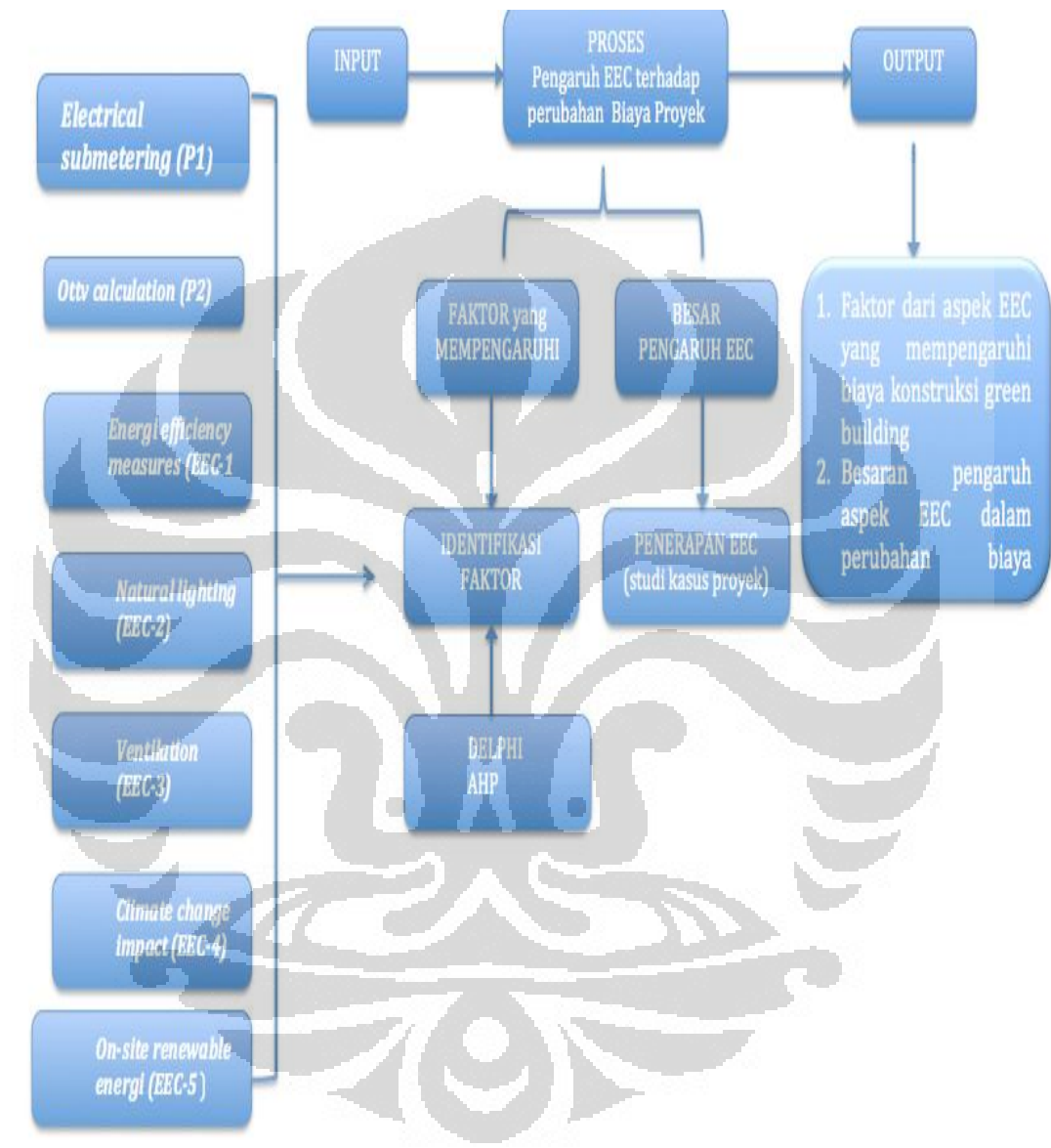
### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat :

- Untuk kontraktor pelaksanaan proyek
- Mendapatkan informasi dalam meningkatkan performa pada gedung green khususnya biaya dengan mengoptimalkan aspek efisiensi energi dalam mencapai sertifikasi.

- Untuk penulis menambah ilmu pengetahuan tentang efisiensi energi dan dampak lingkungan.

### 1.6 Model Operational Penelitian



Gambar 1.2 Model Operasional Penelitian

Sumber : Hasil Olahan

### 1.7 Keaslian Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya, namun terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian

ini, yaitu :

- Pengaruh penerapan green construction terhadap kinerja biaya proyek di lingkungan PT PP (persero), Tbk oleh Suratman, 2010 Universitas Indonesia

Abstrak :

Kerusakan lingkungan dan pemanasan global sudah menjadi isu yang begitu menggema di masyarakat dunia. Proses konstruksi bangunan gedung yang banyak memanfaatkan sumber daya alam sebagai bahan bakunya sangat dimungkinkan turut andil dalam menciptakan kerusakan tersebut. *Green construction* merupakan bagian dari pembangunan yang berkelanjutan diharapkan mampu ikut menjaga kelestarian lingkungan. Perbedaan metode pelaksanaan antara *green construction* dengan konvensional berpengaruh pada kinerja biaya proyek. Melalui penelitian akan didapatkan faktor dominan yang berpengaruh dan kisaran perbedaan biaya.

Hal yang membedakan : penelitian ini dilakukan dengan fokus pada *green construction* sedangkan penulis membahas tentang pembangunan *green building*.

- Perancangan bangunan dengan mempertimbangkan aspek energi dan lingkungan (studi kasus: pengamatan beberapa bangunan di Jakarta dan Surabaya dengan menggunakan Leed NC 2.1) oleh Ridho Masruri Irsal, 2008 Universitas Indonesia

Abstrak :

Masalah lingkungan global tidak bisa hanya menjadi sekedar bahan pembicaraan tanpa ada upaya untuk mencegahnya. Sektor bangunan ternyata mengkonsumsi sekitar 50% bahan bakar fosil, paling banyak di antara sektor-sektor lainnya seperti transportasi dan industri. Dapat dibayangkan peranan bidang arsitektur dalam menyumbangkan CO<sub>2</sub> yang menjadi pemicu utama masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Pembicaraan mengenai pembangunan yang berkelanjutan sudah ada sejak tahun 1970-an. Konsep *sustainability* mulai dibahas dan dikembangkan oleh beberapa pakar sehingga dapat lebih dipahami. Dalam perkembangannya, istilah *green building* lebih dikenal oleh masyarakat. Tetapi kriteria-kriteria sebuah bangunan bisa

dikatakan *green* menjadi sulit ditentukan karena belum ada yang dijadikan pedoman.

Amerika Serikat melalui U.S. *Green Building Council* menjawab tantangan ini dengan mengeluarkan *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*. Sistem penilaian ini menguraikan aspek-aspek yang menjadi dasar pemikiran *sustainable architecture* dan juga strategi-strategi perancangan untuk memenuhi kriteria tersebut. Setelah itu, banyak negara yang ikut mendirikan *Green Building Council* dan juga sistem rating, baik yang mengadopsi versi U.S. *Green Building Council* ataupun hasil penyusunan sendiri. Negara kita Indonesia, pada tanggal 12 Maret 2008 sudah mendirikan *Green Building Council of Indonesia* yang salah satu misinya juga menerapkan LEED untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Menanggapi hal ini, penulis melakukan studi pengamatan pada beberapa bangunan di Indonesia dengan menggunakan LEED. Dari hasil pengamatan pada ketiga bangunan tersebut, memang belum satupun yang mendapatkan sertifikasi LEED. Tetapi upaya untuk menerapkan prinsip-prinsip sustainability sudah terlihat. Kendalanya, LEED mencakup sangat banyak disiplin ilmu lainnya sehingga perlu adanya koordinasi dari berbagai badan/organisasi yang menangani bidangnya masing-masing. Namun dengan adanya studi pengamatan ini dapat terlihat sejauh mana Indonesia dapat menerapkan LEED sebagai pedoman bagi *Green Building Council of Indonesia* sebelum menyusun sistem rating sendiri.

Hal yang membedakan: penelitian ini menerapkan aspek energi dan lingkungan yang terdapat pada LEED, sedangkan penulis pada *GreenShip* ver.1 oleh GBCI

- Faktor kenyamanan dalam perancangan bangunan (kenyamanan suhu-termal pada bangunan) oleh Abdul Mannan, 2007

Abstrak :

Setiap bangunan gedung tidak dikondisikan harus dilengkapi dengan ventilasi alami berupa jendela, kisi-kisi, atau bukaan lainnya yang dapat mengalirkan udara. Lebih lanjut diisyaratkan bahwa luas bersih dari jendela/ lubang hawa harus sekurang-kurangnya sama dengan 1/10 dari luas lantai ruangan, dan

**Universitas Indonesia**

setengah jumlah dari luas jendela/ lubang itu harus dibuka. Pemberian lubang angin dekat langit-langit (minimal 0,35 % dari luas lantai) berguna untuk mengeluarkan udara panas dibagian atas dalam ruang tersebut dengan penempatan posisi yang baik dan luas cukup dari jendela/lubang angin, maka akan terjadi gerak angin dan pertukaran udara bersih yang lancar. Heinz Frick (1998), mengemukakan bahwa orientasi bangunan terhadap arah anagun yang paling menguntungkan bila memilih arah tegak lurus terhadap arah angin itu. Hal ini sejalan dengan pendapat Rudi Gunawan (1981) yang mengatakan bahwa jendela dan lubang ventilasi menghadap ke arah angin.

Hal yang membedakan : penulis membahas mengenai efesiensi energi termasuk bukaan ruangan



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

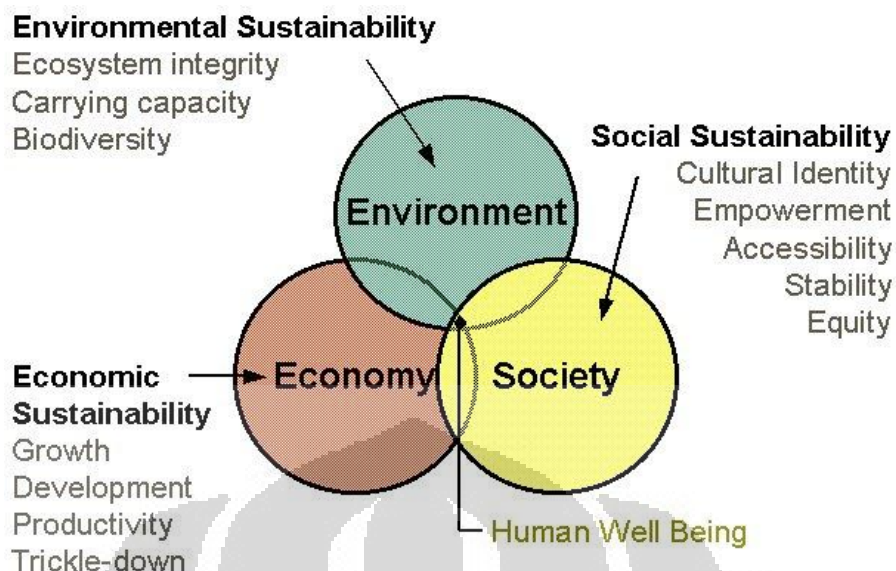
Pada bab ini, penulis akan menjelaskan dasar-dasar teori yang menjadi landasan dan tolak ukur untuk mendukung penelitian pengaruh aspek EEC terhadap kinerja biaya proyek *green building* dibandingkan dengan konsep konvensional. Literatur yang digunakan akan menjelaskan mengenai konsep green building, aspek EEC dan manajemen biaya konstruksi.

#### **2.2 Green Building**

##### **2.2.1 Konsep Sustainability Building**

Menurut Kamus Bahasa Indonesia Online[14], bangunan memiliki arti sesuatu yang didirikan atau sesuatuyang dibangun (seperti rumah, gedung, menara). 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 khusus[15]. Bangunan konvensional merupakan bangunan yang dibangun berdasarkan standar nasional suatu wilayah yang tidak terdaftar atau tersertifikasi untuk mendapatkan predikat *green building* oleh GBCI. Gedung konvensional ini tidak mengikuti kaidah peraturan *new green building* yang terdapat pada *greenship v1.0*. Pembangunan yang berkelanjutan (*sustainability*) merupakan sebuah pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat masa kini tanpa mengabaikan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Sebuah bangunan tinggi yang berkelanjutan mencerminkan keseimbangan lingkungan, ekonomi, social dan tidak menyebabkan disorientasi lingkungan, air dan tanah untuk menjamin kesehatan kualitas ekonomi[15].

Terdapat tiga dimensi dari konsep *sustainable* ini[16], yaitu :



Gambar 2.1 Tiga Dimensi *Sustainability*

sumber : <http://www.arch.hku.hk/research/beer/sustain.htm>

Tabel 2.1 Kombinasi Aspek Ekonomi, Sosial, Lingkungan

Ekonomi dimensi keberlanjutan:	Lingkungan dimensi keberlanjutan	Dimensi sosial, keberlanjutan
- Peciptaan pasar baru dan peluang untuk pertumbuhan penjualan	- Mengurangi limbah, limbah yang berkelanjutan dan emisi	- Pekerja yang sehat dan selamat - Dampak terhadap masyarakat lokal
- Pengurangan biaya melalui perbaikan efisiensi dan energi	- Mengurangi dampak negatif pada kesehatan manusia - Penggunaan bahan baku terbarukan	- Manfaat bagi kelompok yang kurang beruntung misalnya yang berkekurangan
- Penciptaan penambahan nilai (value)	- Penghapusan zat beracun	

Sumber : [www.arch.hku.hk/research/beer/sustain.htm](http://www.arch.hku.hk/research/beer/sustain.htm).diakses desember 2011



Adapun konsep dari pembangunan berkelanjutan adalah :

a. *Sustainable Construction*

Merupakan sebuah pembangunan berkelanjutan yang didefinisikan sebagai penciptaan dan manajemen yang bertanggung jawab terhadap lingkungan berdasarkan pada sumber daya yang efisien dan prinsip-prinsip ekologi

b. *Environmental Architecture*

Dimana menerapkan lima prinsip arsitektur lingkungan yang meliputi penerapan interior lingkungan sehat, efisiensi energi, penggunaan bahan ekologi ramah lingkungan, desain yang tepat dan harmonisasi terhadap lingkungan.

c. *Green Building*

Merupakan sebuah pendekatan bangunan yang ramah lingkungan dari tahap desain hingga produk bangunan yang dihasilkan. Langkah-langkah dalam bangunan hijau dapat dibagi menjadi :

- a) Mengurangi energi yang digunakan
- b) Meminimalkan polusi dan kerusakan lingkungan eksternal
- c) Mengurangi energi diwujudkan dan penipisan sumber daya
- d) Meminimalkan polusi internal dan kerusakan pada kesehatan

Menurut Yulesta Putra [17], keuntungan dari *sustainable building* ini adalah dapat mengurangi biaya operasi dengan melakukan efisiensi energi, dimana desain yang tanggap terhadap cuaca dan memakai teknologi hemat energi dapat mengurangi pemakaian pemanas dan pendingin sampai 60% serta memotong pemakaian cahaya hingga 50% pada bangunan. Selain itu, dikatakan pula pengembalian *break even point* untuk bangunan yang menerapkan *sustainable building* lebih cepat dan lebih tinggi daripada bangunan yang tidak menerapkan konsep pembanguna berkelanjutan. *Green Building* merupakan suatu bangunan yang menggunakan energi secara optimal dan memberikan hanya memberikan dampak yang kecil pada lingkungan[18].

## 2.2.2 Green Building Council Indonesia

GBCI merupakan lembaga mandiri (non government) dan nirlaba (non-for

profit) yang berkomitmen penuh terhadap pendidikan masyarakat dalam mengaplikasikan praktik-praktik terbaik lingkungan dan memfasilitasi industri bangunan global yang berkelanjutan. GBCI didirikan di Indonesia pada 9 September 2009 dan diselenggarakan oleh pemangku kepentingan [19]:

- Pemerintah
- Kalangan industry sektor bangunan dan property
- Profesiona bidang jasa konstruksi
- Institute pendidikan dan penelitian

GBCI kemudian diterima secara formal sebagai keluargabesar dari World GBC pada tanggal 29 Mei 2009. GBCI memiliki visi dan misi :

Visi :

Menuju masa depan Indonesia yang lebih baik

Misi :

- Proses transformasi pasar
- Mendidik industri dan umum
- Membina kepemimpinan dalam gerakan hijau
- Membuka dialog terhadap dunia industri
- Membangun komunitas
- Menyediakan perangkat dan tenaga ahli

Sejak 2009, GBCI terus bekerja keras untuk menyosialisasikan konsep *green* ini ke berbagai pihak yang berkompeten, termasuk juga ke masyarakat luas. GBCI resmi ditunjuk oleh Kementerian Lingkunga Hidup (KLH) sebagai Lembaga Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkunganyang pertama di Indonesia pada tanggal 12 Agustus 2011. Setelah mendapatkan mandat tersebut, GBCI terus bertekad menyosialisasikan standarisasi konsep *green building* melalui sertifikasi pembangunan gedung *green*.

### 2.2.3 Konsep Green Building

*Green building* merupakan suatu konsep yang mengacu pada prinsip sustainability/keberlanjutan. Dengan adanya isu global warming ini, banyak pelaku pasar yang menggunakan label green sebagai wujud kepedulian terhadap

lingkungan. Namun tidak sedikit pula yang masih memiliki pengetahuan minim terhadap pengetahuan *green building* ini. GBCI yang merupakan badan yang peduli terhadap pembangunan ramah lingkungan konstruksi gedung Indonesia, menyusun rating dengan prinsip:

- Sederhana (*simple*)
- Dapat dan mudah diimplementasi (*applicable*)
- Teknologi tersedia (*available technology*), serta
- Menggunakan criteria penelitian sedapat mungkin berdasarkan standar local baku seperti Undang-Undang (UU), Keputusan Presiden (Keppres), Instruksi Presiden (Inpres), Peraturan Menteri (Permen), Keputusan Menteri (Kepmen), dan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Keempat dasar tersebut diharapkan dapat menjadi pemicu para pelaku industri bangunan untuk mengimplementasikan konsep bangunan hijau karena tidak sulitnya kriteria yang dituntut dalam rating tersebut dalam mendapatkan sertifikasi. Terdapat empat peringkat *greenship* versi 1.0 yang kemudian menjadi target pelaksanaan konstruksi yaitu :

Tabel 2.2 Rating Pada *Greenship*

PREDIKAT	NILAI TERKECIL	
	NILAI	PRESENTASE (%)
PLATINUM	74	73
EMAS	58	57
PERAK	47	46
PERUNGGU	35	35

Sumber : *Greenship* versi 1, 2010

*Greenship* ini berisi kriteria/rating penilaian dalam penerapan konsep *green* pada bangunan dengan memberikan nilai poin. Untuk total nilai yang dapat diperoleh dari *greenship* v1.0 adalah 101 point dengan batas nilai terkecil pencapaian untuk setiap predikatnya terdapat pada Tabel 2.2 di atas. Apabila bangunan tersebut memenuhi suatu kriteria maka mendapatkan nilai untuk rating tersebut. Untuk aspek efisiensi energi sendiri, nilai poin maksimum yang bisa

diperoleh adalah 26 poin. Tujuan dari *greenship* ini adalah :

- Menerapkan *best practice* dalam industri bangunan
- Menciptakan lingkungan yang berkualitas melalui bangunan baru dan terbangun sehingga meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan
- Memecah masalah lingkungan terkini melalui sistem rating dan pembobotan nilainya
- Merangsang kemajuan teknologi dan riset dalam industri bangunan dalam negeri sehingga tercipta berbagai teknologi yang tepat guna dalam penerapannya
- Memberikan label hijau pada produk yang telah teruji dan terdaftar serta tersertifikasi akan ikut mendukung pergerakan hijau

Di Amerika Serikat, konsep *green building* lahir sebagai konsep bangunan yang ramah lingkungan dan kini sudah mulai familiar dalam industri properti. Berdasarkan survey *World Green Building Council* (WGBC) dalam kajian *Global Green Building Trends : Market Growth and Perspectives from Around The World*, terungkap fakta bahwa pasar green di Amerika, baik residensial maupun non residensial akan meningkat signifikan dari USD 36-39 milyar (tahun 2009) sampai menjadi USD 96-140 milyar (tahun 2013)[20]. Di Indonesia sendiri, tercatat beberapa bangunan mulai mencoba mengaplikasikan konsep *green building* tersebut.

*Green building* atau dapat diartikan dalam bahasa Indonesia, bangunan hijau, merupakan sebuah bangunan dengan bentuk dan proses pembuatannya dilakukan dengan cara ramah lingkungan. Menurut GBCI konsep yang dituangkan pada *green building* ini adalah bangunan dimana di dalam perencanaan, pembangunan, pengoperasian serta dalam pemeliharaannya memperhatikan aspek-aspek dalam melindungi, menghemat, mengurangi penggunaan sumber daya alam, menjaga mutu baik bangunan maupun mutu kualitas udara di dalam ruangan, dan memperhatikan kesehatan penghuninya yang semuanya berdasarkan kaidah pembangunan berkelanjutan. Bangunan dapat dikatakan green apabila telah melalui proses evaluasi untuk mendapatkan sertifikasi bangunan hijau dengan tolak ukur yang telah ditetapkan pada *greenship* :

- *Appropriate Site Development*
- *Energi Efficiency and Conservation*
- *Water Conservation*
- *Material Resource and Cycle*
- *Indoor Health and Confort*
- *Building Enviromental Management*

Dengan diterbitkannya Peraturan Gubernur No.8 Tahun 2011 tentang sertifikasi “Bangunan Hijau” atau *green building* bisa menjadi momentum yang tepat untuk beralih ke konsep ini. Jika Peraturan Gubernur yang mengatur tentang konsep ‘bangunan hijau’ (*green building*) sudah diberlakukan, berarti semua bangunan dengan jenis peruntukan dan luasan tertentu, wajib memenuhi ketentuan teknis yang dipersyaratkan dalam Peraturan Gubernur tersebut [21].

### 2.3 Aspek Energi Efficiency and Conservation (EEC)

Energi Efficiency and Conservation merupakan salah satu aspek *green building* yang menitikberatkan pada penerapan penghematan terhadap penggunaan energi pada gedung. Menurut ketua umum GBCI, Naning Adiwoyo[22], sebuah gedung komersil yang mengikuti standar penilaian *greenship* biasanya mampu melakukan penghematan energi antara 26 % sampai 40 % setiap bulannya dan penghematan tersebut bersumber dari berkurangnya volume AC, penerangan gedung, dan tak ketinggalan penghematan penggunaan air. Adapun poin rating yang dinilai dalam konsep ini harus terlebih dahulu memenuhi persyaratan awal :

- a. Luas bangunan sekurang-kurangnya 2500 m<sup>2</sup>
- b. Batasan luas ini dipilih karena bangunan dengan luas yang besar dapat dijadikan icon atau dirasakan keberadaanya sehingga dengan mudah dapat diakses oleh masyarakat. Bangunan dengan luasan yang besar juga berpotensi memerlukan energi dan sumberdaya dalam jumlah yang sangat besar sehingga kelak dalam pengedaliannya dapat dengan signifikan diketahui pengaruhnya terhadap lingkungan
- c. Lokasi tampak bangunan sesuai dengan peruntukan berdasarkan Rencana

Tata Ruang Wilayah (RTRW) setempat

- d. Setiap gedung harus didirikan sesuai dengan peruntukan lokasi yang ditetapkan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kota setempat yang diatur berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 tahun 2002 dengan klasifikasi rencana mengacu pada UU RI No. 26 tahun 2007 tentang Penataan ruang. Bangunan yang dibangun berdasarkan RTRW tidak akan rentan terhadap penggusuran.
- e. Bersedia menandatangani surat yang berisi persetujuan untuk memperbolehkan data gedung yang berhubungan dengan penerapan *green building* dipergunakan untuk dipelajari dalam studi kasus yang diselenggarakan oleh GBCI
- f. Pihak pemilik gedung yang menggunakan konsep green secara sukarela harus mendaftarkan diri kepada GBCI untuk dievaluasi. Pengevaluasian ini bertujuan untuk menghimpun data base yang akurat sehingga dapat menjadi salah satu dasar pembelajaran guna melakukan perbaikan sistem rating pada *greenship*.
- g. Akan menyertakan salinan dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UPL) yang disahkan Bapedal
- h. Salinan dokumen ini bertujuan untuk mendukung pengendalian pembangunan terhadap lingkungan sehingga terwujudnya konsep keberlanjutan. Usaha ini dilakukan dengan upaya untuk mencegah lingkungan tersebut mendapatkan dampak negative dari pembangunan. Dalam UU no 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal 34 menyebutkan setiap jenis usaha yang tidak termasuk mengubah bentang alam dan mengeksploitasi sumber daya alam harus memiliki Usaha Pengelolaan Lingkungan dan Usaha Pengelolaan Lingkungan.
- i. Bersedia menandatangani surat yang menyatakan bahwa gedung yang bersangkutan akan dibuat tahan gempa
- j. Indonesia merupakan sebuah negara yang dilewati oleh barisan pegunungan aktif yang sarat akan terjadinya gempa bumi. Oleh karena itu, persyaratan ini menjamin keamanan penghuni dari ancaman bencana gempa bumi serta

**Universitas Indonesia**

mempertahankan secara optimal fungsi bangunan atas ketahanan struktur dan konstruksi terhadap beban bencana gempa

- k. Bersedia menandatangani surat yang menyatakan bahwa gedung yang bersangkutan akan memenuhi standar pemakaian gedung untuk penyandang cacat
- l. Syarat ini merupakan suatu bentuk usaha dalam mewujudkan persamaan kesempatan demi mendorong pembangunan fisik yang responsive terhadap perbedaan kemampuan fisik setiap individu sehingga berdampak positif baik secara ekonomi maupun lingkungan. Hal ini juga tertera pada UU no 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Pasal 60, setiap bangunan gedung harus menyediakan aksesibilitas bagi penyandang cacat dan manula yang dapat menjamin keamanan, kenyamanan, dan kemandirian mereka untuk bermobilitas dan beraktivitas di dalamnya.
- m. Bersedia menandatangani surat yang menyatakan bahwa gedung yang bersangkutan akan memenuhi standar kebakaran dan keselamatan
- n. Berdasarkan UU no 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Pasal 34, setiap bangunan gedung harus memiliki sistem proteksi terhadap bahaya kebakaran, baik yang bersifat pasif maupun aktif. Hal ini mendorong penurunan resiko kebakaran pada bangunan sehingga keamanan dan keselamatan pengguna gedung terjamin.

Pada aspek ini terdapat dua jenis kategori rating, yaitu rating prasyarat dan rating biasa. Rating prasyarat (P) adalah butir rating yang mutlak harus dipenuhi dan diimplementasi dalam suatu kategori. Apabila butir ini tidak dipenuhi, butir-butir rating lainnya dalam kategori ini tidak dapat dinilai dan tidak akan mendapatkan nilai sehingga proses sertifikasi tidak dapat dilanjutkan. Selanjutnya adalah rating biasa yang merupakan turunan dalam kategori selain butir prasyarat. Butir ini baru dapat dinilai dan diberi nilai kalau semua butir prasyarat dalam kategori tersebut telah dipenuhi atau telah dilaksanakan.

### 2.3.1 Electrical Sub Metering(Prasyarat 1)

Pemantauan konsumsi listrik dilakukan dengan menggunakan submeter yang sangat umum digunakan. Jenis submeter yang sering digunakan pada

submeter listrik adalah *kilowatt hour*. Pada aspek ini tolak ukur yang dinilai adalah pemasangan kWh meter untuk mengukur konsumsi listrik pada setiap kelompok beban dan sistem peralatan yang meliputi :

- Sistem tata udara
- Sistem tata cahaya dan kotak kontak
- Sistem beban lainnya

Sumber listrik dari suatu gedung biasanya bersumber dari *Power Distribution System* dengan sumber tegangan berasal dari PLN. Tegangan kemudian didistribusikan kedalam gedung dan dilakukan pemisahan berdasarkan penggunaannya serta terukur dan tercatat jumlah pemakaiannya. Nantinya nilai pada kWhmeter ini berguna pada *commisioning* tahap pengoperasian gedung. Aplikasi dari *commissioning* ini adalah untuk meyakinkan bahwa gedung baru ini telah benar menerapkan performa dan penghematan energi yang dijanjikan sesuai dengan desain dan pengoperasiannya nanti [23]. Untuk beberapa gedung tinggi di negara maju sudah menggunakan *Energy Information System (EIS)* sebagai alat bantu monitoring konsumsi energi. EIS secara umum digunakan sebagai software untuk memonitor konsumsi energi gedung, data akustik *hardware* dan sebagai alat komunikasi dalam penjualan gedung, menganalisa dan menampilkan informasi energi bangunan[24]. Berdasarkan jurnal *sustainable cities and society*, proses audit *green* energi adalah dasar pengetahuan energi konsumsi profil bangunan, identifikasi beberapa sistem yang dapat mereduksi bangunan, evaluasi dari pengukuran energi berbasis dana, dan proses pemberitahuan hasil kerja.[25]

Dalam pelaksanaan konstruksi, dokumen yang akan dinilai oleh *greenship* adalah sistem yang mengonsumsi energi serta keluarannya, gambar rencana mekanikal elektrik yang menunjukkan lokasi submeter, gambar diagram yang menunjukkan distribusi listrik dan pengukurannya, serta bukti fotografis tentang lokasi.

### 2.3.2 OTTV Calculation(Prasyarat 2)

OTTV (overall total transfer value) merupakan suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk dinding dan kaca bagian luar bangunan gedung yang dikondisikan. Aspek prasyarat ini bertujuan untuk



mendorong penyebaran arti selubung gedung yang baik untuk penghematan energi. Dokumen yang akan dinilai pada aspek ini adalah perhitungan OTTV berdasarkan SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada bangunan gedung. Hal ini terdapat pada Permen PU No. 29/PRT/M/2006, pada bagian bentuk bangunan bahwa untuk bangunan dengan lantai banyak, kulit atau selubung bangunan harus memenuhi persyaratan konservasi energi. Dari uraian perhitungan OTTV, didapatkan nilai OTTV dari bangunan gedung dengan ketentuan SNI untuk bangunan gedung bernilai  $\leq 45 \text{ W/m}^2$ . Menurut F. Binarti, nilai OTTV menggambarkan besarnya energi panas yang ditransmisikan oleh selubung bangunan per satuan luas selubung [26]. Nilai OTTV menurut Binarti lebih lanjut bergantung pada tiga kombinasi maksimum yaitu koefisien peneduh fenestrasi (SC), transmitansi panas dinding dan kaca (U), dan nilai absorptansi radiasi matahari ( $\alpha$ ) dengan mempertimbangkan nilai-nilai maksimum pada beberapa rentang nilai (rendah, menengah dan tinggi) suatu material yang ada di pasaran dan aspek ekologis material (kandungan energi atau jejak karbon material). Nilai OTTV menunjukkan rata-rata besarnya sinar matahari yang melewati lapisan bangunan, dimana semakin kecil nilai OTTV akan menyebabkan kecilnya konsumsi energi untuk pendingin (AC). [27]

### 2.3.3 Energi Efficiency Measure (EEC-1)

Pada penghematan konsumsi energi dapat dihitung dengan menggunakan tiga cara, yaitu :

#### a. Perhitungan dengan *energi modeling software*

Energi modeling software digunakan untuk menghitung output energi gedung baseline dan gedung design. Pada perhitungan ini biasanya menggunakan software energi seperti *Energi+*, *E20*, *Design Builder*. Software tersebut merupakan perangkat lunak yang umumnya memberi output mencari, menentukan dan menganalisa energi yang dihasilkan sistem bangunan.

#### b. *Worksheet* standar GBCI

Pada worksheet standar yang diberikan GBCI, perhitungan yang dilakukan meliputi Cooling Load, Equipment & System Power, Air Cooled Chiller, Water Cooled Chiller, dan Lighting.

c. Perhitungan per komponen

Pada perhitungan per komponen ini dilakukan secara terpisah *overall thermal transfer value (OTTV)* dengan mempertimbangkan pencahayaan buatan, transportasi vertikal, dan *coefficient of performance (COP)* yaitu dengan :

a) *Building Envelope*

Perhitungan selubung bangunan diharapkan dapat menurun setiap  $3 \text{ W/m}^2$  dari nilai OTTV  $45 \text{ W/m}^2$ . Menurut Doyoon Kim, terdapat empat kriteria selubung bangunan yang dapat divariasi yaitu dinding, jendela, atap dan lantai[28]. Berdasarkan simulasi pembelajaran yang dilakukan oleh Doyoon, efisiensi energi selubung bangunan dapat mencapai maksimum dengan harga yang minim melalui pemilihan material kaca yang digunakan. Karena dengan meningkatkan performa selimut bangunan dan meningkatkan sistem pada bangunan dapat mengurangi kebutuhan dari pemanas dan pendingin ruangan, gedung dapat mengurangi konsumsi energi hingga 50%-75% dari desain konvensional yang signifikan terhadap *energy-cost saving*[29].

b) *Non Natural Lighting*

Pada perhitungan cahaya buatan, dilakukan dengan menggunakan lampu dengan daya pencahayaan sebesar 30% lebih hemat daripada pencahayaan yang tercantum pada SNI 03-6197-2000 untuk perkantoran :

Tabel 2.3 Tingkat Pencahayaan Rata-rata, Redenrasi dan Temperatur Warna yang Direkomendasikan

Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			warm white <3300 K	cool white 330K -5300K	daylight >5300 K
Perkantoran :					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		●	●
Ruang Kerja	350	1 atau 2		●	
Ruang Komputer	350	1 atau 2		●	●
Ruang Rapat	300	1			●
Ruang gambar	750	1 atau 2	●	●	●
Gudang Arsip	150	1 atau 2		●	●

Sumber : SNI 03-6197-2000

Untuk pemilihan jenis lampu terdapat lampu hemat energi, yaitu lampu jenis T5. Hal ini berarti bahwa diameternya 5/8''(16mm) dimana dikarenakan diameternya lebih ramping dari T8 (26mm, lampu neon biasa), efisiensi cahayanya dapat ditingkatkan sebesar 5%[30]. Kemudian menggunakan 100% *ballast* frekuensi tinggi (elektronik) dapatmenstabilkan arus listrik sehingga cahaya lebih stabil dan bohlam lebih awet.



Gambar 2.2 Contoh Ballast

sumber: <http://www.todaysfacilitymanager.com>.2009

Selain itu, zonasi pencahayaan untuk seluruh ruang kerja yang dikaitkan dengan sensor gerak dan penempatan lampu dalam jarak pencapaian tangan pada saat buka pintu.

Pada perhitungan transportasi vertikal, penggunaan lift dihitung dengan menggunakan *traffic management system* yang sudah lulus *traffic analysis* atau menggunakan *regenerative drive system*. Pada perhitungan ini dilakukan analisa jumlah lift yang dibutuhkan terhadap jumlah pengguna lift tersebut. Selain itu juga menggunakan fitur hemat energi pada lift, misalnya menggunakan sensor gerak, atau *sleep mode*.

Untuk pengkondisian udara menggunakan peralatan *air conditioning* dilakukan perhitungan dengan *Coefficient of Performance* (COP) minimum 10 % lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000. Menurut jurnal Springer, karena sistem udara sangat berpengaruh pada porsi penggunaan energi terbesar, perhatian harus lebih ditekankan pada proyek adalah *heat supply* ini. [31]

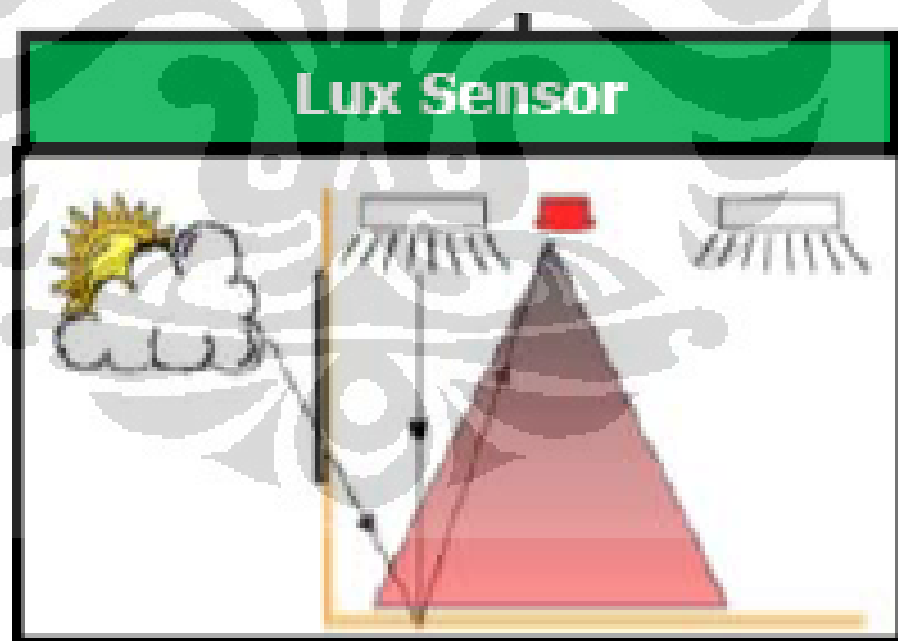
#### 2.3.4 Natural Lighting(EEC-2)

Pemaksimalan penggunaan tata cahaya alami dapat mengurangi intensitas

penggunaan cahaya buatan. Desain gedung yang tepat dalam mengkombinasikan tata cahaya alami dengan tata cahaya buatan dapat dengan signifikan menurunkan penghematan energi terhadap beban AC. Dengan menggunakan efisiensi ini diharapkan dapat meminimalkan radiasi matahari langsung masuk ke dalam gedung. Tolak ukur penilaian dari aspek ini adalah :

- Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30 % luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux
- Jika butir satu dipenuhi lalu ditambah dengan adanya lux sensor untuk otomatisasi pencahayaan buatan apabila intensitas cahaya alami kurang dari 300 lux

Lux sensor merupakan sebuah alat kontrol pencahayaan gedung yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya pada suatu ruangan. Jika cahaya yang masuk kurang dari 300 lux, maka lampu baru akan menyala.



Gambar 2.3 Sistem Kerja Lux Sensor

Sumber: Juklak gedung Menteri Kementerian PU, 2010

### 2.3.5 Ventilation(EEC-3)

Menurut pedoman *greenship*, ventilasi merupakan proses pergantian udara di sebuah ruangan untuk mengontrol suhu atau menukar kelembapan, bau, asap, panas, debu, bakteri, CO<sub>2</sub>, dan untuk mengisi kembali oksigen.

Aspek ini bertujuan untuk mendorong penggunaan ventilasi yang efisien di area publik (non-nett lettable area/NLA) untuk mengurangi penambahan beban energi. Dalam pengaplikasiannya pada ruang WC, tangga, koridor dan lobi lift tidak dilengkapi dengan AC serta tidak melengkapi ruang tersebut dengan sistem ventilasi. Namun ruangan tersebut harus tetap pada kondisi sesuai kondisi termal yang sesuai standar (*confort zone*). Pergantian udara yang sesuai umumnya di Indonesia adalah dengan menggunakan teknologi hexox fan. Namun terdapat beberapa startegi sistem ventilasi misalnya Mixing Jet Ventilation (MJV), Displacement Ventilation (DV), dan Impinging Jet Ventilation (IJV) yang beroperasi dengan prinsip yang berbeda.[32]. Beberapa faktor yang menjadi dasar adanya ventilasi yaitu kondisi termal lingkungan, kualitas udara, level kebisingan, intensitas cahaya, desain interior seperti adanya sensor, tipe material yang dipakai, gradasi ruang dari ruang publik ke ruang privasi.[33]

Menurut Heins Frick (1198)[34], angin dan pengudaraan terus menerus mempersejuk ruangan udara, dengan penyegaran tersebut terjadi proses penguapan yang menurunkan suhu pada kulit manusia. Tingkat kenyamanan termal untuk orang Indonesia optimal adalah 28°C dan kelembaban udara relative 70% atau 25,8°C temperature efektif dan atas bawah adalah 24°C dan kelembapan udara relative 80% atau 22.8°C temperature efektif.

Bersarkan SNI 03-6572-2001 nilai laju udara ventilasi sebagai berikut:

- Kantor : 0.15 (m<sup>3</sup>/min)/orang, atau sama dengan 2.499 l/s-person
- Ruang pertemuan (auditorium); 0.21 (m<sup>3</sup>.min)/orang; atau sama dengan 3.499 l/s-person. Untuk kebutuhan udara luar berdasarkan SNI sudatu bangunan dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Kebutuhan Udara Luar

Fungsi gedung	satuan	Kebutuhan udara luar	
		Merokok	Tidak Merokok
1. Laundry	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,46
2. Restoran :			
a. ruang makan	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
b. Dapur	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,30
c. Fast food	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
3. Service mobil			
a. Garasi (tertutup)	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,21	0,21
b. Bengkel	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,21	0,21
4. Hotel, Motel, dsb:			
b. Ruang tamu/ruang duduk	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,75
c. Kamar mandi/Toilet	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	-
d. Lobi	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,45	0,15
e. Ruang pertemuan (kecil)	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
f. Ruang rapat	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
5. Kantor			
a. Ruang kerja	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,6	0,15
b. Ruang pertemuan	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21

Sumber: SNI 03-6572-2001

Beberapa prinsip berdasarkan studi di Queensland untuk mengembangkan zona nyaman serta bertanggung jawab terhadap lingkungan adalah *passive solar heating*, *cross ventilasi*, pendingin ruangan, dan suhu lingkungan.[35]

#### 2.3.6 Climate Change Impact (EEC-4)

Aspek ini bertujuan untuk memberikan informasi atau pengertian bahwa pola konsumsi energi yang berlebihan akan berpengaruh terhadap perubahan iklim. Implementasi dari aspek ini adalah dengan menyerahkan hitungan pengurangan emisi CO<sub>2</sub> yang didapatkan dari selisih kebutuhan energi antara design building dan base building dengan menggunakan grade emission factor (konversi antara CO<sub>2</sub> dan energi listrik) yang telah ditetapkan dalam Keputusan DNA dalam B/277/Dep.III/LH/01/2009. Nilai konversi untuk setiap konsumsi energi yang dipakai adalah setiap 1 kWh energi menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> 0.891 kg[20]. Perhitungan yang berdampak pada lingkungan dilakukan berdasarkan beberapa faktor yaitu lokasi, iklim, umur bangunan, konstruksi dan penggunaan

tipe untuk sistem udara atau sistem pencahayaan[36].Pemilihan material pada konstruksi merupakan sebuah langkah awal untuk mereduksi pengaruh terhadap lingkungan. Beberapa pilihan yang sangat mungkin dilakukan adalah dengan mengurangi konsumsi, meningkatkan efisiensi, memakai material bernilai karbon rendah dan mengganti material dengan sumber material non-konvensional[37]. Material kontemporer yang umumnya dipakai pada bangunan gedung modern (misalnya aluminium panel) merupakan material yang menghasilkan energi dan beremisi tinggi, sehingga diperlukan penggunaan yang proporsional pada jumlah dan energi yang dihasilkan. [38]

#### 2.3.7 On Site Renewable Energi (EEC-5)

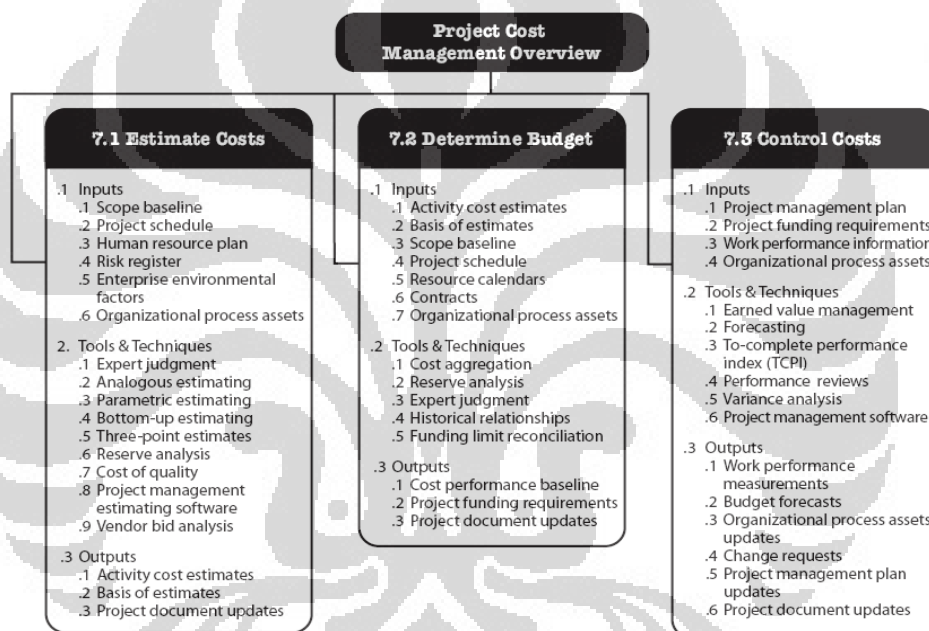
Aspek ini bertujuan untuk mendorong penggunaan sumber energi baru dan terbarukan yang bersumber dari dalam tapak. Sumber energi terbarukan ini, setiap 0.5% daya listrik yang dibutuhkan gedung yang dapat dipenuhi oleh sumber energi terbarukan diberi apresiasi poin. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, terdapat banyak energi terbarukan yang diaplikasikan untuk gedung. Salah satunya adalah penggunaan photovoltaic panel atau lebih dikenal dengan panel surya. Menurut Daily Journal ProQuest, penggunaan panel surya ini dapat menyimpan hanya 2.5 % dari penggunaan energi elektrikal rata-rata bangunan [39]. Selain itu salah satu riset yang dilakukan pada gedung pemerintahan di US menyatakan bahwa, cahaya matahari, angin dan panas bumi merupakan tiga teknologi yang saat ini paling sangat realistis untuk proyek energi terbaharukan pada gedung. [40]

## 2.4 Faktor Konsep *Green building* yang Berpengaruh Pada Kinerja Biaya Proyek

### 2.4.1 Proses Penyusunan Biaya Proyek

Menurut *Project Management Body Of Knowledge* (PMBOK)[41], manajemen biaya proyek merupakan deskripsi dari proses-proses dalam perencanaan, estimasi, penganggaran, dan pengendalian biaya sehingga proyek dapat diselesaikan dengan anggaran yang telah ditentukan. Kegiatan pembiayaan terdiri dari :

- **Estimasi biaya** : proses pengembangan perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan aktivitas proyek
- **Penentuan anggaran** : proses menjumlahkan estimasi biaya setiap aktivitas atau paket pekerjaan untuk membuat *baseline* biaya
- **Pengendalian biaya** : proses monitoring status proyek untuk memperbaharui anggaran proyek dan mengelola perubahan terhadap *baseline* biaya



Gambar 2.4 Bagan Project Cost Management Overview

Sumber : PMBOK,2000

Estimasi biaya merupakan tahap awal dari proses perencanaan konstruksi. Menurut Asiyanto[42], dalam menyelesaikan terdapat 4 tahap yang dalam estimasi biaya yaitu :

- **Evaluation and Planing**

Tahap ini desain proyek belum ada tetapi masih dalam bentuk gagasan. *Preeliminary Estimate* dihitung dengan perhitungan kasar (global), dimana perhitungan ini berguna untuk menganalisa keputusan tentang study kelayakan (*feasibility study*)



- Conceptual engineering

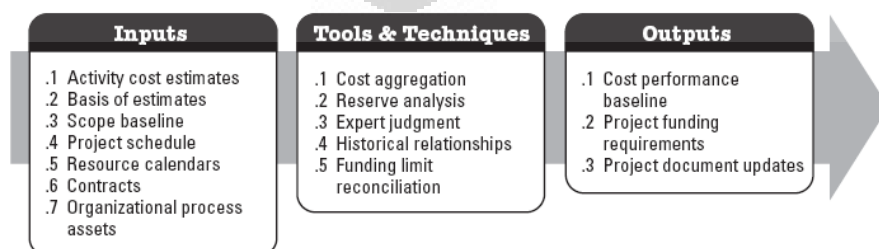
Perhitungan biaya pada tahap ini sudah lebih detail daripada tahap sebelumnya. Desain proyek yang telah memenuhi *feasibility study* kemudian dibuat sehingga estimasi biaya sudah dapat dihitung berdasarkan kuantitas pekerjaan dan informasi harga satuan.

- Tahapan Detailed Engineering

*definitive estimate* merupakan tahapan estimasi biaya yang telah lengkap informasinya. Dalam tahap ini komponen yang telah ada meliputi gambar kerja sebagai biaya metode konstruksi yang meliputi penggunaan sumber daya dan kondisi lokasi proyek. Estimasi biaya pada tahap ini dilakukan oleh *owner* sebagai *owner estimate* dan *bid price* oleh kontraktor. Estimasi yang dibuat *owner* bertujuan untuk meminimalisasi biaya investasi, namun kontraktor bertujuan untuk mendapatkan keuntungan.

- Tahapan Construction

Dalam tahapan ini, pembangunan sedang berlangsung sehingga tidak perlu lagi dibuat estimasi pembiayaan. Didalam tahap ini, pengendalian biaya dari budget yang telah disusun menjadi sangat penting. Menurut A guide to the project management body of knowledge (PMBOK GUIDE) fourth edition[43], *cost budgeting* merupakan proses pengumpulan atau penjumlahan untuk perkiraan biaya pada suatu jenis kegiatan atau paket pekerjaan untuk mendapatkan harga dasar yang sesungguhnya. Secara garis besar, maka *input*, *tools* dan *output* dari proses *cost budgeting* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Proses Cost Budget

Sumber : A guide to the project management body of knowledge (PMBOK GUIDE) fourth edition

Pelaksanaan proses penelitian dilakukan pada tahap *Cost Budget*. Nilai kontrak bangunan green telah ditetapkan oleh pihak kontraktor dan owner. Asiyanto menyebutkan pula dalam bukunya, *cost budget* memiliki kegunaan sebagai berikut :

- Diperlukan untuk menetapkan biaya produksi ( biaya pelaksanaan)
- Diperlukan untuk pedoman pembelanjaan dalam pelaksanaan proyek
- Diperlukan untuk keperluan sendiri (intern)
- Menggunakan format satu macam, sesuai yang ditetapkan sendiri, secara internal. Dokumen ini biasanya merupakan suatu dokumen yang sifatnya rahasia.

Proses konstruksi tidak jarang terjadi perubahan kontrak yang lebih dikenal dengan *Contract Change Order*. Menurut Fisk (2006), *change order* merupakan surat kesepakatan antar pemilik dan kontraktor untuk menegasakan adanya revisi-revisi rencana, dan jumlah kompensasi biaya kepada kontraktor yang terjadi pada saat pelaksanaan konstruksi, setelah penandatanganan kontrak kerja antara pemilik dan kontraktor. (Peter Kurnia, 2004) [44] Tujuan dari *change order* menurut Fisk (2006) adalah

- Untuk mengubah rencana kontrak dengan adanya metoda khusus dalam pembayaran
- Untuk mengubah spesifikasi pekerjaan, termasuk perubahan pembayaran dan waktu kontrak dari sebelumnya
- Untuk persetujuan tambahan pekerjaan baru, dalam hal ini termasuk pembayaran dan perubahan dalam kontrak
- Untuk tujuan administrasi, dalam menetapkan metoda pembayaran kerja ekstra maupun penambahannya
- Untuk mengikuti penyesuaian terhadap harga satuan kontrak bila ada perubahan spesifikasi
- Untuk pengajuan pengurangan biaya intensif proposal ada perubahan *proposal value engineering*
- Untuk menyesuaikan skedul proyek akibat perubahan
- Untuk menghindari perselisihan antara pihak kontraktor dan pemilik

Dalam proses pengerjaan proyek *green ini* terjadi perubahan kondisi dimana kontraktor maupun owner menginginkan bangunan tersebut menjadi bangunan hijau. Dalam pelaksanaan nantinya tidak menutup kemungkinan terjadi perubahan design yang terjadi akibat penerapan konsep *green building*. Dalam hal kebijakan praktek desain terhadap biaya dapat dilakukan dengan identifikasi proyek yang mirip sehingga dapat mengetahui anggaran estimasi, pemisahan biaya desain, pelaporan estimasi kinerja biaya tambahan yang akan terjadi, adanya dukungan dana terhadap estimasi biaya, serta pengembangan studi kasus. [45]

#### 2.4.2 Hal yang Membedakan Kinerja Biaya dalam Proyek Green Building

Aspek *Energi Efficiency and Conservation* (EEC) yang terdapat pada *greenship* ini berpengaruh pada biaya proyek yang dihasilkan dengan rincian:

##### a. *Electrical submetering*(P1)

Target : memantau dan mencatat konsumsi listrik

Metode :

- a) Menganalisa gambar rencana mekanikal elektrik yang menjadi lokasi sub meter yang di rencanakan dengan aliran untuk tiap kelompok beban sistem tata udara, tata cahaya dan kotak kontak serta sistem beban lainnya
- b) Menentukan jumlah panel kontrol yang digunakan, serta perangkat alat listrik pendukung lainnya

##### b. *OTTV calculation* (P2)

Target : mendapatkan nilai OTTV gedung

Metode :

- a) Membayar konsultan perencana untuk menghitung nilai OTTV

##### c. *Energi Efficiency Measure*(EEC-1)

Target : penghematan konsumsi energi

##### a) *Energy Modelling Software*

Metode :

- (a) Membayar konsultan perencana/tenaga ahli untuk melakukan simulasi konsumsi energi

##### b) *Building Envelope*

Metode :

- (a) Menghitung luasan selimut bangunan berdasarkan gambar denah

c) *Non-natural Lighting*

Metode :

- (a) Menzonasi pencahayaan untuk seluruh ruang kerja dengan menggunakan sensor gerak
- (b) Menentukan dan menggunakan lampu dengan daya pencahayaan 30 % lebih hemat daripada daya pencahayaan
- (c) Menggunakan *ballast* frekuensi tinggi pada ruang kerja

d) *Vertical Transportation*

Metode :

- (a) Menganalisa *traffic management system* yang telah lulus *traffic analysis* atau menggunakan *regenerative drive system* pada lift
- (b) Menggunakan fitur hemat energi pada lift seperti penggunaan sensor gerak atau *sleep mode*.

e) *COP*

Metode :

- (a) Menggunakan peralatan AC dengan COP 10 % lebih besar dari SNI
- (b) Menggunakan Freon dengan yang ramah lingkungan

d. *Natural Lighting* (EEC-2)

Target : pengoptimalan pencahayaan alami

Metode :

- a) Penganalisaan gambar rencana denah setiap lantai, gambar tipikal, dan tampak yang membuat informasi tentang semua bukaan dan perkiraan intensitas cahaya dan tempat perletakan *lux sensor*
- b) Mengumpulkan spesifikasi catalog *lux sensor* yang akan digunakan
- c) Mengumpulkan salinan nota pembelian *lux*
- d) Memanfaatkan pantulan sinar matahari ke plafon untuk menerangi ruangan tanpa menyebabkan silau

e. *Ventilation*(EEC-3)

Target : penggunaan ventilasi yang efisien di area public

Metode :

- a) Menganalisa gambar rencana elektrikal yang menunjukkan ventilasi
- b) Menggunakan alat pengganti udara pada ruangan, misalnya *exhaust fan*
- f. *Climate Change Impact*(EEC-4)
  - Target : pemberian informasi tentang pola konsumsi CO<sub>2</sub>
  - Metode :
  - a) Menghitung dengan menggunakan *worksheets* yang dipakai pada EEC-1
- g. *On Site Renewable Energi*(EEC-5)
  - Target : penggunaan energi terbarukan
  - Metode :
  - a) Menganalisa gambar tempat perletakan teknologi terbarukan
  - b) Menentukan spesifikasi alat terpasang dari teknologi energi terbarukan
  - c) Menghitung energi yang dihasilkan oleh energi terbarukan

Berdasarkan proyek *green building* sebelumnya oleh PT PP (persero), terdapat perbedaan harga signifikan yang dapat acuan penelitian:

Tabel 2.5 Perubahan Biaya Proyek Dahana

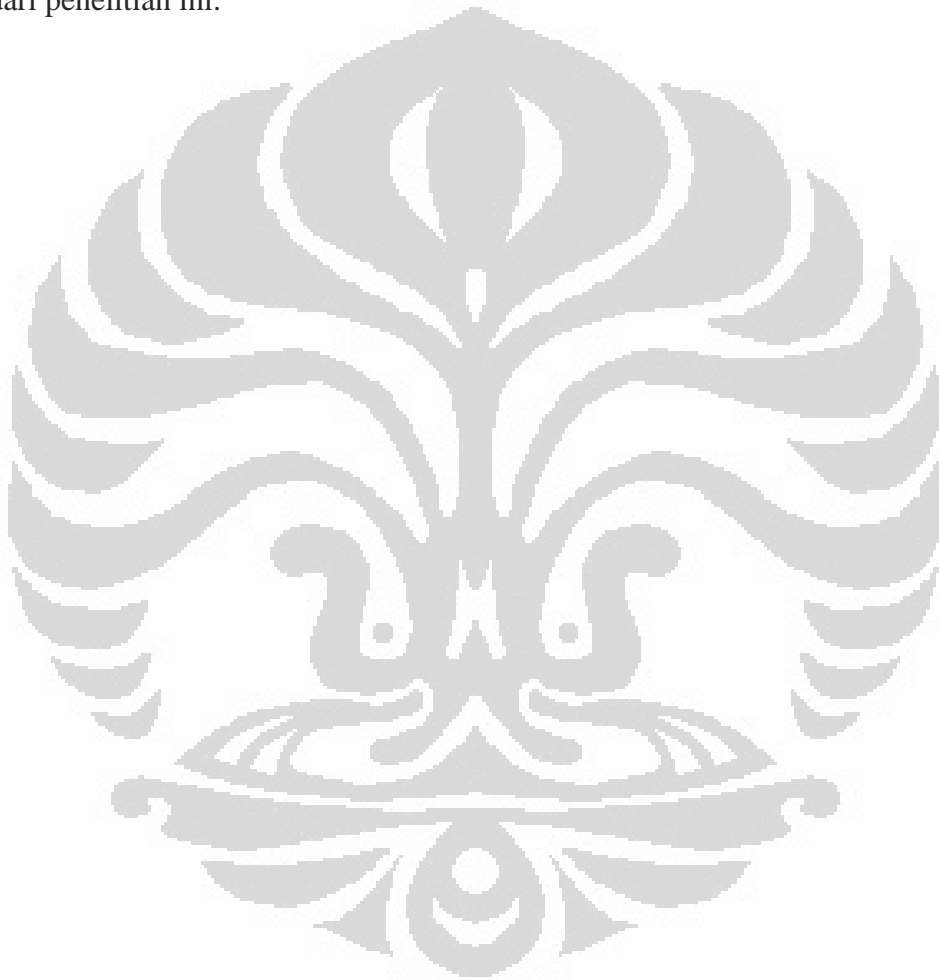
no	Kode rating	Teknologi <i>Green Building</i> yang terapkan	Konvensional (Rp)	RAB Tambah (Rp)	% (prosentase)
1	ASD-3	Fasilitas Jalur Pedestrian	-	724.804.338	1.64
2	ASD-4	Parkir sepeda dan shower	-	17.400.000	0.04
3	EEC-1	Stopsol dan ceramic glass	560.022.224	902.430.513	0.77
4	EEC-1	AC sistem Water Control	1.042.413.080	2.088.000.000	2.36
5	EEC-2	Lux dan Motion Sensor	-	612.304.000	1.38
6	WAC-3	Water Recycling	288.643.200	568.127.313	0.63
7	WAC-6	Sensor dan Control Irigasi	-	550.000.000	1.24
8	MRC-2	Penggunaan material daur ulang	2.513.236.138	4.526.490.549	4.55
9	MRC-4	Kayu bersertifikat legal dan FSC	179.152.584	338.196.839	0.36
10	IHC-1	CO <sub>2</sub> Monitoring	-	184.800.000	0.42
	Biaya Total Material		4.583.467.226	<b>10.512.553.552</b>	<b>15</b>

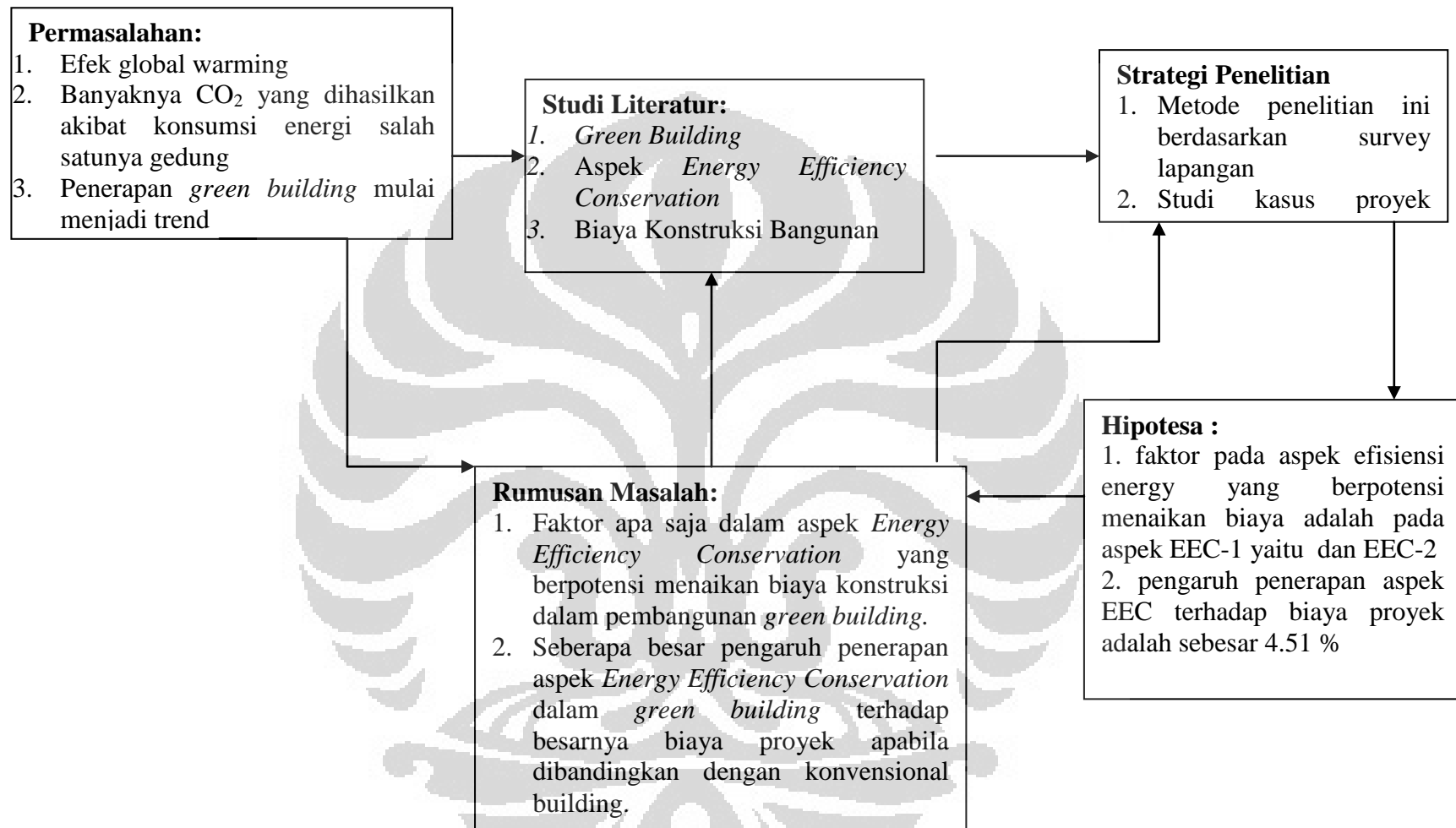
Sumber : Proyek Dahana, Subang, 2011

## **2.5 Kerangka Berfikir dan Hipotesa**

### **2.5.1 Kerangka Berfikir**

Dalam melakukan proses penelitian, perlu adanya uraian kerangka berfikir guna menjelaskan alur penelitian. Penulis menarik rumusan masalah berdasarkan latar belakang penulisan yang kemudian dikaitkan dengan studi literatur dan data historis yang terkait. Hipotesa kemudian dirangkum dari hasil kajian pustakan dan menjadi kesimpulan sementara penelitian ini. Berikut adalah kerangka berfikir dari penelitian ini.



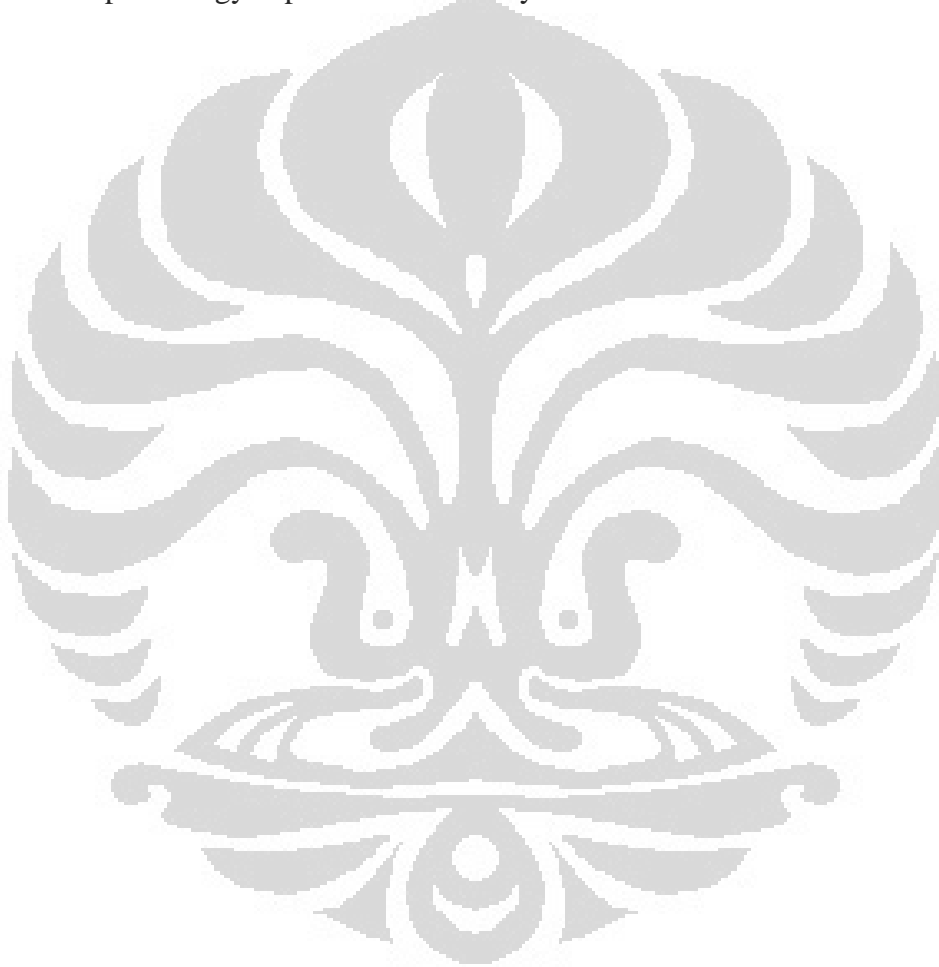


Gambar 2.6 Kerangka Berfikir

Sumber : Hasil Olahan

### 2.5.2 Hipotesa

Berdasarkan data yang diperoleh dari studi literature, diperoleh data penerapan *green building* ternyata dapat menambah biaya konstruksi. Dalam aspek energy ini, penambahan biaya yang terjadi adalah pada komponen material yang dipakai, pada EEC 1 yaitu penggunaan stopsol dan ceramic glass serta AC sistem water cooler dan EEC 2, yaitu penggunaan Lux dan Motion Sensor. Kenaikan biaya yang dihasilkan sebesar 4.51%. Dapat disimpulkan sementara bahwa aspek energy dapat menambah biaya konstruksi.





## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Pendahuluan

Dalam sebuah penelitian, perlu adanya perancangan alur penelitian yang sistematis dan terorganisir sehingga penelitian dapat dilakukan secara efektif dan tepat pada sasaran tujuan penelitian

Pada Bab ini akan dibahas tentang metode penelitian yang akan menjelaskan mengenai kerangka berfikir yang menjelaskan masalah utama penelitian dan langkah-langkah dan metode penelitian yang akan dilakukan.

### 3.2 Pemilihan Strategi Penelitian

Dalam menentukan strategi penelitian perlu dipertimbangkan tiga hal, yaitu jenis pertanyaan yang akan digunakan, kendala terhadap peristiwa yang akan diteliti dan fokus terhadap peristiwa yang sedang atau baru diselesaikan[46]. 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

Perbandingan biaya pada aspek EEC proyek *green building* dengan konvensional, melahirkan pertanyaan “apa dan berapa besar “ pada bab I, maka

penulis menggunakan strategi survey, sedangkan pengambilan dan analisa data diambil berdasarkan studi kasus di proyek Jasa Marga. Tujuan survey ini adalah untuk mengetahui dan memastikan faktor apa saja pada aspek EEC yang mempengaruhi kinerja biaya konstruksi dan seberapa besar pengaruhnya. Metode survey yang digunakan adalah dengan metode pengumpulan data dari sebuah populasi dengan cara membagi daftar pertanyaan yang disampaikan.

### 3.3 Proses Penelitian

Pada dasarnya penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan secara bersama (*join research*) yang pada khususnya akan membahas hanya mengenai pengaruh efisiensi energy pada bangunan. Penelitian bersama ini meliputi berbagai aspek yang terdapat pada *greensgip v1.0* yaitu *Apropriate Site Development (ASD)*, *Energy Efficiency and Conservation (EEC)*, *Material Resources and Cycle (MRC)*, *Indoor Health and Comfort (IHC)* dan *Building Environmental Management (BEM)* yang nantinya akan menjadi keseluruhan dari kriteria *green building*

Dalam melaksanakan penelitian, dilakukan langkah-langkah proses :

a. Survey pendahuluan

Penulis melakukan survey pendahuluan terhadap literature-literatur yang ada, proyek konstruksi dan konsultasi dengan pembimbing.

b. Indentifikasi masalah

Setelah melakukan proses survey, penulis mengidentifikasi masalah yang ditemukan. Identifikasi masalah ini kemudian dijadikan topik permasalahan khusus yang akan dibahas lebih spesifik dan mendalam

c. Penetapan topik

Penetapan topik yang dibahas adalah topik atau kajian khusus yang akan dibahas secara mendalam. Dalam penelitian kali ini, penulis mengkaji pengaruh aspek *Energy Efficiency and Conservative* terhadap kinerja biaya proyek pada *Green Building*.

d. Penentuan tujuan

Penentuan tujuan dari penelitian ini berdasarkan identifikasi masalah yang akan dikaji. Hasil atau tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui

faktor apa sajakah pada aspek EEC yang mempengaruhi kinerja biaya konstruksi pada *green building* dan seberapa besarkah pengaruh aspek tersebut terhadap kinerja biaya konstruksi *green building*.

e. Persetujuan pembimbing

Penetapan topik dan tujuan harus disetujui oleh pembimbing. Apabila topic belum diterima, maka penulis harus memulai kembali rancangan penelitian, namun apabila telah disetujui penulis melanjutkan penulisan.

f. Pengumpulan data

Pada studi kasus kali ini, data-data primer didapatkan melalui survey kuisioner terhadap para ahli/pakar dan tenaga yang berhubungan langsung dalam proses pelaksanaan konsep penerapan *green building*. Data ini merupakan data mentah yang belum diolah seperti dokumentasi pada proyek studi kasus, gambar kerja, dsb. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data atau informasi yang diperoleh dari literatur, jurnal-jurnal penelitian, atau laporan proyek yang telah diolah.

g. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian adalah studi kasus di proyek Jasa Marga oleh PT PP, mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dan melakukan pengolahan data

h. Pengolahan data

Data-data yang diolah adalah data pekerjaan atau penggunaan material yang berhubungan dengan aspek EEC pada *greenship*

i. Analisa data

Dari data yang didapatkan, dianalisa perbedaan biaya yang dihasilkan oleh *design* konvensional dengan *design green* yang diterapkan pada proyek yang diakibatkan oleh adanya penerapan aspek EEC. Hal ini kemudian dikomparasi dengan menggunakan Tabel.

j. Kesimpulan

Setelah mendapatkan data yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan dari tujuan penelitian

### 3.3.1 Variabel Penelitian

Menurut Sugiono(2003), variable penelitian merupakan suatu atribut, sifat, gejala atau nilai dari orang, obyek, atau kekuatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan diteliti untuk dapat ditarik kesimpulannya[47].Jenis variable dapat dibagi menjadi lima :

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

Variabel pada penelitian kali ini adalah variable bebas dimana seluruh hal yang digunakan untuk membuat perbandingan biaya konstruksi *green building* dengan konvensional yang diakibatkan oleh aspek EEC. Di sini variable yang akan diuraikan secara deskriptif adalah variable x yaitu :

- *Electrical SubMetering*
- *OTTV Calculation*
- *Energy Efficiency Measure*
- *Natural Lighting*
- *Ventilation*
- *Climate Change Impact*
- *On Site Renewable Energy*

Seluruh data variabel dan sub-variabel ini berasal dari peraturan yang berada pada *greenship v 1.0* kemudian penjabaran indikator yang ada didapatkan oleh penulis dari beberapa sumber yaitu dari data proyek sebelumnya, artikel, pengalaman, dan jurnal yang dapat diterapkan pada proyek.

Tabel 3.2 Variabel Penelitian

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai.	
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak		
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya		
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	pengalaman
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software seperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan sebesar 2.5%	<i>greenship</i> -GBCI
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline	<i>greenship</i> -GBCI
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>		
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass	pp-dahana
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	pp-kementerian PU
			menggunakan lampu T5 fluorescent	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas
			menggunakan ballast elektronik	pp-kementerian PU, <i>greenship</i> -GBCI

Tabel 3.2 (sambungan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem Water Control	pp-dahana
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas
			orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami	majalah techno konstruksi Adhikarya-Lemigas, ridho (2008)
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	pp-dahana
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas
X6. Climate Change Impact	X6.1	penyerahan selisih perhitungan emisi CO <sub>2</sub>	menghitung selisih konsumsi energi antara bangunan baseline dan desain	pp-dahana
X7. On Site Renewable Energy	X7.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	<a href="http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/">http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/</a>
			menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas

Sumber: Data Olahan

### 3.3.2 Instrumen Penelitian

Dalam mengumpulkan informasi, penulis menggunakan instrument penelitian sebagai alat bantu. Penyusunan alat ukur untuk menganalisa penelitian adalah :

- Wawancara langsung kepada pakar yang memahami dan mengerti konsep *green building* dan aspek EEC dengan menggunakan kuesioner. Kuesioner merupakan daftar pertanyaan yang bersifat tulisan yang ditujukan kepada responden untuk kemudian dicatat dan diolah kembali. Dalam kuesioner tercantum mengenai komentar dan tanggapan mengenai *cost component* apa saja dalam aspek EEC yang mempengaruhi pembiayaan dalam pembangunan *green building*. Kemudian pada tahap kedua kuesioner, peneliti memberikan korelasi seberapa berpengaruhnya variable yang ada terhadap biaya pembangunan gedung.
- Pengambilan data langsung sebagai alat instrument dalam pengumpulan data. Pengambilan data yang diperoleh baik berupa gambar kerja maupun data historis sebelumnya proyek gedung serupa PT PP
- Software Microsoft excel 2007 sebagai alat instrument pengolahan data dalam perbandingan biaya

Tabel 3. 3 Kuisioner untuk Pengambilan Data Tahap1

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Faktor Mempengaruhi		komen tar
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	beban lainnya Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai	greenship-GBCI	ya	Tdk	
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak		greenship-GBCI			
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya		greenship-GBCI			
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	pengalaman			
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software sperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan sebesar 2.5%	greenship-GBCI			
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline	greenship-GBCI			
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>					
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass	pp-dahana			
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	pp-kementerian PU			
			menggunakan lampu T5 fluorescent	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			



Tabel 3.3 (sambungan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Faktor mempengaruhi		komentar
			menggunakan ballast elektronik	pp-kementerian PU, <i>greenship</i> -GBCI			
	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator	pp-kementerian PU			
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem WaterControl	pp-dahana			
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			
			orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami	majalah techno konstruksi Adhikarya-Lemigas, ridho (2008)			
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	pp-dahana			
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			
X6. Climate Change Impact	X6.1	penyerahan selisih perhitungan emisi CO <sub>2</sub>	menghitung selisih konsumsi energi antara bangun baseline dan desain	pp-dahana			
X7. On Site Renewable Energy	X7.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	<a href="http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/">http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/</a>			
			menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			

Sumber : Data Olahan

Tabel 3. 4 Kuisisioner untuk Pengambilan Data Tahap2

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Pengaruh Terhadap Kinerja Biaya				
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai	greenship-GBCI	1	2	3	4	5
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak	Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai	greenship-GBCI					
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya		greenship-GBCI					
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	pengalaman					
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software seperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan sebesar 2.5%	greenship-GBCI					
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline	greenship-GBCI					
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>							
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass	pp-dahana					
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	pp-kementerian PU					

Tabel 3.4 (sambungan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Pengaruh Terhadap Kinerja Biaya				
			menggunakan lampu T5 fluorescent	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					
			menggunakan ballast elektronik	pp-kementerian PU, GBCI					
	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator	pp-kementerian PU					
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem Water Control	pp-dahana					
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					
			orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami	majalah techno konstruksi Adhikarya-Lemigas, ridho (2008)					
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	pp-dahana					
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					
X6. Climate Change Impact	X6.1	penyerahan selisih perhitungan emisi CO2	menghitung selisih konsumsi energi antara bangun baseline dan desain	pp-dahana					
X7. On Site Renewable Energy	X7.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	<a href="http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/">http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/</a>					
			menggunakan <i>Photovoltanic system on grid</i> (tenaga surya)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					

Sumber : Data Olahan

### Kriteria Pakar

Kuisisioner 1 merupakan data untuk pengambilan data tahap 1 dengan melakukan wawancara/interview yang kemudian nanti akan divalidasi oleh pakar yang mengerti dan memahami penerapan aspek energy dan efisiensi yang berpengaruh terhadap kinerja biaya konstruksi. Seorang pakar dikategorikan sebagai orang-orang yang telah mendapatkan predikat sebagai *Green Professional* (GP) atau orang-orang dari tim rating dari GBCI. *Green Profesional* merupakan orang yang telah berhasil lulus dalam mengikuti training *greenship* dan disertifikasi oleh GBCI. Variabel yang dicantumkan dapat pula bertambah ataupun berkurang sifatnya sesuai dengan hasil yang didapatkan setelah divalidasi. Hasil dari kuisisioner 1 kemudian menjadi acuan pada kuisisioner 2 yang kemudian akan diberikan kepada responden. Responden yang dipilih adalah personil pada proyek atau manajemen kantor yang membawahi proyek-proyek bangunan gedung, konsultan atau pengelola teknis bangunan gedung. Tingkat responden yang ditentukan dari jabatan managerial yaitu *Staff Engineer*, *Site Engineer/Quality Control/Quality Surveyor*, *Site Engineer Manager*, *Site Operational Manager*, *Construction Manager*, dan *Project Manager*.

### 3.3.3 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan informasi atau data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode :

- a. Wawancara yang dilakukan dengan menggunakan kuisisioner kepada pakar atau orang yang ahli di bidangnya.
- b. Keterangan langsung dari pelaksana di lapangan. Praktisi konstruksi yang sedang mengerjakan proyek serupa ataupun yang memiliki pengalaman di bidangnya
- c. Dokumen, data teknis dan gambar kerja proyek green building Y dan proyek sejenis
- d. Literatur atau data historis sebelumnya yang berkaitan dengan penerapan efisiensi energy gedung green

### 3.3.4 Analisa Data Kuisisioner

Adapun proses analisa data berasal dari kuesioner tahap 1 yang akan dilakukan dengan menggunakan metode delphi sedangkan untuk analisa kuesioner tahap 2 akan digunakan metode deskriptif (statistik).

Metode Delphi dikembangkan oleh Derlkey dan asosiasinya di Rand Corporation, California pada tahun 1960-an yang merupakan metode penyelarasan proses komunikasi suatu grup sehingga dicapai proses yang efektif dalam mendapatkan solusi masalah yang kompleks. Metode delphi adalah modifikasi dari survey *brainwriting* dan survey. Metode ini dilakukan dengan melakukan wawancara atau komunikasi melalui beberapa kuesioner yang tertuang dalam tulisan. Adapun yang menjadi objek pada metode ini adalah anggota ahli dengan tujuan untuk memperoleh konsesus yang paling *reliable* dari grup ahli. Pendekatan Delphi ini memiliki tiga grup yang berbeda yaitu pembuat keputusan, staf dan responden. Dimana pembuat keputusan ini akan bertanggung jawab terhadap *output* kajian delphi. Adapun ciri-ciri prosedur Delphi adalah [48] :

a. *Anonymous* (mengabaikan nama)

Metode ini tidak mengijinkan anggota komite mengetahui satu sama lain dengan tujuan untuk mencegah adanya keberpihakan pada salah satu opini seseorang atau dominasi panelis. Sehingga keluaran dari prosedur ini adalah ide independent.

b. Iterasi dengan *feedback* terkontrol

Metode ini bertujuan mencegah anggota komite membuat keputusan hanya berdasarkan opini pribadi. Adanya media memungkinkan mereka mengetahui posisi pengumpulan opini, apakah mendukung atau menolak argumen tanpa dipengaruhi tujuan individu. Dalam setiap putaran metode delphi ada ringkasan yang memuat masukan sebagai respon dari kuisisioner yang disebarkan.

c. Respon kelompok secara statistik

Setelah didapatkan data hasil kemudian diolah dengan metode statistic mengukur derajat perbedaan opini yang mungkin ada dalam komite, yang dapat pula berupa istilah misalnya median, mean, standar deviasi, dsb

Teori Delphi sangat baik untuk memecahkan masalah yang bersifat general, dimana rencana kebijakan berkaitan erat dengan ahli-ahli bidang tertentu. Hal ini dikarenakan oleh setiap ahli pada bidang tertentu mengeluarkan aspirasinya yang memiliki kemampuan dari segi yang didalamnya. Selain itu metode ini tidak memperhatikan nama dari ahli untuk mencegah pengaruh besar suatu anggota terhadap anggota yang lainnya, dan masing-masing responden memiliki waktu yang cukup untuk mempertimbangkan tiap bagian dan dapat melihat informasi yang diperlukan sehingga dapat menghindari tekanan sosial. Namun teori ini juga mempunyai beberapa kekurangan yang juga harus diperhatikan yaitu waktu yang dihabiskan kuisioner akan cukup lama, karena metode ini menggunakan pendapat para ahli yang berbeda-beda aspek maka dikhawatirkan akan merepresentasikan opini yang tidak dapat dipertahankan secara ilmiah dan cenderung berpikir hanya dari aspek yang terbaik baginya. Selain itu biaya yang besar dalam mengundang para ahli juga menjadi kekurangan dari teori ini

Tahap kuisioner 2 akan dianalisa dengan menggunakan metode deskriptif analitis. Dalam analisa ini akan didapatkan gambaran umum karakteristik populasi data. Diharapkan hasil dari kuisioner ini dapat menggambarkan seberapa besar pengaruh biaya penerapan konsep *green building* ini dilaksanakan pada pelaksanaan proyek bangunan gedung.

### **Validasi dan realibilitas instrument penelitian**

Syarat instrument penelitian harus dapat memenuhi persyaratan validitas dan reabilitas dengan cara :

- a. Uji validitas dilakukan dengan mengkonsultasikan pada pakar, selanjutnya dianalisa dengan mengkorelasikan antara butir instrument dengan skor totalnya atau dengan mencari tahu daya pembeda skor tiap item dari kelompok yang memberikan jawaban tinggi dan jawaban rendah.
- b. Uji reliabilitas menyangkut konsistensi alat ukur penelitian. Dikatakan dapat terpercaya jika alat ukur tersebut mantap, stabil dapat diandalkan dan dapat diramalkan sehingga alat ukur tersebut konsisten dari waktu ke waktu. Uji realibilitas dilakuakn dengan menggunakan metode koefisien alpha cronbach

dengan program SPSS. Menurut Sekaran (2003), jika koefisien realibilitas hasil perhitungan menunjukkan angka  $\geq 0.6$  maka dapat disimpulkan instrument yang bersangkutan dinyatakan reliable[49].

### Studi Kasus

Setelah mendapatkan factor dominan dari hasil analisa kuisioner, kemudian dilakukan studi kasus pengaruh aspek EEC terhadap kinerja biaya proyek pada proyek Jasa Marga yang akan menggunakan data sekunder berupa rencana anggaran biaya proyek. Dengan menggunakan rencana anggaran biaya ini, penulis akan membandingkan estimasi pelaksanaan proyek dengan penerapan konsep *green* dan *conventional building*.

### 3.4 Kesimpulan

Dari metode-metode yang digunakan, penelitian ini dapat disimpulkan :

- a. Metode strategi penelitian adalah survey dan studi kasus di proyek X
- b. Instrument penelitian yang akan digunakan adalah kuisioner (wawancara) sebagai alat validasi yang berasal dari pakar senior
- c. Untuk menganalisa data, penulis menggunakan metode *Delphi*, deskriptif analisi dan analisa studi kasus.

## **BAB 4**

### **ANALISA DATA**

#### **4.1 Pendahuluan**

Bab analisa data merupakan bagian dari bab yang menentukan hasil dari penelitian ini. Pada bab ini akan dibahas mengenai proses bagaimana peneliti mendapatkan data hingga menganalisa data yang diperoleh. Terdapat tiga tahapan pelaksanaan penelitian, yaitu kuesioner tahap pertama kepada pakar untuk memvalidasi variable penelitian, kemudian dilanjutkan dengan survey tahap kedua kepada responden, kemudian dianalisa dengan metode statistic. Berikutnya akan dilakukan studi kasus pada proyek pembangunan gedung Jasa Marga yang dikonstruksi oleh kontraktor PT PP.

#### **4.2 Pengumpulan Data**

##### **4.2.1 Kuesioner Tahap Pertama (pakar)**

Berdasarkan hasil kajian pustaka, variable penelitian yang didapatkan adalah seperti yang tertuang pada table 3.2 dimana pada penelitian ini terdapat 7 variabel. Seluruh variable ini kemudian dikonsultasikan kepada para pakar untuk disusun menjadi kuesioner respondent tahap kedua. Para pakar diminta komentarnya untuk menyatakan apakah variable tersebut masih memerlukan tambahan atau pengurangan terhadap indikatornya dan apakah variable yang bersangkutan benar mempengaruhi kinerja biaya konstruksi. Variabel yang diberikan penulis bersumber pada *greenship* GBCI v1.0 yang kemudian indikatornya bersumber pada referensi lainnya seperti pengalaman/data proyek sebelumnya, majalah atau jurnal.

Adapun pakar yang dihubungi oleh peneliti merupakan seorang dengan background pendidikan dan sertifikasi keahlian sebagai *Green Profesional* (GP). Pakar pada tahap kuesioner pertama ini berjumlah 5 orang yang mempunyai pengalaman dalam menangani pembangunan gedung *green*. Terdapat 3 dari 5 pakar merupakan seorang GP, sedangkan 2 pakar yang berpengalaman kerja 2 tahun merupakan tim rating dari GBCI yang pasti memahami mengenai variabel pada *greenship* v 1.0 hal ini didasari pula GBCI baru berdiri sejak tahun 2009. Masing-masing pakar ini memberikan tanggapan, koreksi, penambahan variable



dan indikator penelitian. Proses yang dilakukan adalah tatap muka langsung. Setiap variable yang kemudian mengalami perubahan akan dikonsultasikan kembali kepada pakar untuk dikomentari. Adapun profil pakar yang sesuai dengan Tabel :

Tabel 4.1 Profil Pakar

no	Nama	Pengalaman Kerja	Perusahaan
1	Ni Made Sasanti	21 thn	PT PP
2	Nana Arthana	16 thn	PT ARTEFAK ARKINDO
3	Ridho Haqi	4 thn	PERTAMINA
4	Yodi D	2.5 thn	GBCI
5	Ika Putri	2 thn	GBCI

Sumber : Data Olahan

Kuisisioner untuk tahap pertama dapat dilihat pada lampiran 1, dimana hasil kuisisioner kepada kelima pakar di atas merupakan validasi dari variable yang sangat memungkinkan mempunyai hubungan erat dengan kinerja biaya proyek khususnya pada proyek bangunan gedung. Hasil yang diperoleh dari variabel ini dihitung jumlah jawaban ya atau tidaknya sebagai penentu keputusan apakah variable ini benar mempengaruhi kinerja biaya atau tidak. Jika terjadi perolehan jawaban ya atau tidak yang seimbang, maka variabel tersebut akan ditanyakan kembali ke pakar yang bersangkutan, sehingga didapatkan jawaban pasti dari para pakar. Pada pelaksanaannya metode ini sangatlah memakan waktu yang lama dikarenakan hampir semua pakar merupakan praktisi yang memiliki tingkat mobilitas yang sangat tinggi sehingga sulit untuk menetapkan waktu untuk bertemu.

Hasil perhitungan kuisisioner tahap pertama ini diperoleh dari 7 buah variable yang ada, kemudian berkurang menjadi 6 variabel. Adanya variabel yang diduga tidak menambah biaya adalah pada variabel X6 yaitu menyerahkan perhitungan selisih emisi CO<sub>2</sub>. Menurut pakar hal tersebut tidak berpengaruh terhadap biaya dikarenakan hanya mengkonversi hasil perhitungan konsumsi energy kedalam satuan jumlah CO<sub>2</sub>. Berikut adalah Tabel variable hasil koreksi pakar:

Tabel 4.2 Variabel Hasil Koreksi Pakar

Variabel	Sub Variabel		indikator
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak	Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya	
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software sperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan sebesar 2.5%
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>	
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp
	X3.3.3		menggunakan lampu T5 fluorescent
	X3.3.4		menggunakan ballast elektronik
	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem Water Control
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding
	X4.1.2		orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi lift	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar
X7. On Site Renewable Energy	X7.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin
			menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)

Sumber : Data Olahan

#### 4.2.2 Kuesioner Tahap Kedua (pilot survey)

Pada tahap ini, kuisisioner yang telah divalidasi oleh para pakar kemudian disebar kepada responden yang menjadi pilot survey. Pilot survey adalah para responden yang menjadi tolak ukur apakah kuisisioner yang akan diberikan ini sudah sangat mudah dimengerti untuk diisi atau tidak. Responden yang menjadi pilot survey ini ber kriteria sama dengan responden untuk kuisisioner tahap ketiga. Penyebaran kuisisioner ini dilakukan secara tatap muka langsung agar maksud responden dapat dengan jelas tersampaikan. Yang menjadi pilot survey ini adalah para praktisi proyek yang berasal dari perusahaan yang berbeda. Para pilot responden ini kemudian dimintai tanggapannya mengenai kejelasan untuk mengisi kuisisioner apakah sudah jelas atau belum. Kemudian untuk konten variabel kuisisioner, para responden juga dimintai keterangannya mengenai kejelasan mengenai penulisan indikator apakah para responden sudah mengerti.

Dari hasil pilot survey ini terdapat beberapa revisi mengenai pemilihan kata yang tepat pada petunjuk penjelasan pengisian dan penjelasan mengenai range nilai yang terdapat pada kuisisioner. Beberapa responden menginginkan kejelasan mengenai range nilai tersebut telah dicantumkan angkanya sehingga mereka dapat membandingkan pengaruhnya dengan lebih pasti terhadap biaya awal konstruksi. Selain itu juga terdapat beberapa perubahan mengenai penulisan pada indikator dengan tidak merubah arti dari indikator tersebut. Hal tersebut berubah pada indikator untuk variabel x1, x3 dan x4. Kemudian perubahan ini juga telah ditanyakan kembali dan telah disetujui oleh pakar, berikut adalah Tabel perubahan penulisan untuk variabel :

Tabel 4.3 Perubahan Indikator Variabel

Variabel	Sub Variabel		Indikator	
			sebelum	sesudah
X1. Electrical subMeter ing	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai	Pemasangan panel kWh meter untuk setiap beban pada setiap system
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak	Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai	
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnva		

Tabel 4.3 (sambungan)

Variabel	Sub Variabel		Indikator	
			sebelum	sesudah
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan sofware sperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan sebesar 2.5%	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan sofware sperti e20 atau Design builder atau energy + dengan pengehematan 10% dari gedung baseline
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>		
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass	Menggunakan material yang daya hantar panasnya kecil (mis: kaca stopsol, double glass dan ceramic glass
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	
			menggunakan lampu T5 fluorescent	menggunakan lampu hemat energy (mis: T5 fluorescent, LED,dsb)
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem Water Control	menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding	Menggunakan komponen tambahan (mis : <i>curtain wall</i> pada dinding, sunshading, dsb)
			orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami	

Sumber : Data Olahan

Berdasarkan hasil dari pilot responden yang kemudian di validasi oleh para pakar, maka variabel kuisioner tahap tiga yang akan diberikan kepada responden adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Variabel Kuisisioner Tahap 3

Variabel	Sub Variabel		indikator	Keterangan
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemasangan panel kWh meter untuk setiap beban pada setiap system	Indikator 1
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak		
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya		
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	Indikator 2
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software sperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan 10% dari gedung baseline	Indikator 3
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baselin	Indikator 4
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>		
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	Menggunakan material yang daya hantar panasnya kecil (mis: kaca stopsol, double glass dan ceramic glass	Indikator 5
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	Indikator 6
			menggunakan lampu hemat energy (mis: T5 fluorescent, LED,dsb)	Indikator 7
			menggunakan ballast elektronik	Indikator 8

Tabel 4.4 (sambungan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Keterangan
X4. Natural Lighting	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator	Indikator 9
	X3.3.4	COP	menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)	Indikator 10
	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	Menggunakan komponen tambahan (mis : <i>curtain wall</i> pada dinding, sunshading, dsb)	Indikator 11
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	Indikator 12
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	Indikator 13
X7. On Site Renewable Energy	X6	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	Indikator 14
			menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)	Indikator 15

Sumber : Data Olahan

#### 4.2.3 Kuesioner Tahap Ketiga (responden)

Setelah melalui tahap pilot survey, selanjutnya kuisisioner disebarkan kepada para responden. Survey ini dilakukan kepada personil proyek yang sedang melakukan konstruksi bangunan gedung. Melalui email dan penyebaran langsung, kuisisioner ini disebarkan kepada lebih dari 30 responden. Setelah melalui beberapa pemeriksaan, maka terpilih 32 responden yang sesuai dengan kualifikasi dimana sebagian besar berasal dari proyek bangunan gedung yang berada di Jakarta. Berikut adalah Tabel profil para responden yang berjumlah 32 responden dilihat dari pendidikan, pengalaman kerja, dan jabatan.

Tabel 4.5 Data Profil Responden Tahap Tiga

No	Jabatan	Pengalaman (thn)	Pendidikan
1	Pengelola teknis	25	S1
2	Pengelola teknis	25	S2
3	Site Operational Manager	12	S1
4	Staff Teknik	3	S1
5	Engineer ME	4	S1
6	Pengelola teknis	29	S2
7	Site Operational Manager	15	S1
8	Kepala Lapangan	7	S1
9	QS	3	D3
10	GSP	18	D3
11	Site Engineer Manager	7	S1
12	Quality Control	4	S1
13	Site Operational Manager	25	S1
14	Site Engineer Manager	5	S1
15	Komersial	12	S1
16	Staff Teknik	2.5	S1
17	Pelaksana	7	S1
18	Manajer QC	8	S1
19	Konsultan	19	S1
20	Konsultan	24	S2
21	Konsultan	20	S1
22	Site Engineer	7	S1
23	QS	6	S1
24	GSP	12	D3
25	Engineering	10	S1
26	Pengendalian Operasional	14	S1
27	Engineer	5	S1

Tabel 4.5 (sambungan)

No	Jabatan	Pengalaman (thn)	Pendidikan
29	Structure Engineer	5	S1
30	Staff Ars Engineer	6	S1
31	Arsitek Engineer	8	S1
32	Konsultan	1	D3

Sumber : Data Olahan

Berdasarkan tabulasi data responden di atas, dapat diuraikan pengelompokan sampel berdasarkan pendidikan terakhir, pengalaman kerja, dan jabatan.

Tabel 4.6 Data Pengelompokan Responden

no	Keterangan		Jumlah Sample
1	Pendidikan Akhir	D3	4
		S1	2
		S2	26
2	Pengalaman Kerja	1-5 tahun	9
		6-10 tahun	8
		10-15 tahun	6
		16-20 tahun	3
		> 20 tahun	6
3	Jabatan	staff teknik, Engineer, Engineer ME/ARS, QC, Site Engineer, QS, Pelaksana	18
		Manager	7
		pengelola teknis	3
		konsultan	4

Sumber : Data Olahan

### 4.3 Analisa Data

#### 4.3.1 Analisa Statistik Kuesioner

##### 4.3.1.1 Uji Validitas dan Reabilitas Variabel Penelitian

#### Uji Validitas

Uji validitas ini dilakukan guna mengetahui ketepatan alat ukur penelitian. Dalam pengujian ini yang menjadi alat ukurnya adalah angka hasil dari korelasi antara skor pernyataan dan skor keseluruhan pernyataan responden terhadap informasi pada kuisisioner. Dengan menggunakan bantuan software SPSS-20 berikut adalah Tabel hasil pengolahan data :



Tabel 4.7 Hasil Uji Validitas

Indikator	R Hitung	R Tabel	Keterangan
Indikator 1	0,462	0,349	valid
Indikator 2	0,604	0,349	valid
Indikator 3	0,748	0,349	valid
Indikator 4	0,577	0,349	valid
Indikator 5	0,758	0,349	valid
Indikator 6	0,832	0,349	valid
Indikator 7	0,861	0,349	valid
Indikator 8	0,915	0,349	valid
Indikator 9	0,825	0,349	valid
Indikator 10	0,573	0,349	valid
Indikator 11	0,784	0,349	valid
Indikator 12	0,761	0,349	valid
Indikator 13	0,532	0,349	valid
Indikator 14	0,666	0,349	valid
Indikator 15	0,476	0,349	valid

Sumber : Data Hasil Olahan SPSS

Untuk mengukur tingkat valid dan tidaknya dari 15 variabel yang ada, nilai  $r$  (Corrected Item-Total Correlation) harus minimal sama dengan atau lebih dari nilai  $r$  Tabel. Berdasarkan nilai responden yang berjumlah 32 (nilai  $N-2$ ) responden didapatkan nilai  $r$  Tabel yaitu  $r=0,349$ . Pada Tabel di atas dapat dilihat semua variabel bersifat valid.

### Uji Reabilitas

Tabel 4.8 *Case Processing Summary*

		N	%
Cases	Valid	32	100
	Excludeda	0	0
	Total	32	100

Sumber : Data Hasil Olahan SPSS

Dari Tabel 4.5 di atas, terlihat bahwa 32 responden yang diujikan dinyatakan valid dengan nilai Alpha Cronbach 0.922.

Tabel 4.9 *Reability Statistic*

Cronbach's Alpha	N of Items
0.922	15

Sumber : Data Hasil Olahan SPSS

Berdasarkan Tabel tingkat realible, maka nilai Alpha Cronbach = 0.922.

Berdasarkan tabel realibel

Tabel 4.10 Tabel Reabilitas

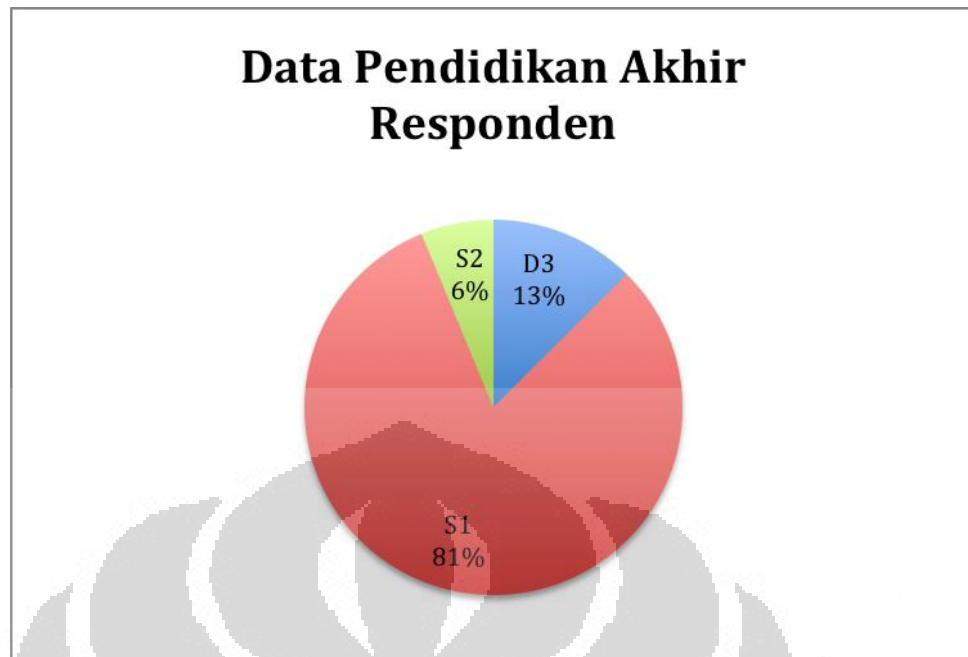
No	Interval	Kriteria
1.	< 0,200	Sangat rendah
2.	0,200 – 0,399	Rendah
3.	0,400 – 0,599	Cukup
4.	0,600 – 0,799	Tinggi
5.	0,800 – 1,000	Sangat Tinggi

Sumber : Data materi kuliah metopen

Data responden yang dihasilkan terletak antara 0.9 hingga 1.00 sehingga tingkat reliabilitasnya sangat tinggi (dapat dipercaya).

#### 4.3.1.2 Uji Data Responden berdasarkan Pendidikan, Jabatan dan Pengalaman **Uji Data responden berdasarkan Pendidikan**

Untuk pengujian responden berdasarkan latar belakang pendidikan terakhir, dimana responden dikelompokkan menjadi 3 kelompok, sehingga pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal Wallis. Data responden berdasarkan pada Tabel 4.5 digambarkan pada grafik pie



Gambar 4.1 Data Pendidikan Responden

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan sebaran data sesuai dengan pendidikan responden, diketahui bahwa sebanyak 81% responden berpendidikan Sarjana (S1), 6% responden berpendidikan S2 dan 13 % merupakan Diploma (D3).

Hipotesis yang diusulkan untuk uji Kruskal Wallis adalah :

$H_0$  = Tidak ada perbedaan persepsi yang didasari atas dasar pendidikan responden yang berbeda

$H_1$  = Ada perbedaan persepsi yang didasari atas dasar jabatan responden yang berbeda.

Pengambilan keputusan

- Berdasarkan probabilitas :

$H_0$  = Jika probabilitas  $> 0.05$ , maka  $H_0$  diterima

$H_1$  = Jika probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak

- Berdasarkan nilai Chi-Square :

$H_0$  = Jika statistik hitung  $<$  statistik Tabel, maka  $H_0$  diterima

$H_1$  = Jika statistik hitung  $>$  statistik Tabel, maka  $H_0$  ditolak

Berdasarkan data hasil input spss, maka didapatkan hasil Tabel

Tabel 4.11 Uji *Output* Kruskal Wallis Pendidikan Responden

	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4	Indikator 5
Chi-Square	.189	1.172	1.125	2.275	4.076
df	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.910	.557	.570	.321	.130

	Indikator 6	Indikator 7	Indikator 8	Indikator 9	Indikator 10
Chi-Square	4.636	4.066	6.267	2.097	.089
df	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.098	.131	.044	.350	.956

	Indikator 11	Indikator 12	Indikator 13	Indikator 14	Indikator 15
Chi-Square	.550	1.492	1.090	.633	2.767
df	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.759	.474	.580	.729	.251

Sumber : Hasil SPSS

Pada Tabel di atas didapatkan nilai pada indikator 8 dengan nilai Asymp. Sig , 0.05 atau dengan melihat Tabel Chi-Square, untuk df=2 dan signifikasi = 5%, maka diperoleh statistik Tabel = 5.99< statistik hitung pada variabel tersebut, maka Ho ditolak pada variabel yang disebut di atas.

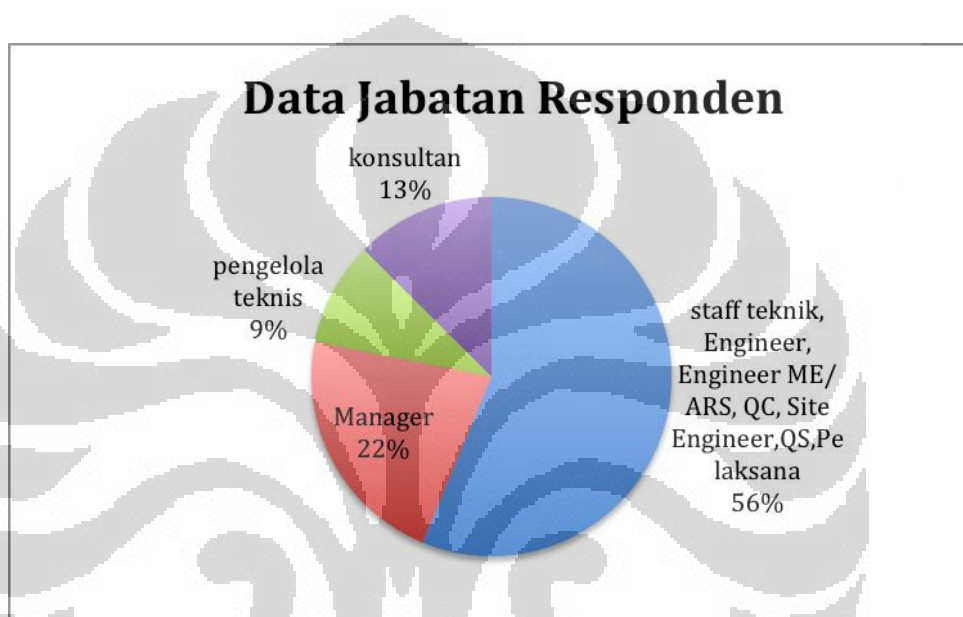
Tabel 4.12 Perbedaan Persepsi Pendidikan Responden

indikator	Perbedaan Persepsi
menggunakan ballast elektronik	Pemakaian ballas elektronik lebih mahal dan jarang digunakan dan biasanya dipakai untuk menggantikan ballast biasa pada umumnya. Sangat memungkinkan tingkat pendidikan akan mempengaruhi teknologi pengambilan langkah dalam menentukan jenis ballast yang dipilih

Sumber : Hasil Olahan

### Uji Data responden berdasarkan Jabatan

Pengujian responden berdasarkan jabatan, dimana responden dikelompokkan menjadi 4 kelompok, sehingga pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal Wallis. Data responden berdasarkan pada Tabel 4.5 digambarkan pada diagram pie



Gambar 4.2 Data Jabatan Responden

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan sebaran data sesuai dengan jabatan responden, diketahui bahwa sebanyak 9% responden merupakan pengelola teknis, 13% responden merupakan konsultan dan 22% merupakan manager proyek dan 56% merupakan gabungan engineer, staff engineer dan Quality Control.

Hipotesis yang diusulkan untuk uji Kruskal Wallis adalah :

$H_0$  = Tidak ada perbedaan persepsi yang didasarkan atas dasar pendidikan responden yang berbeda

$H_1$  = Ada perbedaan persepsi yang didasarkan atas dasar jabatan responden yang berbeda.

Pengambilan keputusan

- Berdasarkan probabilitas :  
 $H_0$  = Jika probabilitas  $> 0.05$ , maka  $H_0$  diterima  
 $H_1$  = Jika probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak
- Berdasarkan nilai Chi-Square :  
 $H_0$  = Jika statistic hitung  $<$  statistik Tabel, maka  $H_0$  diterima  
 $H_1$  = Jika statistic hitung  $>$  statistik Tabel, maka  $H_0$  ditolak

Berdasarkan data hasil input spps, maka didapatkan hasil Tabel

Tabel 4.13 *Output* Uji Kruskal Wallis (Jabatan)

	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4	Indikator 5
Chi-Square	4.280	1.260	.797	.551	.886
df	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.233	.739	.850	.908	.829

	Indikator 6	Indikator 7	Indikator 8	Indikator 9	Indikator 10
Chi-Square	3.633	.684	1.225	.066	1.063
df	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.304	.877	.747	.996	.786

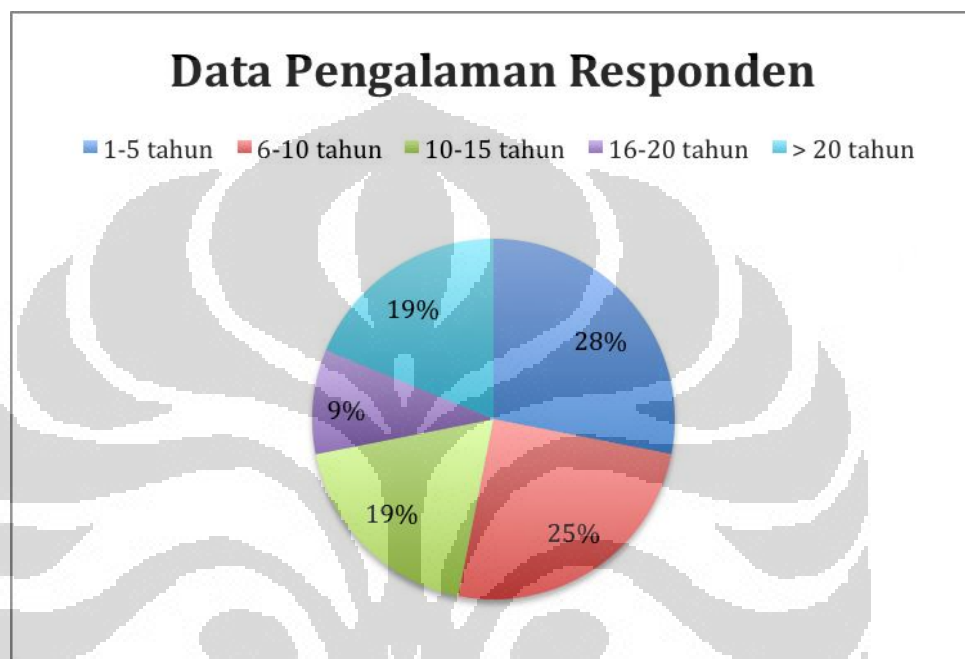
	Indikator 11	Indikator 12	Indikator 13	Indikator 14	Indikator 15
Chi-Square	2.184	1.480	.584	3.784	3.114
df	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.535	.687	.900	.286	.374

Sumber : Hasil SPSS

Dapat dilihat dari Tabel di atas bahwa tidak adanya perbedaan persepsi terhadap jabatan para responden. Hal tersebut dilihat dari nilai Asymp. Sig seluruhnya  $< 0.05$  dan nilai chi-Square untuk  $df = 3 < 7.82$

### Uji Data responden berdasarkan Pengalaman

Pengujian responden berdasarkan pengalaman, dimana responden dikelompokkan menjadi 4 kelompok, sehingga pengujian juga dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal Wallis. Data responden berdasarkan pada Tabel 4.5 digambarkan pada diagram pie di bawah ini.



Gambar 4.3 Data Pengalaman Responden

Sumber : Hasil Olahan

Berdasarkan sebaran data sesuai dengan pengalaman responden, diketahui bahwa sebanyak 9% responden mempunyai pengalaman kerja 16-20 tahun, 19% responden mempunyai pengalaman kerja 11-15 tahun dan >20 tahun, 25% mempunyai pengalaman kerja 6-10 tahun dan 28 % mempunyai pengalaman kerja 1-5 tahun

Hipotesis yang diusulkan untuk uji Kruskal Wallis adalah :

Ho = Tidak ada perbedaan persepsi yang didasarkan atas dasar pendidikan responden yang berbeda

H1 = Ada perbedaan persepsi yang didasarkan atas dasar jabatan responden yang berbeda.

Pengambilan keputusan

- Berdasarkan probabilitas :  
 $H_0$  = Jika probabilitas  $> 0.05$ , maka  $H_0$  diterima  
 $H_1$  = Jika probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak
- Berdasarkan nilai Chi-Square :  
 $H_0$  = Jika statistic hitung  $<$  statistik Tabel, maka  $H_0$  diterima  
 $H_1$  = Jika statistic hitung  $>$  statistik Tabel, maka  $H_0$  ditolak

Berdasarkan data hasil input spps, maka didapatkan hasil Tabel

Tabel 4.14 *Output* Uji Kruskal Wallis (Pengalaman)

	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4	Indikator 5
Chi-Square	3.712	.758	.585	2.732	1.479
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.446	.944	.965	.604	.830

	Indikator 6	Indikator 7	Indikator 8	Indikator 9	Indikator 10
Chi-Square	1.038	3.612	2.998	1.794	4.040
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.904	.461	.558	.774	.401

	Indikator 11	Indikator 12	Indikator 13	Indikator 14	Indikator 15
Chi-Square	3.050	4.277	1.590	3.150	5.105
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.549	.370	.811	.533	.277

Sumber : Hasil SPSS

Daftar di atas menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan persepsi terhadap pengalaman para responden. Hal tersebut dilihat dari nilai Asymp. Sig. seluruhnya  $< 0.05$  dan nilai chi-Square untuk  $df = 4 < 9.49$

#### 4.3.1.3 Analisa Deskriptif



Analisa deskriptif berfungsi untuk mendapatkan nilai mean dan median dari seluruh jawaban yang diberikan responden atas pertanyaan dari variabel penelitian. Analisa ini memungkinkan peneliti mengetahui secara cepat gambaran sekilas dan ringkas dari data yang diperoleh. Dengan menggunakan bantuan program SPSS, maka akan didapatkan nilai mean yang merupakan nilai rata-rata, serta nilai median. Deskriptif untuk variabel yang berpengaruh terhadap biaya konstruksi sebagian besar adalah cukup berpengaruh terhadap biaya proyek, yaitu bernilai 3 dengan range 1% - <2%, sedangkan untuk variabel X6 dan beberapa variabel X3 (indikator 5 dan indikator 10) hasil yang didapatkan adalah berpengaruh pada range 2% - <3%. Secara rinci deskriptif variabel ini terdapat pada Tabel di bawah ini

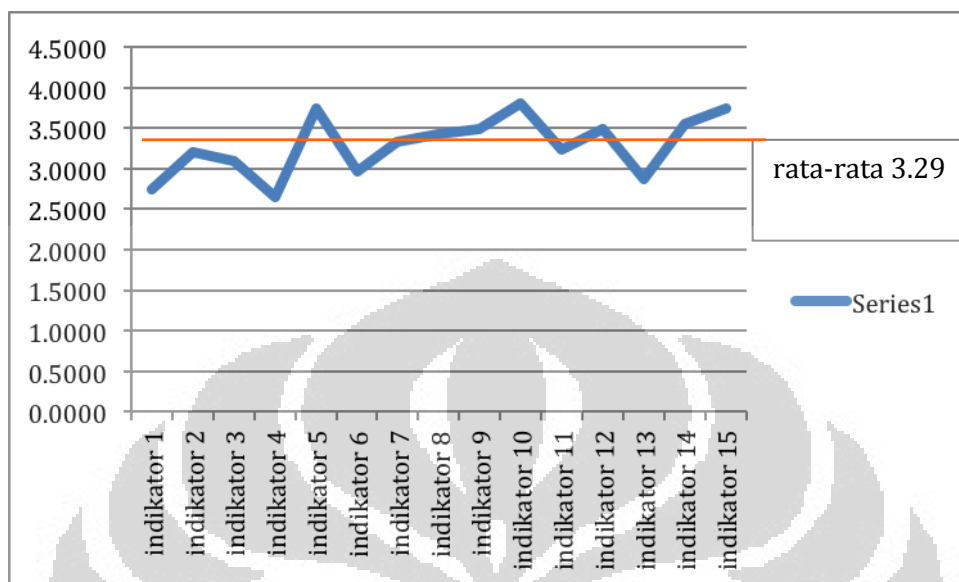
Tabel 4.15 Analisa Deskriptif

	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Indikator 1	32	1.00	5.00	2.7500	.17961	1.01600
Indikator 2	32	2.00	5.00	3.2188	.17236	.97499
Indikator 3	32	1.00	5.00	3.0938	.18708	1.05828
Indikator 4	32	1.00	5.00	2.6563	.15944	.90195
Indikator 5	32	2.00	5.00	3.7500	.19050	1.07763
Indikator 6	32	1.00	5.00	2.9688	.20812	1.17732
Indikator 7	32	1.00	5.00	3.3438	.23162	1.31024
Indikator 8	32	1.00	5.00	3.4375	.20546	1.16224
Indikator 9	32	2.00	5.00	3.5000	.19572	1.10716
Indikator 10	32	1.00	5.00	3.8125	.20299	1.14828
Indikator 11	32	1.00	5.00	3.2500	.22895	1.29515
Indikator 12	32	2.00	5.00	3.5000	.14892	.84242
Indikator 13	32	1.00	5.00	2.8750	.22338	1.26364
Indikator 14	32	1.00	5.00	3.5625	.20546	1.16224
Indikator 15	32	1.00	5.00	3.7500	.21061	1.19137
Valid N (listwise)	32					

Sumber : Data Hasil Olahan SPSS

Dari Tabel di atas, nilai variabel X secara total rata jawaban responden terdapat pada nilai 3.29 yang bila dibulatkan kebilangan terdekat rata-rata menjadi 3. Sehingga jawaban rata-rata adalah cukup berpengaruh. Dapat dianalisa bahwa seluruh rata-rata responden berpendapat bahwa dengan adanya aplikasi efisiensi energi pada gedung akan berpengaruh terhadap perubahan biaya konstruksi dalam

hal ini adalah sebesar 1% - <2% dari biaya konstruksi awal. Hal ini Grafik rata-rata jawaban ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.4 Grafik Analisa Deskriptif Rata-rata

Sumber : Data Hasil Olahan

#### 4.3.1.4 Analisa Dengan Menggunakan AHP

##### Perbandingan Berpasangan dan normalitas matriks

Tahap pertama yang dilakukan pada analisa AHP adalah membuat matriks perbandingan berpasangan untuk pengaruh biaya sehingga didapatkan sebanyak lima (5) buah elemen yang dibandingkan. Di bawah ini diberikan matriks berpasangan yang dapat dihitung seperti pada Tabel berikut ini

Tabel 4.16 Matriks Berpasangan untuk Pengaruh Biaya Pengambilan Keputusan

	sangat	berpengaruh	cukup	sedikit	tidak
sangat	1	3	5	7	9
berpengaruh	0.33	1.00	3.00	5.00	7
cukup	0.20	0.33	1.00	3.00	5
sedikit	0.14	0.20	0.33	1.00	3
tidak	0.11	0.14	0.20	0.33	1
jumlah	1.79	4.68	9.53	16.33	25

Sumber : Data Hasil Olahan

##### Bobot elemen

Perhitungan bobot elemen untuk masing-masing unsur dalam matriks bias dilihat pada Tabel di bawah ini

Tabel 4.17 Perhitungan Bobot Elemen

	sangat	Berpengaruh	cukup	sedikit	tidak	jumlah	prioritas	presentase
sangat	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	2.51	0.50	100
Berpengaruh	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	1.30	0.26	51.75
cukup	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.67	0.13	26.72
sedikit	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.34	0.07	13.48
tidak	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.17	0.03	6.93
jumlah	1.00	1.00	1.00	1.00	1	5	1	

Sumber : Data Hasil Olahan SPSS

Sehingga dari Tabel perhitungan di atas maka bobot elemen untuk masing-masing risiko dapat dilihat dari Tabel di bawah ini

Tabel 4.18 Perhitungan Bobot Elemen Masing-masing Pengaruh

	sangat	berpengaruh	cukup	sedikit	tidak
BOBOT	1.00	0.52	0.27	0.13	0.07

Sumber : Data Hasil Olahan SPSS

### Uji konsistensi matriks dan hirarki

Matriks bobot dari hasil perbandingan berpasangan harus mempunyai diagonal bernilai satu dan konsistensi. Untuk menguji konsistensi, maka nilai *eigen value* maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) harus mendekati banyaknya elemen (n) dan *eigen value* sisa mendekati nol.

Pembuktian konsistensi matriks berpasangan dilakukan dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan diperoleh matriks sebagai berikut.

$\lambda$	1	3	5	7	9	$\lambda$	0.5	$\lambda$	2.69
$\lambda$	0.33	1	3	5	7	$\lambda$	0.26	$\lambda$	1.375
$\lambda$	0.2	0.33	1	3	5	$\lambda$	0.13	$\lambda$	0.676
$\lambda$	0.14	0.20	0.33	1	3	$\lambda$	0.07	$\lambda$	0.325
$\lambda$	0.11	0.14	0.2	0.33	1	$\lambda$	0.03	$\lambda$	0.171

(1)

sehingga didapatkan nilai  $z_{maks} = 2.69 + 1.375 + 0.676 + 0.325 + 0.171 = 5.237$  dengan banyaknya elemen dalam matriks ( $n$ ) adalah 5, maka besarnya RCI untuk  $n=5$  sesuai dengan Tabel Stuart H. Mann adalah sebesar 1.12, maka  $CI = (\lambda_{maks} - n)/(n-1)$  adalah  $CI = 0.059$ . Selanjutnya  $CR = 0.059/1.12 = 0.053 = 5.2\%$ . Nilai tersebut menunjukkan nilai  $CR < 10\%$ , maka hasil ini mempunyai hirarki konsisten dan tingkat akurasi yang tinggi.

### Rangking pada Variabel

Berdasarkan uji konsistensi, maka perhitungan untuk pengaruh variabel terhadap perubahan biaya konstruksi dilakukan dengan memasukkan bobot elemen masing-masing sesuai dengan hasil. Tabel berikut merupakan perhitungan nilai pengaruh terhadap biaya yang digunakan untuk menentukan rangking atau peringkat dalam analisa AHP

Tabel 4.19 Nilai Hasil Perhitungan AHP

Variabel	Sub Variabel	Total Jawaban Pengaruh Terhadap Biaya					prosentase					Nilai	ranking
		1	2	3	4	5	tidak	kurang	cukup	berpengaruh	sangat		
							0.07	0.13	0.27	0.52	1		
X1	Indikator 1	1	16	7	6	2	3.125	50	21.875	18.75	6.25	28.625	14
X2	Indikator 2	0	9	10	10	3	0	28.125	31.25	31.25	9.375	37.71875	10
X3	Indikator 3	1	10	9	9	3	3.125	31.25	28.125	28.125	9.375	35.875	11
	Indikator 4	1	16	9	5	1	3.125	50	28.125	15.625	3.125	25.5625	15
	Indikator 5	0	4	11	6	11	0	12.5	34.375	18.75	34.375	55.03125	3
	Indikator 6	3	9	10	6	4	9.375	28.125	31.25	18.75	12.5	35	12
	Indikator 7	3	6	8	7	8	9.375	18.75	25	21.875	25	46.21875	7
	Indikator 8	1	7	8	9	7	3.125	21.875	25	28.125	21.875	46.3125	6
	Indikator 9	0	7	10	7	8	0	21.875	31.25	21.875	25	47.65625	5
	Indikator 10	1	4	6	10	11	3.125	12.5	18.75	31.25	34.375	57.53125	1
X4	Indikator 11	4	5	8	9	6	12.5	15.625	25	28.125	18.75	43.03125	9
	Indikator 12	0	3	14	11	4	0	9.375	43.75	34.375	12.5	43.40625	8
X5	Indikator 13	5	8	9	6	4	15.625	25	28.125	18.75	12.5	34.1875	13
X7	Indikator 14	1	6	7	10	8	3.125	18.75	21.875	31.25	25	49.8125	4
	Indikator 15	2	3	6	11	10	6.25	9.375	18.75	34.375	31.25	55.84375	2

Sumber : Data Hasil Olahan

Dari Tabel di atas, diperoleh nilai proxy utama indikator yang sangat berpengaruh terhadap perubahan biaya konstruksi yang mewakili variabel tersebut. Indikator tersebut merupakan indikator yang paling berpengaruh terhadap perubahan biaya konstruksi yang tercantum dalam Tabel berikut.

Tabel 4.20 Faktor Pengaruh Terhadap Biaya Dominan Variabel

No	Variabel	Indikator	Nilai
1	X1	pemasangan panel kWh meter untuk setiap beban pada setiap sistem	28.625
2	X2	membayar konsultan perencanaan	37.71875
3	X3	menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)	57.53125
4	X4	menggunakan lux dan motion sensor	43.40625
5	X5	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	34.1875
6	X6	menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)	55.84375

Sumber : Data Hasil Olahan

#### 4.3.1.5 Validasi Pakar

Setelah mendapatkan proxy untuk setiap variabel, kemudian dilakukan validasi data kepada pakar apakah hasil yang diperoleh sudah benar paling memengaruhi biaya apa tidak. Dari hasil validasi pakar ketiga pakar setuju dengan hasil proxy tersebut, namun pada variabel X3 terdapat satu pakar yang kurang setuju dengan indikator 10, karena perubahan biaya terhadap indikator 5 yaitu menggunakan material dengan daya hantar panas kecil lebih signifikan terhadap perubahan biaya. Namun menurut jumlah jawaban pakar terbanyak, maka untuk X3 tetap pada indikator 10, yaitu menggunakan sistem AC dengan COP yang tinggi. Hasil rekapitulasi pakardapat dilihat pada lampiran 2.

#### 4.3.2 Analisa Studi Kasus

##### 4.3.2.1 Pendahuluan

Proyek pembangunan Gedung Jasa Marga ini merupakan kompleks gedung perkantoran yang dikerjakan oleh PT PP Persero Tbk dengan menerapkan

konsep *green building*. Sesuai dengan visi misi perusahaan kontraktor dan didukung pula oleh pemilik gedung yang juga berkomitmen atas pelestarian lingkungan, gedung ini termasuk kategori gedung yang hemat energy. Pada proyek ini terdapat 4 buah gedung yang dikerjakan, yaitu pembangunan gedung baru Kantor Pusat Jasa Marga, Renovasi Kantor Pusat Jasa Marga, Kantor Cabang Jasa Marga, dan Masjid. Untuk studi kasus penelitian ini adalah pembangunan gedung baru Kantor Pusat Jasa Marga dikarenakan bangunan ini merupakan *new building* yang sesuai dengan acuan *greenship v 1.1* pada penelitian ini. Pihak kontraktor menjalankan *Principles of Green / Sustainable Architecture* dengan pengaplikasian :

- *Sustainable site Planning*
- *Energy efficient* dengan tujuan mereduksi penggunaan

#### **Data Umum Proyek**

Nama Proyek	: Pembangunan Kantor Pusat Jasa Marga gerbang tol TMII Utama
Pemberi Tugas	: PT. Jasa Marga (persero), Tbk
Konsultan Perencana	: PT. Bita Enarcon Engineering
Luas Lahan	: 8.741 m <sup>2</sup>
Luas Bangunan Pusat	: 4.879,3 m <sup>2</sup>
Lingkup Pekerjaan	: Struktur, M/E, dan Arsitektur
Finishing Gedung	: GRC Panel, Alumunium composit
Façade Gedung	: Clear glass
Sistem AC	: Split unit - inverter
Sistem Lift	: VVVF

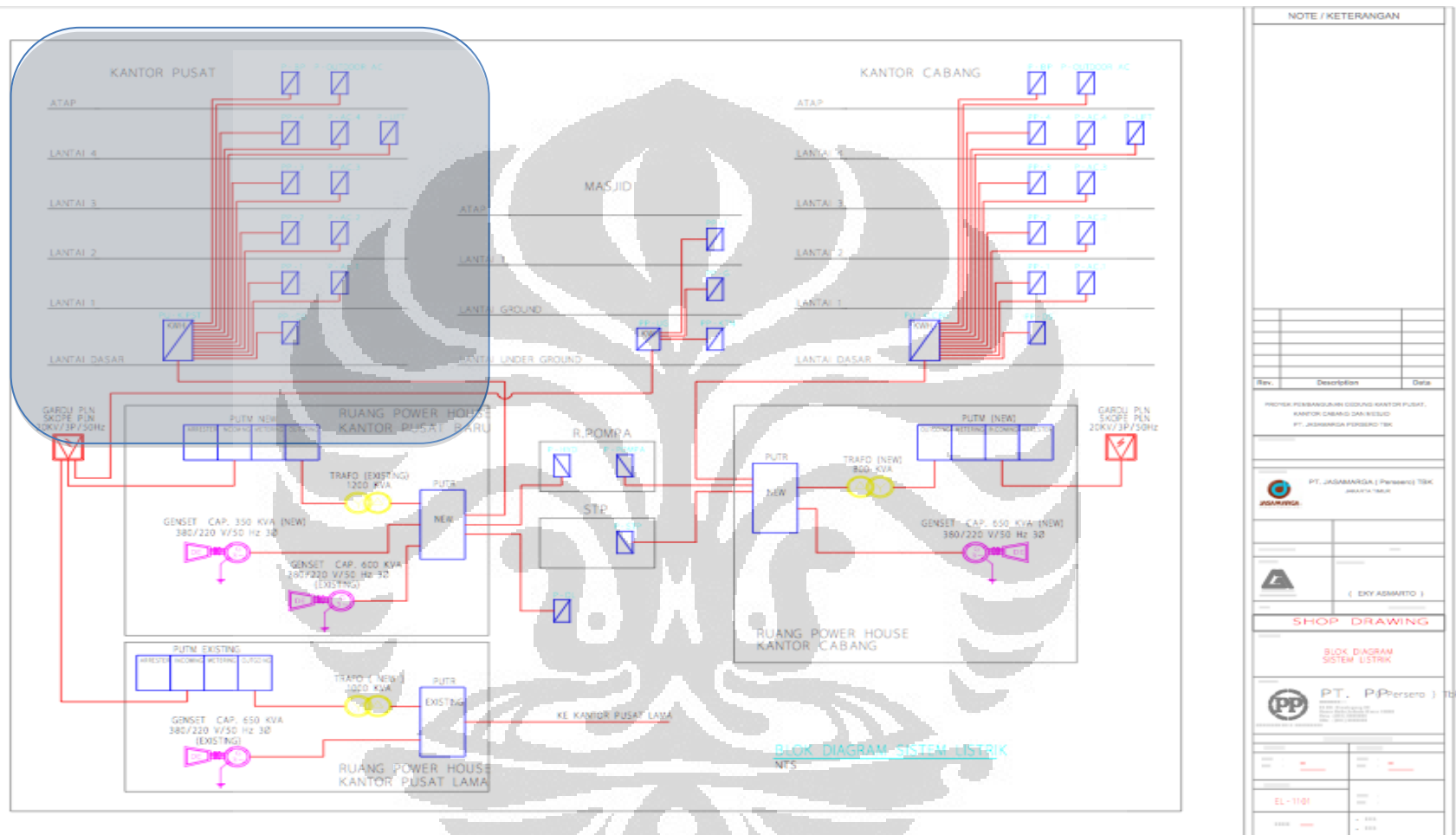
#### 4.3.2.2 Penerapan Konsep Green Building

##### ***Electrical Submetering***

Aspek ini merupakan kriteria wajib EEC untuk mendapatkan point rating *greenship*. Strategi untuk mencapai target pada proyek ini adalah dengan memasang sub-meter untuk system tata udara, tata cahaya, dan plug in lainnya. Hal ini dilakukan agar dapat dilakukan pengawasan secara terpadu dengan tujuan

agar dapat dicapai pengguna energi yang optimal. Adapun tipe pemilihan untuk pemasangan kWh meter adalah dengan memakai 3 (tiga) kWh meter untuk keseluruhan tiap-tiap gedung. Penelitian ini hanya terbatas pada pembangunan gedung baru Kantor Pusat Jasa Marga saja maka perhitungan yang berdasarkan jumlah kWh meter yang digunakan, yaitu 3 buah. Pada gedung konvensional biasanya hanya menggunakan 1 (satu) kWh meter untuk semua sistem pembebanan yang terdapat pada gedung tersebut. Namun desain awal pada gedung ini tidak menampilkan adanya kWh meter yang akan dipakai. Pada Proyek ini terdapat distribusi daya yang dialirkan dari panel-panel yang memang sudah dipisahkan setiap bebannya. Untuk setiap lantainya dialirkan distribusi listrik dengan aliran yang sudah dipisahkan dari *main* panel. Kemudian alat kWh meter ini kemudian diletakkan pada lantai dasar untuk satu gedung. Untuk pemasangan satu set kWh dan instalasinya memerlukan biaya sebesar Rp. 4.235.000. Berikut akan dilampirkan desain gambar untuk system distribusi listrik pada gedung proyek kantor ini. Dengan adanya penambahan kWh meter ini maka prasyarat pertama (P1) untuk gedung ini terpenuhi. Berikut adalah gambar aliran distribusi listrik pada proyek.





Gambar 4.5 Diagram Distribusi Daya

Sumber : Data Hasil Olahan Proyek

### ***OTTV Calculation***

Perhitungan OTTV merupakan salah satu prasyarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan poin pada *greenSHIP*. Perhitungan poin yang diwajibkan menurut *greenSHIP* berdasarkan SNI adalah kurang dari atau sama dengan  $45 \text{ W/m}^2$ , sedangkan dengan modifikasi yang telah disetujui untuk mendapatkan poin *green building*, proyek ini didesain dengan nilai OTTV  $29.4 \text{ W/m}^2$  dari perhitungan baseline sebesar  $84.4 \text{ W/m}^2$ . Kontribusi terbesar OTTV adalah dari bukaan jendela. Perancangan bangunan kemudian diubah dengan memilih arah orientasi bangunan bukaan dengan menentukan arah sudut jendela dan bukaan pada arah dengan intensitas radiasi lebih kecil yaitu pada Arah Utara-Selatan. Selain itu, dilakukan optimalisasi bukaan jendela dengan penggunaan perhitungan WWR (Window To Wall Ratio) sehingga didapatkan bidang transfer radiasi sinar matahari yang jauh lebih kecil. Untuk optimalisasi koefisien transfer panas dari selubung bangunan ialah dengan menambahkan insulasi penahan panas yaitu Aluminium Composit Panel (ACP) pada dinding bangunan. Treatment ini digunakan pada sirip-sirip bangunan yang berhadapan langsung dengan arah datang sinar matahari. Terdapat manfaat lain dari insulasi ini, yaitu berfungsi pula sebagai bidang penahan akustik dari luar ruangan. Nilai OTTV ini berhubungan dengan beberapa variabel misalnya pada variabel X3 yaitu *measurement energy* dan X4 yaitu *natural lighting*. Pada X3 yang berhubungan langsung dengan OTTV adalah sub variabel. Dengan kecilnya nilai OTTV akan berpengaruh terhadap suhu ruangan, sehingga dapat dilakukan optimalisasi pada penggunaan AC. Perhitungan OTTV ini langsung dapat dikerjakan oleh kontraktor. Dengan adanya hasil perhitungan OTTV ini maka prasyarat kedua aspek efisiensi energi ini terpenuhi.

### ***Energy Efficient Measurement***

Pembangunan proyek ini memiliki target rating GOLD, dimana perhitungan energy harus dilakukan dengan menggunakan worksheet yang telah ada dari GBCI. Perhitungan ini dilakukan langsung oleh kontraktor. Dimana perhitungan hemat energy yang ditawarkan adalah dari perhitungan baseline. Pada perhitungan baseline, gedung ini didesain dengan konsumsi energy sebesar 178

kWh/year/m<sup>2</sup>. Untuk mencapai gedung yang hemat energy, gedung ini kemudian di desain ulang dengan *green concept* yang kemudian menghasilkan konsumsi energy rencana 125/kWh/year/m<sup>2</sup>. Dengan formula perhitungan, gedung ini mencapai perhitungan konsumsi energi 30%. Pencapaian nilai itu dilakukan dengan strategi yaitu :

- a. Menurunkan nilai OTTV dengan menggunakan selubung bangunan yang daya hantarnya kecil. Baseline gedung ini awalnya hanya menggunakan bahan bata biasa, kemudian dilakukan treatment dengan menggunakan facade yang dapat menyerap panas dengan baik dan mengedapkan suara. Selain itu digunakan sunshading yang berfungsi untuk menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam bangunan. Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya pada perhitungan OTTV, proyek ini melakukan traemen pada selubung bangunan dengan menggunakan ACP. Adapun bagian yang menjadi penambahan biaya adalah adanya penambahan sirip pada bangunan yang menggunakan material tersebut. Luas untuk satu bagian sirip adalah ±49.2m<sup>2</sup>. Harga satuan ACP adalah Rp 600.905/m<sup>2</sup>.Maka dengan menambahkan item tersebut, gedung ini menambah investasi sebesar Rp. 443.467.890. Selain itu adanya penambambahan *sunsahing* juga menjadi salah satu sumber penambahan biaya. Penambahan *shading* ini dilakukan pada sisi depan, samping dan belakang gedung. Setiap sunshading yang digunakan dihitung berdasarkan luasannya, untuk harga shading yaitu Rp. 1.053.133/ m<sup>2</sup>. Data harga ini didapatkan dari referensi perhitungan proyek sebelumnya. Luasan bangunan yang menggunakan *sunshading* dapat dilihat dari gambar di bawah ini.



Sumber : Data proyek

Depan :  $\pm 100.45\text{m}^2$

Belakang :  $\pm 24.61 \text{m}^2$

Sampling :  $\pm 211.8\text{m}^2$

Maka diperoleh hasil perhitungan untuk penambahan shading yaitu sebesar Rp. 423.264.684

- b. Merancang system tata udara seefisien mungkin dengan tambahan biaya seminimal mungkin. System tata udara yang dilakukan pada proyek ini

adalah dengan menggunakan *system split inverter* dimana pemilihan sistem ini sudah sama dengan rencana baselinenya. Pada area ruang direksi, rapat, dan ruang kerja menggunakan AC single split. Dengan menggunakan sistem dan jadwal pengoperasian AC dapat mencapai hemat energi sebesar  $\pm 44.29\%$  dari baseline. Nilai COP pada proyek ini adalah 3.5 dengan nilai kW/TR yaitu 1. Jadi tidak terdapat penambahan biaya pada penerapan sistem AC ini.

- c. Merancang sistem pencahayaan buatan dengan memanfaatkan cahaya natural dan penggunaan ballast elektronik dan lampu hemat energi (T5). Berdasarkan SNI (03-6197-200) yang didalamnya membahas mengenai intensitas cahaya, watt yang diizinkan, dan temperatur warna yaitu masing-masing 300 lux, 15 watt dan *cool white* 3300K-5300K, maka pemilihan T5 sudah memenuhi syarat yaitu 300 lux, 14 watt dan *cool white*. Kemudian pemakaian ballast digunakan untuk menstabilkan arus pada lampu sehingga dapat mengontrol daya lampu. Dengan menggunakan pergantian sistem lighting ini didapatkan penghematan konsumsi energi dari baseline sebesar  $\pm 32.75\%$ . Gedung baseline awalnya direncanakan dengan menggunakan lampu T8 dengan ballast biasa. Terdapat perbedaan harga dan spesifikasi pemilihan untuk lampu T8 dan T5. Proyek ini menggunakan jenis lampu merk philips dengan jenis TBS299 4xTL5-14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W. Perbandingan harga dan spesifikasi untuk jenis lampu T8 yang disubsitusi dengan T5 terdapat pada lampiran 3. Dimana melalui perhitungan perbedaan biaya terhadap jenis dan jumlah lampu yang terpasang didapatkan hasil perhitungan kenaikan harga menjadi Rp. 636.841.791
- d. Sistem vertikal transportasi digunakan dengan menggunakan sistem *roomless* yang dirancang sehingga tidak diperlukan lagi ruangan khusus (*machine room*) untuk melekatkan motor dan relay, dimana motor diletakkan pada bagian overhead lift. Proyek ini tidak menggunakan sensor pada lift. Jenis lift yang digunakan sama dengan desain awal sehingga tidak adanya perubahan biaya pada item ini.

Berdasarkan perhitungan konsumsi energy terhadap konsumsi total keseluruhan gedung, berikut dapat dilihat pada Tabel :

Tabel 4.21 Konsumsi Energi Bangunan

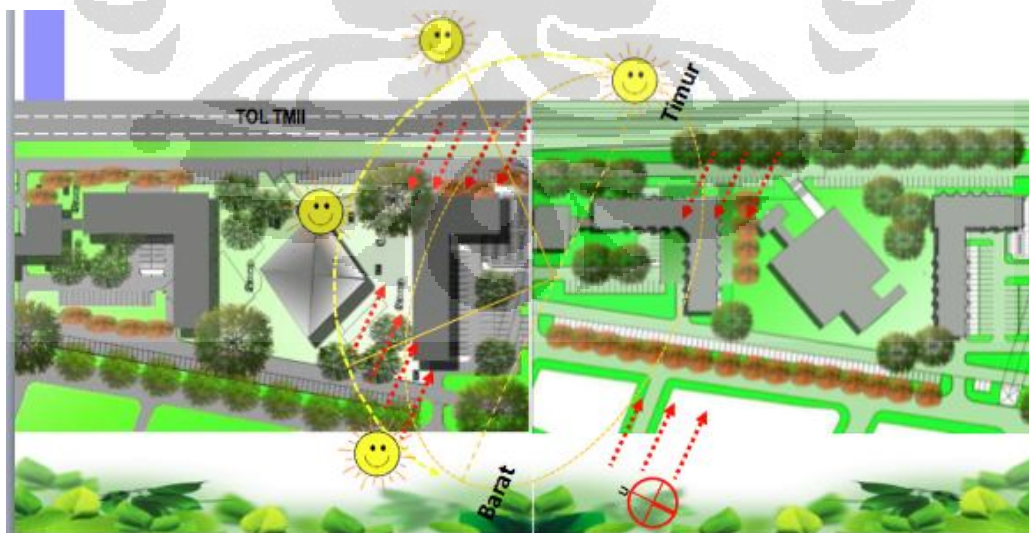
No	Description	Baseline	Designed
1	Energy Consumption for Chiller system	37.6%	29.9%
2	Energy Consumption for AHU	0.0%	0.0%
3	Energy Consumption for Lighting	15.6%	15.0%
4	Energy Consumption for Plug	12.6%	14.8%
5	Energy Consumption for Lift	12.0%	14.9%
6	Energy Consumption for Other (Pump & STP)	17.2%	19.6%
7	Energy Consumption for MV Fan	5.1%	5.8%

Sumber : Data Hasil Olahan Proyek

Berdasarkan hasil perhitungan dari baseline dengan desain *green* di dapatkan nilai untuk total penghematan energi yaitu sebesar 30 % dari baseline, sehingga untuk variabel ini, gedung ini memperoleh point sebesar 10 %. Dimana sesuai dengan perhitungan berdasarkan *greenship* v1.0 untuk setiap penurunan sebesar 2% dari gedung *baseline* mendapatkan 1 point dengan perhitungan penghematan dilakukan setelah penurunan energy sebesar 10% dari gedung *baseline*.

### ***Natural Lighting***

Strategi yang dilakukan proyek ini adalah dengan memanfaatkan orientasi bukaan timur dan barat. Cahaya alami datang dari sisi timur dan barat dari gedung dimana pada sisi tersebut memiliki bidang kaca yang luas.



Gambar 4. 7 Desain Perubahan Arah Bukaan

Sumber : Powerpoint Green Building Concept



Dengan adanya penggunaan cahaya alami dengan intensitas cahaya alami minimum 300 lux pada minimum dari luas lantai kerja, maka untuk sub variabel ini mendapatkan point 2. Berdasarkan cahaya matahari yang sangat kuat berasal dari arah timur dan barat, maka dilakukan perubahan desain untuk menjaga kenyamanan ruangan dan pemanfaatan cahaya matahari sebagai penerangan. Pemanfaat sinar matahari bangunan ini dapat dilihat dari perbedaan desain pada gambar berikut :



Gambar 4.8 Optimalisasi Bukaan Jendela

Sumber : Powerpoint Green Building Concept

Proyek gedung ini kemudian dilengkapi dengan sensor. Sensor ini memiliki fungsi ganda, lux dan motion. Biasanya penggunaan lux sensor ini diaktifkan pada zona ruangan kerja, sedangkan motion sensor dipakai pada zona koridor dan toilet. Untuk lux sensor digunakan dengan cara zoning, dimana untuk satu sensor diaplikasikan untuk satu zona (1 ruang kantor). Sedangkan untuk motion sensor digunakan pada setiap toilet. Sistem *lux sensor* ini pun bekerja dengan menggunakan *timer*, dimana sensor tidak akan memerintahkan lampu untuk menyala jika jam kerja kantor telah selesai. Penambahan biaya yang terjadi cukup signifikan yaitu untuk setiap unit sistem sensor harga satuannya adalah sebesar Rp. 1.724.800. penggunaan sensor untuk 1 ruangan menggunakan 1 buah lux sensor, sehingga jika diakumulasikan terdapat 48 set lux sensor yang terpasang pada area gedung ini. Sedangkan untuk toilet terdapat 4 buah unit tiap lantainya, sehingga total motion sensor yang terpasang adalah 12 set. Gambar untuk alokasi sensor dapat dilihat pada lampiran 4. Adanya sensor ini maka terdapat penambahan poin sebanyak 2. Sehingga total pencapaian point untuk variabel ini adalah 4 point.

### ***Ventilation***

Strategi untuk pencapaian target ini dilakukan dengan tidak menggunakan AC pada daerah lobi lift, tangga, koridor, dan toilet. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, untuk sirkulasi udara dilakukan dengan menggunakan *fan exhaust*. Jenis dan banyaknya *fan exhaust* ini berhubungan dengan kenyamanan dari sistem tata udara pada area pengkondisian tersebut. Pada bangunan baseline sudah dikondisikan demikian. Namun untuk sirkulasi udara dengan menggunakan *fan exhaust* belum diterapkan pada desain awal. Sehingga perlu adanya ditambahkan elemen tersebut agar tercapai kenyamanan udara sesuai dengan SNI03-6572-2001. Untuk variabel ini tidak mengalami perubahan biaya. Untuk pencapaian point secara otomatis gedung ini mendapatkan point 1.



### ***Renewable Energy***

Proyek ini di desain tidak menggunakan energy terbarukan. Dikarenakan investasi yang sangat besar, sehingga pada variabel ini tidak dicapai tujuan target untuk mendapatkan poin.

Dari hasil studi kasus yang diterapkan pada proyek Jasa Marga, didapatkan perhitungan perbedaan hasil perolehan biaya konstruksi awal (konvensional) dengan biaya konstruksi *green*. Hasil untuk penambahan biaya dapat dilihat sebagai berikut :

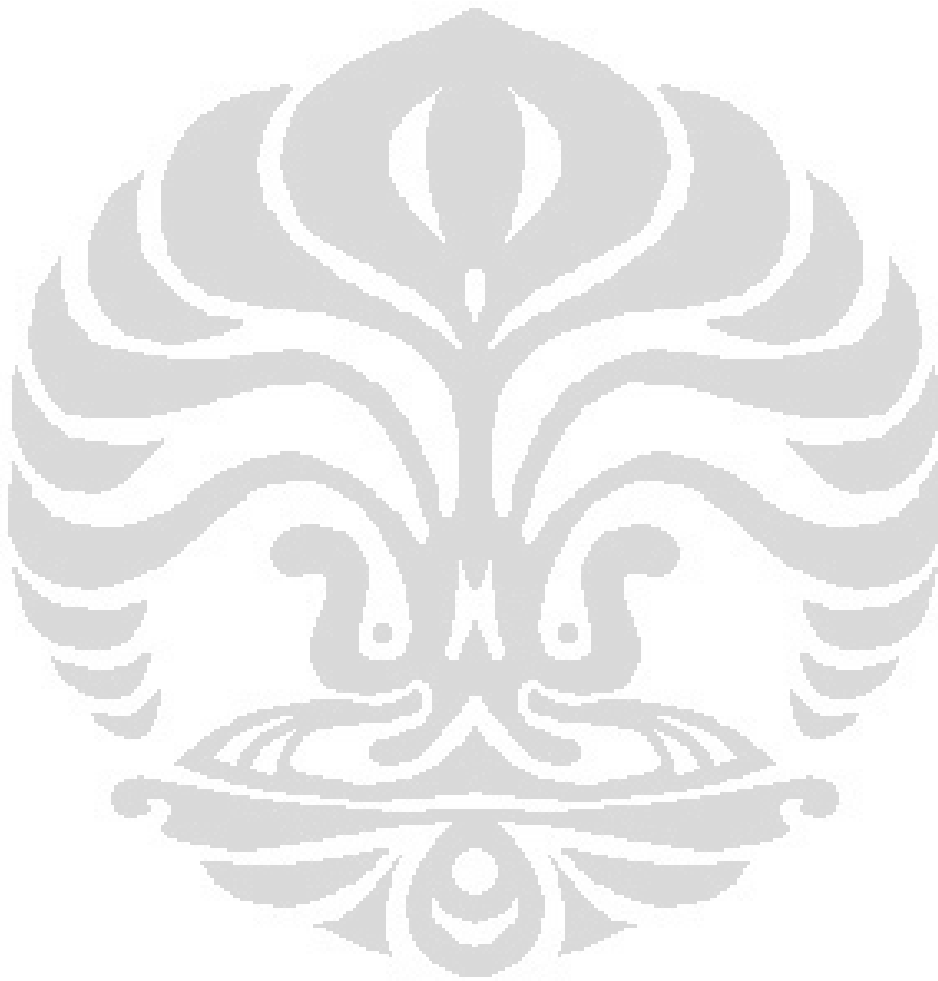
**Tabel 4.22 Hasil Perubahan Biaya Proyek**

Variabel	Indikator	Item	Total Biaya		Target Point	
			Green	Non Green	G	NG
X1. Electrical Submetering	penambahan KwhMeter	3 uni t kWh meter	12,705,000	-	P1	-
X2. OTTV Calculation	membayar konsultan	-	-	-	P2	-
x3. energy measurement	worksheet	-	-		10	-
	building envelope	sunshading	423,264,684	-		
		penggunaan ACP	443,467,890	-		
	penggunaan lampu t5+ ballast	t5 dan ballast	636,841,791	360,488,796		
	sensor	motion sensor	20,697,600			
X4. Natural Lighting	sensor	lux sensor	82,790,400		4	2
X5. Ventilation	fan	Pengkondisa n non AC	-	-	1	1
X6. On Site Renewable Energy		-	-	-		-
TOTAL			1,619,767,365	360,488,796	15	3
		DEVIASI	1,259,278,569			
		Nilai Kontrak	38,859,884,343			
		Prosentase	3.24%			

Sumber : Data Hasil Olahan

#### 4.4 Kesimpulan

Hasil pengumpulan data yang dilakukan dengan validasi pakar dan respon responden, kemudian divalidasi dengan menggunakan SPSS dan diolah dengan menggunakan metode AHP yang kemudian hasilnya dikomentari dan disetujui oleh pakar. Metode AHP ini kemudian memberikan hasil proxy yang kemudian akan menjadi referensi pada objek studi kasus yaitu Jasa Marga dengan penambahan biaya 3.24 %.



## BAB 5 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas hasil temuan yang didapatkan selama penelitian berlangsung. Bab ini akan membahas mengenai temuan hasil kusioner yang didapatkan sehingga diperoleh variabel dominan, kemudian hasil temuan kedua akan membahas mengenai bahasan analisa studi kasus yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan analisa dari data responden.

### 5.2 Temuan 1

Berdasarkan *greenship* v1.0, variabel utama *dibreakdown* menjadibeberapa inidikator yang biasanya diaplikasikan pada proyek. Dimana untuk aspek efisiensi energy terdapat 7 buah variabel. Seluruh indikator didapatkan dari beberapa sumber yang kemudian divalidasikan kepada pakar. Hasil yang diperoleh dari validasi pakar yaitu menjadi 6 buah variabel dengan 15 indikator, dimana untuk variabel X6 yaitu menyerahkan hasil perhitngan CO2 dipercaya tidak berpengaruh terhadap biaya konstruksi. Kemudian variable validasi pakar disebarkan kepada responden dengan berbagai respon mengenai masing-masing indikator tersebut terhadap pengaruhnya pada biaya konstruksi. Setelah itu, hasil respondenn diolah dengan menggunakan metode AHP untuk memeperoleh indikator dominan yang menjadi proxy (perwakilan dari setiap variabel) yang kemudian divalidasi kembali kepada pakar. Dari alur tersebut kemudian diperolehlah hasil variabel dengan indikator yang sangat berpengaruh terhadap kinerja biaya, yaitu :

- a. Pemasangan kWh meter pada setiap system tata udara, tata cahaya dan beban lainnya (X1)
- b. Melakukan perhitungan OTTV (X2)
- c. menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)(X3)
- d. menggunakan *lux* dan *motion sensor* (X4)
- e. penggunaan *louver* sebagai sirkulasi udara dari luar (X5)
- f. menggunakan *Photovoltanic system on grid* (tenaga surya) (X7)

### 5.3 Temuan 2

Berdasarkan hasil studi kasus pada Tabel 4.22 yang telah diperoleh, dapat dilihat bahwa tidak semua variabel yang menyebabkan kenaikan biaya. Dalam proyek Jasa Marga tersebut perubahan biaya terjadi pada X1, X3 dan X4. Terjadi penambahan biaya sebesar Rp. 12.705.000 untuk menambahkan kWh meter berjumlah 3 set untuk satu gedung yang masing-masing digunakan pada beban cahaya, kondisi udara dan beban listrik lainnya. Pada X2 tidak terjadi penambahan biaya dikarenakan PT. PP sendiri memiliki SDM yang dapat menghitung nilai OTTV yaitu seorang GP proyek. Penambahan biaya kembali terjadi pada X3 yaitu sebesar Rp. 276.352.995 untuk pemakaian jenis lampu T5+ballast elektronik, Rp. 423.264.684 untuk pemakaian *sunshading*, Rp. 443.467.890 untuk penambahan material ACP pada sirip gedung dan Rp. 20.697.600 pada pemakaian *motion sensor*. Penambahan biaya untuk X4 terjadi dengan adanya pemakaian *motion sensor* dengan total biaya Rp. 82.790.400. Pada X5 tidak terjadi penambahan biaya dikarenakan AC sudah tidak dikondisikan pada area lobi, koridor, dan tangga. Selain itu proyek ini juga tidak menggunakan energy terbarukan yang ada pada X6 sehingga tidak terjadi perubahan biaya konstruksi.

### 5.4 Pembahasan

Untuk X1 yaitu variabel *sub-metering* diperoleh berdasarkan indikator dan proxy bahwa dengan menggunakan 3 buah kWh meter akan menambah biaya. Hal ini terbukti bahwa di lapangan tidak menggunakan kWh meter, sehingga dengan desain *green* kWh meter ditambahkan sesuai dengan fungsi masing-masing yaitu cahaya, udara dan beban lainnya yaitu 3 buah untuk penggunaan satu gedung. Pada gedung konvensional adanya kWh meter biasanya hanya menggunakan 1 saja, namun untuk *green* harus menggunakan untuk setiap pengelompokkan jenis beban.

Pada variabel X2 yaitu perhitungan OTTV berdasarkan indikator yang ada bahwa dengan membayar konsultan untuk menghitung OTTV akan menambah biaya. Perhitungan OTTV merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam perancangan gedung sesuai SNI 03-6389-2000 yaitu  $\leq 45 \text{ W/m}^2$ . Perhitungan poin

setelah dimodifikasi kemudian disetujui untuk mendapatkan poin *green building*, didesain dengan nilai OTTV  $29.4\text{W/m}^2$  dari perhitungan baseline sebesar  $84.4\text{W/m}^2$ . Nilai OTTV akan berdampak langsung pada system udara yang ada dalam area gedung. Nilai OTTV dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan yang meliputi kombinasi maksimum koefisien peneduh fenestrasi (SC), transmitansi panas dinding dan kaca (U), dan nilai absorptansi radiasi matahari ( $\alpha$ ). Penurunan nilai OTTV dapat dilakukan dengan memberikan treatment terhadap desain untuk bukan jendela dan material penyusun selubung bangunan. Besarnya nilai OTTV ini sangat berhubungan langsung dengan variabel X3 yaitu pada sub variabel *building enveloped* dan X4 yaitu *natural lighting*. Misalnya pada bangunan studi kasus menggunakan ACP (Alumunium Composite Panel) pada selubung bangunannya. Untuk perhitungan dari koefisien peneduh proyek ini menggunakan *sunshading* yang digunakan pada area kaca terbuka. *Sunshading* digunakan guna melindungi sinar radiasi matahari langsung yang masuk kedalam gedung. Hal-hal treatment yang dilakukan ini akan sangat berpengaruh terhadap kinerja pendingin ruangan dimana semakin kecil nilai OTTV maka semakin kecil pula konsumsi energi pendingin. Selain itu terdapat fungsi ganda, selubung bangunan ini juga dapat berfungsi sebagai peredam suara. Untuk beberapa kontraktor sudah memiliki sumberdaya ahli dalam perhitungan OTTV sehingga tidak diperukan tambahan biaya untuk perhitungannya Hal ini tidak berlaku pada gedung Jasa Marga dikarenakan OTTV langsung dapat dikerjakan sendiri oleh GP dari PT. PP sehingga tidak ada penambahan biaya.

Hal tidak sesuai dengan hasil AHP terdapat pada factor X3 dimana indikator menyatakan bahwa dengan menggunakan sistem AC dengan COP tinggi akan berpengaruh sangat besar pada biaya kontruksi karena semakin tinggi nilai COP dari AC maka biaya yang diinvestasikan semakin besar. Besarnya biaya yang dibutuhkan sesuai dengan perangkat sistem AC yang digunakan misalnya untuk AC inferter lebih mahal dari pada AC *split* biasa. Namun dikarenakan sistem AC pada studi kasus baseline sudah green yaitu menggunakan sistem AC inferter dengan COP 3.5 sehingga tidak terdapat perbedaan biaya lagi. Namun pada variabel ini yang sangat berpengaruh paling besar pada proyek adalah menggunakan lampu hemat energi T5 dan ballast elektornik. Adanya penambahan

item lampu dengan dilengkapi ballast elektronik sangat membantu dalam menstabilkan arus pada lampu sehingga lampu lebih tahan lama.

Untuk variabel X4, pemanfaatan cahaya alami digunakan agar penggunaan lampu dapat efisien maka penggunaan lux sensor juga menjadi pilihan yang tepat. Apabila cahaya dari luar sudah mencapai 300 lux maka lampu akan otomatis padam. Hal ini juga dilakukan pada ruangan toilet yang menggunakan motion sensor. Lampu akan menyala jika ada orang masuk ke dalam toilet, dan akan padam ketika tidak ada orang di dalamnya.

Pada variabel X5, yaitu tidak mengkondisikan AC untuk beberapa area ruangan seperti toilet, koridor, tangga dan loby lift tidak dilakukan pengkondisian AC. Hal ini dilakukan guna menekan jumlah konsumsi energi pendingin ruangan. Selain itu area ini bukanlah area tetap manusia, dimana hanya menjadi jalur lalu lalang, sehingga tidak diperlukan AC. Untuk membuat ruangan nyaman maka, digunakan *exhaust fan* guna terjadinya sistem alir sirkulasi udara yang baik berdasarkan SNI (03-6572-2001).

Untuk energi terbarukan yaitu variabel X7, proyek ini tidak mengaplikasikan variabel tersebut. Hal ini dikarenakan dana investasi yang sangat besar sehingga mencukupi adanya teknologi energi terbarukan.

Pembangunan *green building* ini memerlukan penambahan investasi untuk tahap awal namun pada akhirnya akan mencapai titik balik impas dikarenakan biaya operasional yang lebih kecil. Hal ini didapatkan dari *saving energy* yang oleh konsumsi energi listrik lebih kecil dari pada desain awal gedung. Saving ini didapatkan dari desain OTTV *green* lebih kecil dan pemakaian jenis lampu hemat energi yang digunakan yaitu T5. Nilai OTTV akan sangat berpengaruh kepada kinerja AC yang merupakan pengonsumsi listrik paling besar.

Penelitian ini merupakan penelitian gabungan (*join research*) yang meliputi berbagai aspek yang terdapat pada *green ship v1.0* yaitu *Appropriate Site Development (ASD)*, *Energy Efficiency and Conservation (EEC)*, *Water Cycling (WAC)*, *Material Resources and Cycle (MRC)*, *Indoor Health and Comfort (IHC)* dan *Building Environmental Management (BEM)* yang nantinya akan menjadi keseluruhan dari kriteria *green building*. Adapun hasil dari keseluruhan penambahan biaya yang diakibatkan oleh penerapan aspek *green building* ini

paling besar diperoleh dari aspek *Energy Efficiency and Conservation (EEC)* yaitu sebesar 3.24%. Sedangkan untuk aspek *Material Resources and Cycle (MRC)* sama sekali tidak menambah biaya dikarenakan bahan yang digunakan sudah mengikuti kaidah *green* pada tahap desain. Adapun hasil keseluruhan yang didapatkan dari studi kasus pengaruh biaya ini dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 5.1 Total Deviasi *Green Building*

No	Aspek	% Penambahan
1	<i>Appropriate Site Development</i>	1,68%
2	<i>Energy Efficiency &amp; Conservation</i>	3,24%
3	<i>Water Conservation</i>	1,75%
4	<i>Material Resources &amp; Cycle</i>	0,0%
5	<i>Indoor Health &amp; Comfort</i>	0,01%
6	<i>Building Enviroment Management</i>	0,51%
	Total	7,19%

Sumber: Olahan Sendiri

## 5.5 Pembuktian Hipotesa

Dari hasil temuan pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa hipotesa dari penelitian ini aspek efisiensi energi dan konservasi merupakan aspek yang mempengaruhi perubahan biaya terbukti. Dengan perubahan biaya akibat penerapan aspek ini yaitu sebesar Rp. 1.259.278.569 dengan prosentase perubahan terhadap nilai konstruksi 3.24 % yaitu pada prasyarat 1, EEC 1 dan EEC 2.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini maka didapatkan hasil :

- a. Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi pembangunan *green building*, dimana faktor dominan yang mempengaruhi :
  - a) Pemasangan kWh meter pada setiap system tata udara, tata cahaya dan beban lainnya (X1)
  - b) Melakukan perhitungan OTTV (X2)
  - c) menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)(X3)
  - d) menggunakan *lux* dan *motion sensor* (X4)
  - e) penggunaan *louver* sebagai sirkulasi udara dari luar (X5)
  - f) menggunakan *Photovoltaic system on grid* (tenaga surya) (X7)
- b. Berdasarkan hasil studi kasus yang dilakukan pada proyek Jasa Marga didapatkan penambahan biaya sebesar Rp. 1.259.278.569 dengan prosentase 3.24 % dari biaya konstruksi konvensional.

#### **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

- a. Melakukan studi kasus pada beberapa proyek *green building*(lebih dari 1 proyek) dengan target *rating* yang sama, agar dapat dilakukan perbandingan yang sesuai.
- b. Penelitian ini dapat diteruskan dengan menghitung penghematan biaya yang mungkin diperoleh dari penerapan aspek EEC ini pada masa operasional dan *maintanance*.



## DAFTAR ACUAN

- [1] Badan Pusat Statistik. Berita Resmi Statistik. 2011
- [2] Green Building Council Indonesia, *The Definition in Creating Green Offic.*(Jakarta : 2010). hal 1
- [3] “Efisiensi Energi Gedung Diaudit”, *kompas.com*, 24 Maret 2011, diakses desember 2011  
*www.kompas.com*
- [4] “Pemanasan Global dan Penyebabnya”.diakses desember 2011  
<http://mediaanakindonesia.wordpress.com/2011/05/16/pemanasan-global-dan-penyebabnya/>
- [5] Diana Urge-Vorsatz, Aleksandra Novikova, Sonja Koppel, dan Benigna Boza-kiss. *Bottom-up Assessment of Potentials and Costs of CO2 Emission Mitigation in the Buildings Sector: Insights Into the Missing Elements*. Energy Efficiency 2,page : 293.Spriger:2009.
- [6] “Efek Rumah kaca dan Pengertiannya”.*ridwanaz.com*,diakses 7 desember 2011.  
<Http://www.ridwanaz.com/teknologi/efekrumahkacadanpengertiannya>
- [7] Richard S.J. Tol. *The Economic Effects of Climate Change*. Journal of Economic Perspectives Vo., 23. Page 29. Spring.2009
- [8] *Greenship*, Green Building Council Indonesia.Jakarta.2010
- [9] “Cuma Pengembang Ecek-ecek Risaukan Biaya *Green Building*”, *kompas.com*, 6 Maret 2011, diakses Desember 2011  
*www.kompas.com*
- [10] Suratman,personal communication, December 2011
- [11] Erin Hupp. *Refining Green Buildin Regulation and Funding Green Buildings in Order to Achieve Greenhouse gas Reduction*.The Urban Lawyer 42.3.Summer 2010.
- [12] Ritu Sinha.*Green Building : A Step Towards Sustainable Architecture*.The IUP Journal of Infrastructure Vol VII No 2.2009
- [13] Kim LaScola N, Nuri M G, Brett R, Robert R, Melissa B. *A Research Protocol For Analyzing Green Building Construction*.Pittsburgh,USA.
- [14] Kamus Besar Bahasa Indonesia Online.2011

www.kamusbahasaindonesia.org

- [15] Wartawarga Gunadarma. *Pengertian Bangunan Gedung*. 2009. Diakses Desember 2011  
<http://wartawarga.gunadarma.ac.id>
- [16] Muhammad Riaz Akbar, Prof. Neil Hewitt, Prof George Heaney, Dr. Lay-Cheng Lim. *Application of The UK Code For Sustainable Homes on Multi-Storey High Density Developments*. 2010
- [17] Sam C M Hui. *Sustainable Architecture*. 2002. diakses desember 2011.  
<http://www.arch.hku.hk/research/beer/sustain.htm>
- [18] Redaksi Butaru. *Green Building A Sustainable Consept for Construction Development in Indonesia*. 2010
- [19] Geeridhari Pattle, Vaidehi A. Dakwale dan R. V. Ralegaonkar. *Design of Green Building: A Case Study for Composite Climate*. International Journal of Engineering Research And Application: 388-393. 2011
- [20] “Standarisasi Green Building Perlu Dipercepat”, Majalah Techno Konstruksi, November 2011. Hal 12
- [21] Majalah Techno Konstruksi, September 2011
- [22] M. Latief. *Indonesia Harus Adopsi Standar Green Building Internasional*. Kompas.com, 9 september 2011 diakses desember 2011  
[www.properti.kompas.com](http://www.properti.kompas.com)
- [23] Evan Mills. *Building Commissioning :A Golden Opportunity For Reducing Energy Cost and Green House gas Emissions in The United States*. Energy Efficiency Vol 4 : 145-173. Springerlink. 2011
- [24] Jessica, Mary Ann, Girish Ghatikar. *Building Energy Information System : User Case Study*. Energy Efficiency Vol 4:17-30. Springerlink. 2011
- [25] F. Binarti, AD Istiadji. *Pengembangan Standar Material Untuk Selubung Bangunan Dalam Rangka Konservasi Energi Bangunan*. Prosiding PPI Standarisasi. Yogyakarta. 2011
- [26] Giuliano Dall’O’, Alessandro Speccher, and Elisa Bruni. *The Green Energy Audit, a New Porcedure for The Sustainable Auditing of Existing Buildings Integrated With The LEED Protocols*. Sustainable Cities and Society 3. Page 55. Science Direct. 2012

- [27] Dayoon Kim. *Optimizing Cost Effective Energy Conservation Measures For Building Envelope*. ProQuest Science Journal. Vol107. No3. Page:80.2010
- [28] Mansour Nikpour, Mohd Zin Kandar, Moh Ghomeshi, Nima Moeinzadeh, Mohsen Ghasemi. *Investigating the Effectiveness of Self-Shading Strategy on Overall Thermal Transfer Value and Window Siza in High Rise Buildings*. International Journal of Civil and Environmental Engineering Vol 3:2. 2011
- [29] Jatuwat Varodompun, Mojtaba Navvab. *HVAC Ventilation Strategies: The Contribution for Thermal Comfort, Energy Efficiency, and Indoor Air Quality*. Journal of Green Building: Spring 2007, Vol. 2, No. 2, pp. 131-150.
- [30] Anna Bogdan dan Marta Chludzinska. *Assessment of Thermal Comfort Using Personalized Ventilation*. HVA C&R Research Vol 16, No 4. Juli : 2010
- [31] Pedoman Energi Listrik : Pencahayaannya. [http://www.energyefficiencyasia.org/docs/ee\\_modules/indo/Chapter%20-%20Lighting%20\(Bahasa%20Indonesia\).pdf](http://www.energyefficiencyasia.org/docs/ee_modules/indo/Chapter%20-%20Lighting%20(Bahasa%20Indonesia).pdf)
- [32] Abdul Mannan. "Faktor Kenyamanan dalam Perancangan Bangunan (Kenyamanan Suhu-Termal pada Bangunan)", Jurnal Ichsan Gorontalo Volume 2. No1 Februari-April 2007
- [33] Nan Zhou, Michael Meneil, dan Mark Levine. *Assessment of Building Energy-saving Policies and Programs in China During the 11<sup>th</sup> Five-Year Plan*. Energy Efficiency 5. Page63. Springer.2011
- [34] L. D. Danny Harvey. *Reducing Energy Use In The Building Sector : Measures, Costs, and Examples*. Energy Efficiency Vol 2 : 139. Springerlink.2011
- [35] Peter St Clair and Richard Hyde. *Towards a New Model For Climate Responsive Design At The University of The Sunshine Coast Chancellery*. Journal of Green Building Paper, June, 2009.
- [36] "Simulation Report, Dahana, Subang". PT DAHANA, Subang, hal 48
- [35] Daily Journal of Commerce. *Researchers from National Renewable Energy Laboratory Review Green Building Technologi*. The Dolan Company. Portland:2004.
- [37] J.A Clarke, C.M. Johnstone, J.M. Kin dan P.G Touhy. *Energy, Carbon and Cost Performance of Building Stocks: Upgrade Analysis*, Energy

*Labelling and National Policy Development. Advance in Building Energy Research Vol.3 Page: 1.2009.*  
[www.earthscanjournals.com](http://www.earthscanjournals.com)

- [38] Vaidehi A. Dakwale, Rahul V. Ralegaonkar, Sachin Mandavgane. Improving Environmental Performance of Building Through Increased Energy Efficiency : A Review.Sustainable Cities and Society Vol 1. Page:212. Science Direct. 2011
- [39] A. Dimoudi, C. Tompa.Energy and Enviromental Indicators Related To Construction of Office Buildings.Resource,Conservation and Recycling Vol 53. Page :95.Science Direct. 2008
- [40] A guide to the project management body of knoledge (PMBOK GUIDE) fourth edition, 2008, hal 165
- [41] Daniel Castro-lacouture and Kathy O Roper.”Renewable Energy in US Federal Buildings”.ProQuest Science Journal,2009.
- [42] Asiyanto.Construction Project Cost Management.Jakarta: Pradnya Paramitha, 2010.
- [43] A guide to the project management body of knoledge (PMBOK GUIDE) fourth edition, 2008, hal 174
- [44] Peter Kurnia Wijaya, Joice Eriana. “Analisa Penyebab Utama Change Order pada Proyek Konstruksi Gedung T”. Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Petra,Surabaya,2004
- [45] K Robert Yin. . Studi Kasus Desain & Metode.Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2002. hal.8
- [46] Prasad Vaidya, Lara Greden, David Eijadi, Tom McDougall, dan Ray Cole. Integrated Cost-Estimation Methodology to Support High-performance Building Design.Energy Efficiency 2.Springer. 2008
- [47] Suratman. “Pengaruh penerapan green construction terhadap kinerja biaya proyek di lingkungan PT PP (persero),Tbk”.Thesis, Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia,Depok.2010.
- [48] Metode Delphi, <http://www.scribd.com/doc/50840560/Metode-Delphi>
- [49] Bayu Adikusumo. Pengaruh Penerapan Konsep Green Construction Pada Bangunan Gedung Terhadap Penambahan Biaya Pada Pelaksanaan Proyek.Thesis, Program Sarhana Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia,Depok.2010

## DAFTAR REFERENSI

- Adikusumo, Bayu. *Pengaruh Penerapan Konsep Green Construction Pada Bangunan Gedung Terhadap Penambahan Biaya Pada Pelaksanaan Proyek*. Thesis, Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia, Depok. 2010. *Cuma Pengembang Ecek-ecek Risaukan Biaya Green Building*. kompas.com, 6 Maret 2011
- Daily Journal of Commerce. *Researchers from National Renewable Energy Laboratory Review Green Building Technology*. The Dolan Company. Portland: 2004.
- Efisiensi Energi Gedung Diaudit*. kompas.com, 24 Maret 2011
- A guide to the project management body of knowledge (PMBOK GUIDE)*
- Asiyanto. *Construction Project Cost Management*. Jakarta: Pradnya Paramitha, 2010.
- Badan Pusat Statistik. *Berita Resmi Statistik*. 2011
- Bogdan, Anna dan Marta Chludzinska. *Assessment of Thermal Comfort Using Personalized Ventilation*. HVA C&R Research Vol 16, No 4. Juli : 2010
- Castro-lacouture, Danieel and Kathy O Roper. "Renewable Energy in US Federal Buildings". ProQuest Science Journal, 2009.
- Clair, Peter St and Richard Hyde. *Towards a New Model For Climate Responsive Design At The University of The Sunshine Coast Chancellery*. Journal of Green Building Paper, June, 2009.
- Clarke, J.A; C.M. Johnstone, J.M. Kin dan P.G Touhy. *Energy, Carbon and Cost Performance of Building Stocks: Upgrade Analysis, Energy Labelling and National Policy Development*. Advance in Building Energy Research Vol.3 Page: 1. 2009.  
[www.earthscanjournals.com](http://www.earthscanjournals.com)
- Daily Journal of Commerce. *Researchers from National Renewable Energy Laboratory Review Green Building Technology*. The Dolan Company. Portland: 2004.
- Dakwale, Vaidehi A. Rahul V. Ralegaonkar, Sachin Mandavgane. *Improving Environmental Performance of Building Through Increased Energy Efficiency : A Review*. Sustainable Cities and Society Vol 1. Page: 212. Science Direct. 2011

- Dall'O', Giuliano. Alessandro Speccher, and Elisa Bruni. *The Green Energy Audit, a New Porcedure for The Sustainable Auditing of Existing Buildings Integrated With The LEED Protocols*. Sustainable Cities and Society 3. Page 55. Science Direct. 2012
- Dimoudi, A. C. Tompa. *Energy and Enviromental Indicators Related To Construction of Office Buildings*. Resource, Conservation and Recycling Vol 53. Page :95. Science Direct. 2008
- Hupp, Erin. *Refining Green Builidin Regulation and Funding Green Buildings in Order to Achieve Greenhouse gas Reduction*. The Urban Lawyer 42.3. Summer 2010.
- Green Building Council Indonesia, *The Definition in Creating Green Offic*. (Jakarta : 2010). hal 1
- Greenship*, Green Building Council Indonesia
- Harvey, L. D. Danny. *Reducing Energy Use In The Building Sector : Measures, Costs, and Examples*. Energy Efficiency Vol 2 : 139. Springerlink. 2011
- Indonesia Harus Adopsi Standar Green Building Internasional*. kompas.com, Jumat 9 september 2011
- Istiadji, F. Binarti, AD. *Pengembangan Standar Material Untuk Selubung Bangunan Dalam Rangka Konservasi Energi Bangunan*. Prosiding PPI Standarisasi. Yogyakarta. 2011
- Jessica, Mary Ann, Girish Ghatikar. *Building Energy Information System : User Case Study*. Energy Efficiency Vol 4:17-30. Springerlink. 2011
- Kim, Dayoon. *Optimizing Cost Effective Energy Conservation Measures For Building Envelope*. ProQuest Science Journal. Vol 107. No 3. Page: 80. 2010
- Konservasi dan Efisiensi Energi*. 2011 <http://konservasienergiindonesia.info/>
- Kurnia, Peter Wijaya and Joice Eriana. "Analisa Penyebab Utama Change Order pada Proyek Konstruksi Gedung T". Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2004
- LaScola N, Kim .Nuri M G, Brett R, Robert R, Melissa B. *A Research Protocol For Analyzing Green Building Construction*. Pittsburgh, USA.
- Majalah Techno Konstruksi, September 2011.

Manman, Abdul. *Faktor Kenyamanan dalam Perancangan Bangunan (Kenyamanan Suhu-Termal pada Bangunan)*, Jurnal Ichsan Gorontalo Volume 2. No1 Februari-April 2007

Metode Delphi, <http://www.scribd.com/doc/50840560/Metode-Delphi>

Mills, Evan. *Building Commissioning :A Golden Opportunity For Reducing Energy Cost and Green House gas Emissions in The United States*. Energy Efficiency Vol 4 : 145-173. Springerlink. 2011

Nikpour, Mansour. Mohd Zin Kandar, Moh Ghomeshi, Nima Moeinzadeh, Mohsen Ghasemi. *Investigating the Effectiveness of Self-Shading Strategy on Overall Thermal Transfer Value and Window Size in High Rise Buildings*. International Journal of Civil and Environmental Engineering Vol 3:2. 2011

Pattle, Geeridhari. Vaidehi A. Dakwale dan R. V. Ralegaonkar. *Design of Green Building: A Case Study for Composite Climate*. International Journal of Engineering Research And Application: 388-393.2011

*Pemanasan Global dan Penyebabnya*. diakses desember 2011  
<http://mediaanakindonesia.wordpress.com/2011/05/16/pemanasan-global-dan-penyebabnya/>

Redaksi Butaru. *Green Building A Sustainable Concept for Construction Development in Indonesia*. 2010

Ridwan. *Efek Rumah kaca dan Pengertiannya*. [www.ridwanaz.com](http://www.ridwanaz.com), diakses 7 desember  
[Http://www.ridwanaz.com/teknologi/efekrumahkacadanpengertiannya](http://www.ridwanaz.com/teknologi/efekrumahkacadanpengertiannya)

Sinha, Ritu. *Green Building : A Step Towards Sustainable Architecture*. The IUP Journal of Infrastructure Vol VII No 2. 2009

*Simulation Report, Dahana, Subang*. PT DAHANA, Subang, hal 48

*Standarisasi Green Building Perlu Dipercepat*, Majalah Techno Konstruksi, November 2011. Hal 12

Suratman. *Pengaruh penerapan green construction terhadap kinerja biaya proyek di lingkungan PT PP (persero)*, Tbk. Thesis, Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia, Depok. 2010.

Tol, Richard S.J. *The Economic Effects of Climate Change*. Journal of Economic Perspectives Vo., 23. Page 29. Spring. 2009

Urge-Vorsatz, Diana. Aleksandra Novikova, Sonja Koppel, dan Benigna Boza-kiss. *Bottom-up Assessment of Potentials and Costs of CO2 Emission*

*Mitigation in the Buildings Sector: Insights Into the Missing Elements.* Energy Efficiency 2, page : 293. Springer: 2009.

Vaidya, Prasad .Lara Greden. David Eijadi. Tom McDougall, dan Ray Cole. *Integrated Cost-Estimation Methodology to Support High-performance Building Design.* Energy Efficiency 2. Springer. 2008

Varodompun, Jatuwat . Mojtaba Navvab. *HVAC Ventilation Strategies: The Contribution for Thermal Comfort, Energy Efficiency, and Indoor Air Quality.* Journal of Green Building: Spring 2007, Vol. 2, No. 2, pp. 131-150.

Wartawarga Gunadarma. *Pengertian Bangunan Gedung.* Jakarta : 2009.

Yin, K Robert. *Studi Kasus Desain & Metode.* Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2002. hal.8

Zhou, Nan. Michael Meneil, dan Mark Levine. *Assessment of Building Energy-saving Policies and Programs in China During the 11<sup>th</sup> Five-Year Plan.* Energy Efficiency 5. Page 63. Springer. 2011





**LAMPIRAN 1**  
**PEDOMAN NEW GREEN BUILDING VERSI 1.0**

Kode	Perangkat Penilaian	Acuan Penilaian	
	Rating	Nilai	Nilai Maks
<b>Appropriate Site Development</b>			<b>17%</b>
<b>Prasyarat 1</b>	<b>Basic Green Area</b>		<b>P</b>
	Adanya area lansekap berupa vegetasi ( <i>softscape</i> ) yang bebas dari struktur bangunan dan struktur sederhana bangunan taman ( <i>hardscape</i> ) di atas permukaan tanah atau di bawah tanah, dengan luas area minimum 10% dari luas total lahan atau 50% dari ruang terbuka dalam tapak	<b>P</b>	
	Area ini memiliki vegetasi mengikuti PERMENDAGRI No 1 tahun 2007 Pasal 13 (2a) dengan komposisi 50% lahan tertutupi luasan pohon ukuran kecil, ukuran sedang, ukuran besar, perdu setengah pohon, perdu, semak dalam ukuran dewasa dengan jenis tanaman sesuai dengan Permen PU No. 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.3.1 tentang Kriteria Vegetasi untuk Pekarangan.	<b>P</b>	
<b>ASD 1</b>	<b>Site Selection</b>		<b>2</b>
	Membangun di dalam kawasan perkotaan dilengkapi sarana -prasarana serta telah memenuhi standar Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat RI Nomor 32/PERMEN/M/2006 Petunjuk Teknis Kawasan Siap Bangun dan Lingkungan Siap Bangun yang Berdiri Sendiri paragraph ketiga tentang Persyaratan Utilitas Kasiba Pasal 68 yang masih berdensitas rendah, yaitu tingkat okupansi/hunian <300 orang/Ha, sehingga terjadi pembangunan yang lebih kompak (>300 orang/Ha)	<b>1</b>	

Lampiran 1: Pedoman New Green Building v 1.0((lanjutan))

	Untuk pembangunan yang berlokasi dan melakukan revitalisasi diatas lahan yang bernilai negatif dan tak terpakai karena bekas pembangunan ataudampak negatif pembangunan, seperti tempat pembuangan Akhir (TPA), badan air yang tercemar, dan daerah padat yang sarana dan prasarananya dibawah standar Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat RI Nomor 32/PERMEN/M/2006 Petunjuk Teknis Kawasan Siap Bangun dan Lingkungan Siap Bangun yang Berdiri Sendiri paragraph ketiga tentang Persyaratan Utilitas Kasiba Pasal 68, revitalisasi dilakukan dengan melengkapi tapak dengan sarana prasarana tersebut.	1	
<b>ASD 2</b>	<b>Community Accessibility</b>		<b>2</b>
	Terdapat minimal 7 jenis fasilitas umum dalam jarak pencapaian jalan utama sejauh 1500 m dari tapak	1	
	Membuka akses pejalan kaki selain ke jalan utama di luar tapak yang menghubungkan-nya dengan jalan sekunder dan/atau lahan milik orang lain sehingga tersedia akses ke minimal 3 fasilitas umum sejauh 300 m jarak pencapaian pejalan kaki	1	
	Menyediakan fasilitas/akses yang aman, nyaman, dan bebas dari perpotongan dengan akses kendaraan bermotor untuk menghubungkan secara langsung bangunan dengan bangunan lain, di mana terdapat minimal 3 fasilitas umum dan/atau dengan stasiun transportasi masal	1	
	Membuka lantai dasar gedung sehingga dapat menjadi akses pejalan kaki yang aman dan nyaman selama minimum 10 jam sehari	2	
<b>ASD 3</b>	<b>Public Transportation</b>		<b>2</b>
	A. Adanya halte atau stasiun transportasi umum dalam jangkauan 300 m ( <i>walking distance</i> ) dari gerbang lokasi bangunan dengan tidak memperhitungkan panjang jembatan penyeberangan dan <i>ramp</i> atau	1	

Lampiran 1: Pedoman New Green Building v 1.0((lanjutan)

	B. Menyediakan <i>shuttle bus</i> untuk pengguna tetap gedung dengan jumlah unit minimum untuk 10% pengguna tetap gedung	1	
	Menyediakan fasilitas jalur pedestrian di dalam area gedung untuk menuju ke stasiun transportasi umum terdekat yang aman dan nyaman sesuai dengan Peraturan Menteri PU 30/PRT/M/2006 mengenai Pedoman Teknis Fasilitas dan Aksesibilitas pada Bangunan Gedung dan Lingkungan Lampiran 2B-	1	
<b>ASD 4</b>	<b>Bicycle</b>		<b>2</b>
	Adanya tempat parkir sepeda yang aman sebanyak 1 unit parkir per 20 pengguna gedung	1	
	Apabila butir 1 di atas terpenuhi, perlu tersedianya <i>shower</i> sebanyak 1 unit untuk setiap 10 tempat parkir sepeda	1	
<b>ASD 5</b>	<b>Site Landscaping</b>		<b>3</b>
	Adanya area lansekap berupa vegetasi ( <i>softscape</i> ) yang bebas dari bangunan taman ( <i>hardscape</i> ) yang terletak di atas permukaan tanah seluas minimal 40% luas total lahan. Luas area yang diperhitungkan adalah termasuk yang tersebut di Prasyarat 1, taman di atas <i>basement</i> , <i>roof garden</i> , <i>terrace garden</i> , dan <i>wall garden</i> , sesuai dengan Permen PU No. 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.3.1 tentang Kriteria Vegetasi untuk Pekarangan.	1	
	Penambahan nilai sebesar 1 poin untuk setiap penambahan sebesar 10% area lansekap dari luas lahan di tolak ukur 1 di atas-	1	
	Penggunaan tanaman lokal ( <i>indigenous</i> ) dan budidaya lokal dalam skala provinsi menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sebesar 60% luas tajuk/ jumlah tanaman	1	
<b>ASD 6</b>	<b>Micro Climate</b>		<b>3</b>
	Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek <i>heat island</i> pada area atap gedung sehingga nilai albedo (daya	1	

Lampiran 1: Pedoman New Green Building v 1.0((lanjutan)

	refleksi panas matahari) minimum 0,3 sesuai dengan perhitungan		
	Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek <i>heat island</i> pada area non-atap sehingga nilai albedo (daya refleksi panas matahari) minimum 0,3 sesuai dengan perhitungan	1	
	Desain menunjukkan adanya pelindung pada sirkulasi utama pejalan kaki di daerah luar ruangan area luar ruang gedung menurut Peraturan Menteri PU No. 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pasal 2.2.3.c mengenai Sabuk Hijau	1	
	dan/atau		
	Desain lansekap menunjukkan adanya fitur yang mencegah terpaan angin kencang kepada pejalan kaki di daerah luar ruangan area luar ruang gedung	1	
<b>ASD 7</b>	<b>Storm Water Management</b>		<b>3</b>
	Pengurangan beban volume limpasan air hujan ke jaringan drainase kota dari lokasi bangunan hingga 50% total volume hujan harian yang dihitung menurut data BMKG atau	1	
	Pengurangan beban volume limpasan air hujan ke jaringan drainase kota dari lokasi bangunan hingga 85% total volume hujan harian yang dihitung menurut data BMKG.	2	
	Menunjukkan adanya upaya penanganan pengurangan beban banjir lingkungan dari luar lokasi bangunan	1	
	Menggunakan teknologi-teknologi yang dapat mengurangi debit limpasan air hujan	1	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>17</b>
	<b>Energy Efficiency and Conservation</b>		<b>26%</b>
<b>Prasyarat 1</b>	<b>Electrical Sub Metering</b>		<b>P</b>
	Memasang kWh meter untuk mengukur konsumsi listrik pada setiap kelompok beban dan sistem peralatan, yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistem tata udara</li> <li>· Sistem tata cahaya dan kotak kontak</li> <li>· Sistem beban lainnya</li> </ul>	<b>P</b>	
<b>Prasyarat 2</b>	<b>OTTV Calculation</b>		<b>P</b>

	Perhitungan OTTV berdasarkan SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung	<b>P</b>	
<b>EEC 1</b>	<b>Energy Efficiency Measure</b>		<b>20</b>
<b>Opsi 1</b>	1. EEC 1-1. <i>Energy modelling software</i>		<b>20</b>
	<i>Energy modelling software</i> digunakan untuk menghitung konsumsi energi di gedung <i>baseline</i> dan gedung <i>designed</i> . Selisih konsumsi energi dari gedung <i>baseline</i> dan <i>designed</i> merupakan penghematan. Untuk setiap penghematan sebesar 2,5%, yang dimulai dari penurunan energi sebesar 10% dari gedung <i>baseline</i> , mendapat nilai 1 poin dengan maksimum 20 poin (wajib untuk level platinum).	<b>1 s.d 20</b>	
<b>Opsi 2</b>	EEC 1-2. <i>Worksheet</i> standar GBCI		<b>15</b>
	Dengan menggunakan perhitungan <i>worksheet</i> , setiap penghematan 2% dari selisih antara gedung <i>designed</i> dan <i>baseline</i> mendapat nilai 1 poin. Penghematan mulai dihitung dari penurunan energi sebesar 10% dari gedung <i>baseline</i> . <i>Worksheet</i> dimaksud disediakan oleh GBCI.	<b>1 s.d 15</b>	
<b>Opsi 3</b>	EEC 1-3. Penghematan per komponen yang sudah ditentukan		<b>10</b>
	Caranya adalah dengan memperhitungkan secara terpisah <i>overall thermal transfer value</i> (OTTV) dari selubung bangunan dan mempertimbangkan pencahayaan buatan, transportasi vertikal, dan <i>coefficient of performance</i> (COP).		
	EEC 1-3-1 <i>BUILDING ENVELOPE</i>		<b>5</b>
	Tiap penurunan 3 W/m <sup>2</sup> dari nilai OTTV 45 W/m <sup>2</sup> (SNI 03-6389-2000) mendapatkan nilai 1 poin (sampai maksimal 5 poin).	<b>5</b>	
	EEC 1-3-2 NON-NATURAL LIGHTING		<b>2</b>
	Menggunakan lampu dengan daya pencahayaan sebesar 30%, yang lebih hemat daripada daya pencahayaan yang tercantum dalam SNI 03 6197-2000	<b>1</b>	
	Menggunakan 100% <i>ballast</i> frekuensi tinggi (elektronik) untuk ruang kerja	<b>1</b>	

Lampiran 1: Pedoman New *Green Building v 1.0*((lanjutan))

	Zonasi pencahayaan untuk seluruh ruang kerja yang dikaitkan dengan sensor gerak ( <i>motion sensor</i> )	1	
	Penempatan tombol lampu dalam jarak pencapaian tangan pada saat buka pintu	1	
	EEC 1-3-3 VERTICAL TRANSPORTATION		1
	<i>Lift</i> menggunakan <i>traffic management system</i> yang sudah lulus <i>traffic analysis</i> atau menggunakan <i>regenerative drive system</i>	1	
	atau		
	Menggunakan fitur hemat energi pada <i>lift</i> , menggunakan sensor gerak, atau <i>sleep mode</i> pada eskalator	1	
	EEC 1-3-4 COP		2
	Menggunakan peralatan <i>air conditioning</i> dengan COP minimum 10% lebih besar dari standar SNI 03-6390-2000	2	
EEC 2	<b>Natural Lighting</b>		4
	Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 <i>lux</i> Khusus untuk pusat perbelanjaan, minimal 20% luas lantai <i>nonservice</i> mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 <i>lux</i>	2	
	Jika butir satu dipenuhi lalu ditambah dengan adanya <i>lux sensor</i> untuk otomatisasi pencahayaan buatan apabila intensitas cahaya alami kurang dari 300 <i>lux</i> , didapatkan tambahan nilai 2 poin	2	
EEC 3	<b>Ventilation</b>		1
	Tidak mengondisikan (tidak memberi AC) ruang WC, tangga, koridor, dan lobi <i>lift</i> , serta tidak melengkapi ruangan tersebut dengan sistem ventilasi	1	
EEC 4	<b>Climate Change Impact</b>		1
	Menyerahkan perhitungan pengurangan emisi CO <sub>2</sub> yang didapatkan dari selisih kebutuhan energi antara <i>designbuilding</i> dan <i>base building</i> dengan menggunakan <i>grid emission factor</i> (konversi antara CO <sub>2</sub> dan energi listrik) yang telah ditetapkan	1	

	dalam Keputusan DNA pada B/277/Dep.III/LH/01/2009		
<b>EEC 5</b>	<b>On Site Renewable Energy</b>		<b>5</b>
	Menggunakan sumber energi baru dan terbarukan. Setiap 0,5% daya listrik yang dibutuhkan gedung yang dapat dipenuhi oleh sumber energi terbarukan mendapatkan 1 poin (sampai maksimal 5 poin).	<b>1 s.d 5</b>	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>26</b>
<b>Water Conservation</b>			<b>21%</b>
<b>Prasyarat 1</b>	<b>Water Metering</b>		<b>P</b>
	<p>Pemasangan alat meteran air (<i>volume meter</i>) yang ditempatkan di lokasi-lokasi tertentu pada sistem distribusi air, sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Satu <i>volume meter</i> di setiap sistem keluaran sumber air bersih seperti sumber PDAM atau air tanah</li> <li>2. Satu <i>volume meter</i> untuk memonitor keluaran sistem air daur ulang</li> <li>3. Satu <i>volume meter</i> dipasang untuk mengukur tambahan keluaran air bersih apabila dari sistem daur ulang tidak mencukupi</li> </ol>	<b>P</b>	
<b>WAC 1</b>	<b>Water Use Reduction</b>		<b>8</b>
	<p>1. Konsumsi air bersih dengan jumlah tertinggi 80% dari sumber primer tanpa mengurangi jumlah kebutuhan per orang sesuai dengan SNI 03-7065-2005 seperti pada Tabel terlampir-</p>	<b>1</b>	
	<p>1. Setiap penurunan konsumsi air bersih dari sumber primer sebesar 5% sesuai dengan acuan pada poin 1 akan mendapatkan nilai 1 dengan dengan nilai maksimum sebesar 7 poin.</p>	<b>1 s.d 7</b>	
<b>WAC 2</b>	<b>Water Fixtures</b>		<b>3</b>
	<p>A. Penggunaan <i>water fixture</i> yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air sesuai dengan lampiran (Tabel 4), pada tekanan air 3 bar, sejumlah minimal 25% dari total pengadaan produk <i>water fixture</i>-</p> <p>atau</p>	<b>1</b>	



	B. Penggunaan <i>water fixture</i> yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air sesuai dengan lampiran (Tabel 4), <del>—</del> pada tekanan air 3 bar, sejumlah minimal 50% dari total pengadaan produk <i>water fixture</i> ; atau C. Penggunaan <i>water fixture</i> yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air sesuai dengan lampiran (Tabel 4), <del>—</del> pada tekanan air 3 bar, sejumlah minimal 75% dari total pengadaan produk <i>water fixture</i>	2	
		3	
<b>WAC 3</b>	<b>Water Recycling</b>		3
	Instalasi daur ulang air dengan kapasitas yang cukup untuk kebutuhan seluruh sistem <i>flushing</i> , irigasi, dan <i>make up water cooling tower</i> (jika ada)	3	
<b>WAC 4</b>	<b>Alternative Water Resource</b>		2
	A. Menggunakan salah satu dari tiga alternatif sebagai berikut: air kondensasi AC, air bekas wudu, atau air hujan atau B. Menggunakan lebih dari satu sumber air dari ketiga alternatif di atas	1	
		2	
<b>WAC 5</b>	<b>Rainwater Harvesting</b>		3
	A. Instalasi tangki penyimpanan air hujan kapasitas 50% dari jumlah air hujan yang jatuh di atas atap bangunan sesuai dengan kondisi intensitas curah hujan tahunan setempat menurut BMKG atau B. Instalasi tangki penyimpanan air hujan berkapasitas 75% dari perhitungan di atas atau C. Instalasi tangki penyimpanan air hujan berkapasitas 100% dari perhitungan di atas	1	
		2	
		3	
<b>WAC 6</b>	<b>Water Efficiency Landscaping</b>		2
	Seluruh air yang digunakan untuk irigasi gedung tidak berasal dari sumber air tanah dan/atau PDAM;	1	

	Menerapkan sistem instalasi untuk irigasi yang dapat mengontrol kebutuhan air untuk lansekap yang tepat, sesuai dengan kebutuhan tanaman-	1	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>21</b>
<b>Material Resource and Cycle</b>			<b>14%</b>
<b>Prasyarat 1</b>	<b>Fundamental Refrigerant</b>		<b>P</b>
	Tidak menggunakan <i>chloro fluoro carbon</i> (CFC) sebagai refrigeran dan halon sebagai bahan pemadam kebakaran	<b>P</b>	
<b>MRC 1</b>	<b>Building and Material Reuse</b>		<b>2</b>
	Menggunakan kembali semua material bekas, baik dari bangunan lama maupun tempat lain, berupa bahan struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding, setara minimal 10% dari total biaya material baru yang bersangkutan (struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding)	<b>1</b>	
	atau Menggunakan kembali semua material bekas, baik dari bangunan lama maupun tempat lain, berupa bahan struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding, setara minimal 20% dari total biaya material baru yang bersangkutan (struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding)	<b>2</b>	
<b>MRC 2</b>	<b>Environmentally Processed Product</b>		<b>3</b>
	Menggunakan material yang bersertifikat ISO 14001 terbaru dan/atau sertifikasi lain yang setara dan direkomendasikan oleh GBCI. Material tersebut minimal bernilai 30% dari total biaya material.	<b>1</b>	
	Menggunakan material yang merupakan hasil proses daur ulang senilai minimal 5% dari total biaya material	<b>1</b>	
	Menggunakan material yang bahan baku utamanya berasal dari sumber daya (SD) terbarukan dengan masa panen jangka pendek (<10 tahun) senilai minimal 2% dari total biaya material	<b>1</b>	
<b>MRC 3</b>	<b>Non ODS Usage</b>		<b>2</b>
	Tidak menggunakan bahan perusak ozon	<b>2</b>	

	pada seluruh sistem bangunan		
<b>MRC 4</b>	<b>Certified Wood</b>		<b>2</b>
	Menggunakan bahan material kayu yang bersertifikat legal sesuai dengan Peraturan Pemerintah tentang asal kayu (seperti faktur angkutan kayu olahan/FAKO, sertifikat perusahaan, dan lain-lain) dan sah terbebas dari perdagangan kayu ilegal sebesar 100% biaya total material kayu	<b>1</b>	
	Jika 30% dari butir di atas menggunakan kayu bersertifikasi dari pihak Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI) atau <i>Forest Stewardship Council</i> (FSC)	<b>1</b>	
<b>MRC 5</b>	<b>Modular Design</b>		<b>3</b>
	Desain yang menggunakan material modular atau prafabrikasi (tidak termasuk <i>equipment</i> ) sebesar 30% dari total biaya material	<b>3</b>	
<b>MRC 6</b>	<b>Regional Material</b>		<b>2</b>
	Menggunakan material yang lokasi asal bahan baku utama atau fabrikasinya berada di dalam radius 1.000 km dari lokasi proyek mencapai 50% dari total biaya material	<b>1</b>	
	Apabila material di atas berasal dari dalam wilayah Republik Indonesia mencapai 80% dari total biaya material	<b>1</b>	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>14</b>
<b>Indoor Health and Comfort</b>			<b>10%</b>
<b>Prasyarat 1</b>	<b>Outdoor Air Introduction</b>		<b>P</b>
	Desain ruangan yang menunjukkan adanya potensi introduksi udara luar minimal sesuai dengan Standar SNI 03-6572-2001 Tabel. 4.4.2	<b>P</b>	
<b>IHC 1</b>	<b>CO2 Monitoring</b>		<b>1</b>
	Untuk ruangan tertentu, antara lain <i>banquet</i> , ruang rapat umum, <i>general office</i> (ruangan dengan kepadatan tinggi) dilengkapi dengan instalasi sensor gas karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) yang memiliki mekanisme untuk mengatur jumlah ventilasi udara luar sehingga konsentrasi CO <sub>2</sub> di dalam ruangan tidak lebih dari 1.000 ppm, sensor diletakkan 1,5 m di atas	<b>1</b>	

Lampiran 1: Pedoman New *Green Building v 1.0*(lanjutan)

	lantai dekat <i>return air grill</i> .		
<b>IHC 2</b>	<b>Environmental Tobacco Smoke Control</b>		<b>2</b>
	Memasang tanda “Dilarang Merokok di Seluruh Area Gedung” dan tidak menyediakan bangunan/area khusus untuk merokok. Apabila tersedia, bangunan/area merokok itu minimal berada pada jarak 5 m dari pintu masuk, <i>outdoor air intake</i> , dan bukaan jendela.	<b>2</b>	
<b>IHC 3</b>	<b>Chemical Pollutants</b>		<b>3</b>
	Menggunakan cat dan <i>coating</i> yang mengandung kadar <i>volatile organic compounds</i> (VOCs) rendah, yang ditandai dengan label/sertifikasi yang diakui GBCI	<b>1</b>	
	Menggunakan produk kayu komposit dan produk <i>agrifiber</i> , antara lain produk kayu lapis, papan partikel, papan serat, insulasi busa, dan laminating <i>adhesive</i> , dengan syarat tanpa tambahan urea <i>formaldehyde</i> , atau memiliki kadar emisi formaldehida rendah, yang ditandai dengan label/sertifikasi yang diakui GBCI	<b>1</b>	
	Tidak menggunakan material yang mengandung asbestos, merkuri, dan <i>styrofoam</i>	<b>1</b>	
<b>IHC 4</b>	<b>Outside View</b>		<b>1</b>
	Apabila 75% dari <i>net lettable area</i> (NLA) menghadap langsung ke pemandangan luar yang dibatasi bukaan transparan bila ditarik suatu garis lurus	<b>1</b>	
<b>IHC 5</b>	<b>Visual Comfort</b>		<b>1</b>
	Menggunakan lampu dengan iluminansi (tingkat pencahayaan) ruangan sesuai dengan SNI 03-6197-2000 Tabel 1	<b>1</b>	
<b>IHC 6</b>	<b>Thermal Comfort</b>		<b>1</b>
	Menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 25 <sup>0</sup> C dan kelembaban relatif 60%	<b>1</b>	
<b>IHC 7</b>	<b>Acoustic Level</b>		<b>1</b>
	Tingkat kebisingan pada 90% dari <i>nett lettable area</i> (NLA) tidak lebih dari atau sesuai dengan SNI 03-6386-2000, seperti terlihat pada Tabel 1	<b>1</b>	<b>10</b>
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>10</b>
	<b>Building Environmental Management</b>		<b>13%</b>

Lampiran 1: Pedoman New Green Building v 1.0((lanjutan)

<b>Prasyarat 1</b>	<b>Basic Waste Management</b>		<b>P</b>
	Adanya instalasi atau fasilitas untuk memilah dan mengumpulkan sampah sejenis sampah rumah tangga (UU No. 18 Tahun 2008) berdasarkan jenis organik dan anorganik	<b>P</b>	
<b>BEM 1</b>	<b>GP as a Member of The Project Team</b>		<b>1</b>
	Melibatkan seorang tenaga ahli yang sudah tersertifikasi <i>GreenShip Professional</i> (GP), yang bertugas untuk mengarahkan berjalannya proyek sejak tahap perencanaan desain dan sebelum pendaftaran sertifikasi	<b>1</b>	
<b>BEM 2</b>	<b>Pollution of Construction Activity</b>		<b>2</b>
	Memiliki rencana manajemen sampah konstruksi yang terdiri atas: Limbah padat, dengan menyediakan area pengumpulan, pemisahan, dan sistem pencatatan. Pencatatan dibedakan berdasarkan limbah padat yang dibuang ke TPA, digunakan kembali, dan didaur ulang oleh pihak ketiga.	<b>1</b>	
	Limbah cair, dengan menjaga kualitas seluruh air yang timbul dari aktivitas konstruksi agar tidak mencemari drainase kota	<b>1</b>	
<b>BEM 3</b>	<b>Advance Waste Management</b>		<b>2</b>
	Adanya instalasi pengomposan limbah organik di lokasi tapak bangunan	<b>1</b>	
	Memberikan pernyataan atau rencana kerja sama untuk pengelolaan limbah anorganik secara mandiri dengan pihak ketiga di luar sistem jaringan persampahan kota	<b>1</b>	
<b>BEM 4</b>	<b>Proper Commissioning</b>		<b>3</b>
	Melakukan prosedur <i>testing-commissioning</i> sesuai dengan petunjuk GBCI, termasuk training dengan baik dan benar agar peralatan/sistem berfungsi dan menunjukkan kinerja sesuai dengan perencanaan dan acuan.	<b>2</b>	
	Desain serta spesifikasi teknis harus lengkap di saat konstruksi melaksanakan pemasangan seluruh <i>measuring-adjusting instruments</i> .	<b>1</b>	

<b>BEM 5</b>	<b>Submission Implementation Green Building Data for Database</b>		<b>2</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyerahkan data implementasi <i>green building</i> sesuai dengan <i>form</i> dari GBCI, yang merupakan prasyarat untuk mendaftarkan diri dalam rating kategori</li> <li>Memberi pernyataan bahwa pemilik gedung akan menyerahkan data implementasi <i>green building</i> dari bangunannya dalam waktu 12 bulan setelah tanggal sertifikasi kepada GBCI dan suatu pusat data energi Indonesia yang akan ditentukan kemudian</li> </ul> <p>Catatan: GBC-Indonesia akan menjaga kerahasiaan sumber data dan tidak akan menyebarluaskan kepada pihak lain.</p>	<b>2</b>	
<b>BEM 6</b>	<b>Fit Out Guide</b>		<b>1</b>
	<p>Memiliki surat perjanjian dengan penyewa gedung atau <i>tenant</i>, yang terdiri atas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan kayu yang bersertifikat</li> <li>Mengikuti training yang akan dilakukan oleh manajemen bangunan</li> <li>Terdapat rencana manajemen <i>indoor air quality</i> (IAQ) setelah konstruksi, dan implementasi ditandatanganinya surat perjanjian ini merupakan prasyarat dalam rating kategori gedung terbangun.</li> </ol>	<b>1</b>	
<b>BEM 7</b>	<b>Occupant Survey</b>		<b>2</b>
	<p>Memberi pernyataan bahwa pemilik gedung akan mengadakan survei suhu dan kelembaban paling lambat 12 bulan setelah tanggal sertifikasi.</p> <p>Apabila hasilnya minimal 20% responden menyatakan ketidaknyamanannya, maka pemilik gedung setuju untuk melakukan perbaikan selambat-lambatnya 6 bulan setelah pelaporan hasil survei.</p> <p>Penyerahan data ini merupakan prasyarat untuk mendaftarkan diri dalam rating kategori <i>existing building</i>.</p>	<b>2</b>	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>13</b>
<b>45</b>	<b>Total Nilai Keseluruhan Maksimum</b>		<b>101</b>



PENGARUH ASPEK ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION TERHADAP KINERJA BIAYA KONSTRUKSI GREEN  
BUILDING APABILA DIBANDINGKAN DENGAN GEDUNG KONVENSIIONAL  
(Studi Kasus : Proyek gedung Jasa Marga pada PT. PP (PERSERO) TBK)

KUESIONER PENELITIAN SKRIPSI KEPADA PAKAR GREEN BUILDING  
(ANALISA VARIABEL ASPEK ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION PADA GREEN BUILDING)

MAIDINA  
0806329400

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
DESEMBER 2011

L2-1



## ABSTRAK

Maraknya isu global warming menarik perhatian kalangan umum, termasuk pelaku konstruksi. Meningkatnya gas CO<sub>2</sub> yang menjadi penyebab rumah kaca akibat konsumsi energi yang tidak terkendali pada gedung menjadi salah satu pemicu efisiensi energi pada green building. Pada penelitian ini, proyek yang akan peneliti tinjau adalah salah satu proyek bangunan yang mengikuti prinsip green building yang dibuat oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) yang terangkum dalam *greenship* dengan targetan rating GOLD. Konstruksi green bulding biasanya akan menambah biaya jika dibandingkan dengan conventional buiding. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi faktor-faktor apa saja pada EEC dan seberapa besar pengaruh aspek EEC apabila dibandingkan dengan konsep konvensional terhadap kinerja biaya konstruksi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey dan studi kasus pada proyek gedung Jasa Marga oleh PT. PP (PERSERO) TBK

## TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. mengidentifikasi faktor-faktor apa saja pada aspek EEC yang mempengaruhi kinerja biaya
2. menganalisa seberapa besar pengaruh penerapan EEC terhadap peningkatan biaya proyek apabila dibandingkan dengan bangunan konvensional

### KERAHASIAAN INFORMASI

Seluruh informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam penelitian ini akan dijamin kerahasiaannya

### INFORMASI HASIL PENELITIAN

Setelah seluruh informasi yang masuk dianalisis, temuan dari studi ini akan di sampaikan kepada perusahaan Bapak/Ibu  
Apabila Bapak/Ibu memiliki pertanyaan mengenai penelitian ini, dapat menghubungi

1. Peneliti/Mahasiswa : Maidina pada Hp 085262651832 atau pada email [maidina@ui.ac.id](mailto:maidina@ui.ac.id)
2. Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Yusuf Latief, MT pada HP 08128099019 atau pada email [latief73@eng.ui.ac.id](mailto:latief73@eng.ui.ac.id)
3. Dosen Pembimbing 2 : Suratman, S.T, MT pada HP 081586107414 atau e-mail: [ratman.pp@gmail.com](mailto:ratman.pp@gmail.com)

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner penelitian ini. Semua informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam penelitian ini dijamin kerahasiaannya dan hanya akan dipakai untuk keperluan penelitian saja

Hormat saya

Maidina

DATA RESPONDEN DAN PETUNJUK SINGKAT

1. Nama Responden :
2. Jenis Kelamin :
3. Umur
4. Nama Proyek :
5. Jabatan Pada Proyek :
6. Perusahaan :
7. Pengalan Kerja : (tahun)
8. Pendidikan Terakhir :SLTA/D3/S1/S2/S3/ (coret yang tidak perlu)
9. Tanda tangan :

### **PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER**

1. Jawaban merupakan komentar/presepsi/pendapat Bapak/Ibu mengenai cost component apa saja dalam aspek water conservation yang mempengaruhi peningkatan biaya konstruksi green building apabila dibandingkan dengan conventional building.
2. Pengisian Kuesioner ini dilakukan dengan menulis komentar/pendapat pada bagian 1 dan memberikan tanda Ö pada kuesioner bagian 2.

Keterangan Penilaian untuk bagian 2:

- 1= Tidak berpengaruh dalam perubahan biaya konstruksi
- 2= Kurang berpengaruh dalam perubahan biaya konstruksi
- 3 = Cukup berpengaruh dalam perubahan biaya konstruksi
- 4= Berpengaruh dalam perubahan biaya konstruksi
- 5= Sangat berpengaruh dalam perubahan biaya konstruksi

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Faktor Mempengaruhi		Komentar dan tanggapan
					ya	Tdk	
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai  Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai	greenship-GBCI			
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak		greenship-GBCI			
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya		greenship-GBCI			
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	pengalaman			
X3. Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energi yang di pakai dengan menggunakan software seperti e20 atau Design builder atau energi+ dengan penghematan sebesar 2.5%	greenship-GBCI			
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline	greenship-GBCI			
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>					
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass	pp-dahana			

Lampiran 2: Kuisisioner Tahap 1 (lanjutan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Faktor Mempengaruhi		Komentar dan tanggapan
			menggunakan lampu T5 fluorescent	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			
			menggunakan ballast elektronik	pp-kementerian PU, <i>greenship-GBCI</i>			
	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator	pp-kementerian PU			
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem Water Control	pp-dahana			
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			
			orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami	majalah techno konstruksi Adhikarya-Lemigas, ridho (2008)			
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	pp-dahana			
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			

Lampiran 2: Kuisisioner Tahap 1 (lanjutan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Faktor Mempengaruhi		Komentar dan tanggapan
X7. On Site Renewable Energy	X7.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	<a href="http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/">http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/</a>			
			menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas			





PENGARUH ASPEK ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION TERHADAP KINERJA BIAYA KONSTRUKSI GREEN  
BUILDING APABILA DIBANDINGKAN DENGAN GEDUNG KONVENSIONAL

(Studi Kasus : Proyek Y pada PT. X)



KUESIONER PENELITIAN SKRIPSI KEPADA RESPONDEN GREEN BUILDING  
(ANALISA VARIABEL ASPEK ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION PADA GREEN BUILDING)

MAIDINA  
0806329400

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
DESEMBER 2011

L3-1

## ABSTRAK

Maraknya isu global warming menarik perhatian kalangan umum, termasuk pelaku konstruksi. Meningkatnya gas CO<sub>2</sub> yang menjadi penyebab rumah kaca akibat konsumsi energi yang tidak terkendali pada gedung menjadi salah satu pemicu efisiensi energi pada green building. Pada penelitian ini, proyek yang akan peneliti tinjau adalah salah satu proyek bangunan yang mengikuti prinsip green building yang dibuat oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) yang terangkum dalam *greenship* dengan targetan rating GOLD. Konstruksi green bulding biasanya akan menambah biaya jika dibandingkan dengan conventional buiding. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi faktor-faktor apa saja pada EEC dan seberapa besar pengaruh aspek EEC apabila dibandingkan dengan konsep konvensional terhadap kinerja biaya konstruksi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey dan studi kasus pada proyek Y oleh PT. X

## TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. mengidentifikasi faktor-faktor apa saja pada aspek EEC yang mempengaruhi kinerja biaya
2. menganalisa seberapa besar pengaruh penerapan EEC terhadap peningkatan biaya proyek apabila dibandingkan dengan bangunan konvensional

### KERAHASIAAN INFORMASI

Seluruh informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam penelitian ini akan dijamin kerahasiaannya

### INFORMASI HASIL PENELITIAN

Setelah seluruh informasi yang masuk dianalisis, temuan dari studi ini akan di sampaikan kepada perusahaan Bapak/Ibu  
Apabila Bapak/Ibu memiliki pertanyaan mengenai penelitian ini, dapat menghubungi

1. Peneliti/Mahasiswa : Maidina pada Hp 085262651832 atau pada email [maidina@ui.ac.id](mailto:maidina@ui.ac.id)
2. Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Yusuf Latief, MT pada HP 08128099019 atau pada email [latief73@eng.ui.ac.id](mailto:latief73@eng.ui.ac.id)
3. Dosen Pembimbing 2 : Suratman, S.T, MT pada HP 081586107414 atau e-mail: [ratman.pp@gmail.com](mailto:ratman.pp@gmail.com)

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner penelitian ini. Semua informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam penelitian ini dijamin kerahasiaannya dan hanya akan dipakai untuk keperluan penelitian saja

Hormat saya

Maidina

DATA RESPONDEN DAN PETUNJUK SINGKAT

1. Nama Responden :
2. Jenis Kelamin :
3. Umur :
4. Nama Proyek :
5. Jabatan Pada Proyek :
6. Perusahaan :
7. Pengalaman Kerja : (tahun)
8. Pendidikan Terakhir :SLTA/D3/S1/S2/S3/ (coret yang tidak perlu)
9. Tanda tangan :

### PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER

1. Jawaban merupakan komentar/presepsi/pendapat Bapak/Ibu mengenai cost component apa saja dalam aspek efisiensi dan konservasi energi yang mempengaruhi peningkatan biaya konstruksi green building apabila dibandingkan dengan conventional building.
2. Pengisian Kuesioner ini dilakukan dengan memberikan tanda  $\surd$  pada kuesioner.

Keterangan Penilaian merupakan PERUBAHAN BIAYA KONSTRUKSI DARI NILAI KONTRAK *green building* bila dibandingkan dengan *conventional building* :

- |                       |                |
|-----------------------|----------------|
| 1= Tidak berpengaruh  | (0%)           |
| 2= Kurang berpengaruh | (0 - <1%)      |
| 3 = Cukup berpengaruh | (1% - <2%)     |
| 4= Berpengaruh        | (2% - <3%)     |
| 5= Sangat berpengaruh | ( $\geq 3\%$ ) |

Lampiran 3: Kuisisioner Tahap 2 (lanjutan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Pengaruh Terhadap Kinerja Biaya				
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemasangan panel kWh meter untuk setiap beban pada setiap sistem	greenship-GBCI	1	2	3	4	5
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak							
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya							
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	pengalaman					
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software seperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan 10% dari gedung baseline	greenship-GBCI					
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline	greenship-GBCI					
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>							
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	Menggunakan material yang daya hantar panasnya kecil (mis: kaca stopsol, double glass dan ceramic glass)	pp-dahana					

Lampiran 3: Kuisisioner Tahap 2 (lanjutan)

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	Pengaruh Terhadap Kinerja Biaya				
	X.3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	pp-kementerian PU					
			menggunakan lampu hemat energy (mis: T5 fluorescencent, LED,dsb)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					
			menggunakan ballast elektonik	pp-kementerian PU, <i>greenship</i> -GBCI					
	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator	pp-kementerian PU					
	X3.3.4	COP	menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)	pp-dahana					
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	Menggunakan komponen tambahan (mis : <i>curtain wall</i> pada dinding, sunshading, dsb)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	pp-dahana					
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					
X6. On Site Renewable Energy	X6.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	<a href="http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/">http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/</a>					
			menggunakan <i>Photovoltanic system on grid</i> (tenaga surya)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas					





Lampiran 4: Hasil Validasi Pakar Tahap 1

Variabel	Sub Variabel		indikator	Referensi	P1(sasanti)		P2(nana)		P3(ridho)		P4(yodhi)		P5(ika)		total		hasil
					ya	Tdk	ya	Tdk	ya	Tdk	ya	Tdk	ya	Tdk	ya	Tdk	
X1. Electrical subMetering	X1.1	pemasangan kWh meter pada sistem tata udara	Pemilihan pemasangan 1 panel untuk ke tiga cabang ke tiap lantai	greenship-GBCI	1		1		1		1		1		4	1	YA
	X1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak	Pemilihan pemasangan 3 panel cabang kemudian didistribusikan ke tiap lantai	greenship-GBCI	1		1		1		1		1		4	1	YA
	X1.3	pemasangan kWh meter pada sistem beban lainnya															
X2. OTTV Calculation	X2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencana	pengalaman	1		1		1		1		1		3	2	YA
X3. Energy Efficiency Measure	X3.1	perhitungan dengan <i>energy modeling software</i>	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan sofware sperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan sebesar 2.5%	greenship-GBCI	1		1		1		1		1		3	2	YA
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan <i>worksheet</i> dengan penghematan 10% dari gedung baseline	greenship-GBCI	1		1		1		1		1		3	2	YA
	X3.3	perhitungan dengan <i>perhitungan per komponen</i>															
	X3.3.1	<i>Buiding envelope</i>	menggunakan stopsol dan ceramic glass	pp-dahana	1		1		1		1		1		5	0	YA
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp	pp-kementerian PU	1		1		1		1		1		4	1	YA
			menggunakan lampu T5 fluorescent	majalah techno konstruksi,	1		1		1		1		1		4	1	YA
			menggunakan ballast elektronik	pp-kementerian PU, greenship-G	1		1		1		1		1		4	1	YA
	X3.3.3	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator	pp-kementerian PU	1		1		1		1		1		5	0	YA
	X3.3.4	COP	menggunakan AC sistem Water Control	pp-dahana	1		1		1		1		1		5	0	YA
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	menggunakan <i>curtain wall</i> pada dinding	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas	1		1		1		1		1		4	1	YA
			orientasi bukaan utara-selatan untuk cahaya alami	majalah techno konstruksi Adhikarya-Lemigas, ridho (2008)		1	1		1		1		1		3	2	YA
	X4.2	penggunaan <i>lux sensor</i>	menggunakan lux dan motion sensor	pp-dahana	1		1		1		1		1		5	0	YA
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi <i>lift</i>	penggunaan <i>louver</i> sebagai sirkulasi udara dari luar	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas	1		1		1		1		1		4	1	YA
X6. Climate Change Impact	X6.1	penyerahan selisih perhitungan emisi CO2	menghitung selisih konsumsi energi antara bangunan baseline dan desain	pp-dahana	1		1		1		1		1		4		TIDAK
X7. On Site Renewable Energy	X7.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin	<a href="http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/">http://kunaifi.wordpress.com/category/207-tenaga-angin/</a>	1		1		1		1		1		5	0	YA
			menggunakan <i>Photovoltaic system on grid</i> (tenaga surya)	majalah techno konstruksi, Adhikarya-Lemigas	1		1		1		1		1		5	0	YA



**LAMPIRAN 5**  
**HASIL PAKAR TAHAP 2**

## Lampiran 5: Hasil Validasi Pakar Tahap 2

Variabel	Sub- No	Sub Variabel	Indikator	proxy	ridho	keterangan	Nana	keterangan	Ika	keterangan
					setuju tidak		setuju tidak		setuju tidak	
X1. Electrical Submetering	x1.1	pemasangan panel kWh meter untuk setiap beban pada setiap sistem tata udara	pemasangan panel kWh meter untuk setiap beban pada setiap sistem	X1	√	Pada umumnya 1 gedung memakai meteran, sehingga perlu tambahan biaya utk sub metering	√	setuju karena submetering atau meter tambahan tersebut sangat diperlukan dalam mengumpulkan data dari setiap metering yang diletakan. Harga KWH meter tsb rendah.	√	
	x1.2	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak			√		√		√	
	x1.3	pemasangan kWh meter pada sistem tata cahaya dan kotak kontak			√		√		√	
X2. OTTV Calculation	x2.1	menghitung selubung gedung OTTV	membayar konsultan perencanaan	X2	√	Perhitungan OTTV di luar lingkup umum konsultan perencanaan	√	setuju karena hasil perhitungan OTTV mempengaruhi pencapaian efisiensi energi bangunan, yang terpengaruh pada solusi desain dan penentuan material fasade. Nilai penambahan fee konsultan perencanaan cukup.	√	
x3. energy measurement	X3.1	perhitungan dengan energy modeling software	menghitung energy yang di pakai dengan menggunakan software seperti e20 atau Design builder atau energy + dengan penghematan 10% dari gedung baseline							
	X3.2	perhitungan dengan worksheet	menghitung dengan menggunakan worksheet dengan penghematan 10% dari gedung baseline							
	X3.3	perhitungan dengan perhitungan per komponen								
	X3.3.1	Building envelope	Menggunakan material yang daya hantar panasnya kecil (mis: kaca stopsol, double glass dan ceramic glass						√	
	X3.3.2	non natural lighting	menggunakan task lamp							
			menggunakan lampu hemat energy (mis: T5 fluorescent, LED, dsb)							
	X3.3.3	menggunakan ballast elektronik								
	X3.3.4	vertical transportation	menggunakan sensor gerak atau sleep mode pada elevator							
	X3.3.5	COP	menggunakan AC yang COPnya lebih tinggi (mis: sistem Water Cooler)	X3	√	Sistem COP yang tinggi, misal Water Cooler, memerlukan biaya investasi yang mahal dan operasional yang mahal juga	√	Setuju karena harga chiller dengan teknologi dan performa spesifikasi efisiensi yang maksimal, cukup tinggi	√	saya rasa perubahan biaya bisa lebih besar untuk pembelian material seperti kaca double glassing untuk biaya konstruksi.. Tapi mungkin memang biaya COP lbh besar
X4. Natural Lighting	X4.1	penggunaan cahaya alami secara optimal	Menggunakan komponen tambahan (mis : curtain wall pada dinding, sunshading, dsb)							
	X4.2	penggunaan lux sensor	menggunakan lux dan motion sensor	X4	√	Sistem sensor menambah biaya pada sistem penerangan	√	penerapan elemen baru dan merupakan teknologi baru dan jumlah kebutuhan dan harganya cukup tinggi	√	
X5. Ventilation	X5.1	tidak mengkondisikan AC pada ruang WC, tangga, koridor, lobi lift	penggunaan louver sebagai sirkulasi udara dari luar	X5	√	Pada umumnya WC dan tangga sudah tidak dikondisikan, tapi utk lobi lift perlu tambahan biaya untuk saluran fresh air	√	harga cukup murah dan mempengaruhi kesediaan udara segar di ruang WC, tangga, koridor, lobi dan lift	√	
X6. On Site Renewable Energy	X6.1	penggunaan energi terbarukan	menggunakan turbin angin							
			menggunakan Photovoltaic system on grid (tenaga surya)	X6	√	Pemakaian tenaga surya masih sangat mahal dibanding harga listrik			√	

L5-1



LAMPIRAN 6  
PERGANTIAN JENIS LAMPU

Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu

Lantai Dasar	GREEN				NON GREEN			
Ruang Rapat	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	25	2,389,500	59,737,500	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	19	1,361,700	25,872,300
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	3,327,000	9,981,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 + Nicad TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	3	2,299,500	6,898,500
Staff TU & Juru TU	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	21	914,607	19,206,747	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	44	639,600	28,142,400
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	1,852,131	5,556,393	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 + Nicad TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	6	1,577,124	9,462,744
Ruang Kasubag_5 Typical	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	15	914,607	13,719,105	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	10	639,600	6,396,000
Ruang Kabin_4 Typical	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE	12	914,607	10,975,284	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86	8	639,600	5,116,800

Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu (lanjutan)

	14W/865 SLV/40				5 CDL G13 1SL/25			
Ruang Kasubsi_2 Typical	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	6	914,607	5,487,642	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	4	639,600	2,558,400
Ruang Kadiv	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	914,607	2,743,821	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	2	639,600	1,279,200
Ruang Sekper	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	6	914,607	5,487,642	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	5	639,600	3,198,000
Lantai 1								
Ruang Rapat	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	32	2,389,500	76,464,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	24	1,361,700	32,680,800
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nica MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	3,327,000	9,981,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	3	2,299,500	6,898,500
Staff Area	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE	33	914,607	30,182,031	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86	26	639,600	16,629,600

Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu (lanjutan)

	14W/865 SLV/40				5 CDL G13 1SL/25			
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	1,852,131	5,556,393	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	2	1,577,124	3,154,248
Direk tur Utam a	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	11	914,607	10,060,677	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	11	639,600	7,035,600
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	1	1,852,131	1,852,131	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	1	1,577,124	1,577,124
Direk tur Opera si & Direk tur Keua ngan	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	12	914,607	10,975,284	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	6	639,600	3,837,600
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	2	1,852,131	3,704,262	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	2	1,577,124	3,154,248
Direk tur SDM	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE	7	914,607	6,402,249	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86	5	639,600	3,198,000

Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu (lanjutan)

	14W/865 SLV/40				5 CDL G13 1SL/25			
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	1	1,852,131	1,852,131	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	1	1,577,124	1,577,124
Direk tur Penge mban gan Usaha	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	6	914,607	5,487,642	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	8	639,600	5,116,800
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	1	1,852,131	1,852,131	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	1	1,577,124	1,577,124
Ruan g Sekret aris	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	12	914,607	10,975,284	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	11	639,600	7,035,600
Ruan g Kasub ag_2 Typic al	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	6	914,607	5,487,642	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	4	639,600	2,558,400
Ruan g Kaba g &	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2	6	914,607	5,487,642	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5	4	639,600	2,558,400



Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu (lanjutan)

Kabir o	MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40				TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25			
	FBH032 2xPL- C/4P18W EBE FG WH CN MASTER PL-C 18W/865/ 4P 1CT/5X10 BOX	2	249,486	498,972	FBH032 2xPL- C/4P18W EBE FG WH CN MASTER PL-C 18W/865/ 4P 1CT/5X10 BOX	2	249,486	498,972
Ruan g Arsip	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	2	914,607	1,829,214	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	1	639,600	639,600
Lantai 2								
Ruan g Rapat	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	36	2,389,500	86,022,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	18	1,361,700	24,510,600
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nica MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	4	3,327,000	13,308,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	3	2,299,500	6,898,500
Direkt ur Penge mban gan Usaha	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	57	914,607	52,132,599	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	71	639,600	45,411,600

Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu (lanjutan)

	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	5	1,852,131	9,260,655	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	3	1,577,124	4,731,372
Ruang Kasub ag_6 Typical	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	18	914,607	16,462,926	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	6	639,600	3,837,600
	FBH032 2xPL- C/4P18W EBE FG WH CN MASTER PL-C 18W/865/ 4P 1CT/5X10 BOX	4	249,486	997,944	FBH032 2xPL- C/4P18W EBE FG WH CN MASTER PL-C 18W/865/ 4P 1CT/5X10 BOX	4	249,486	997,944
Kabag PAP, KA Kesatuan & KA Biro	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	9	914,607	8,231,463	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	6	639,600	3,837,600
Lantai 3								
Ruang Rapat	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	26	2,389,500	62,127,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	26	1,361,700	35,404,200
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865	3	3,327,000	9,981,000	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL	4	2,299,500	9,198,000

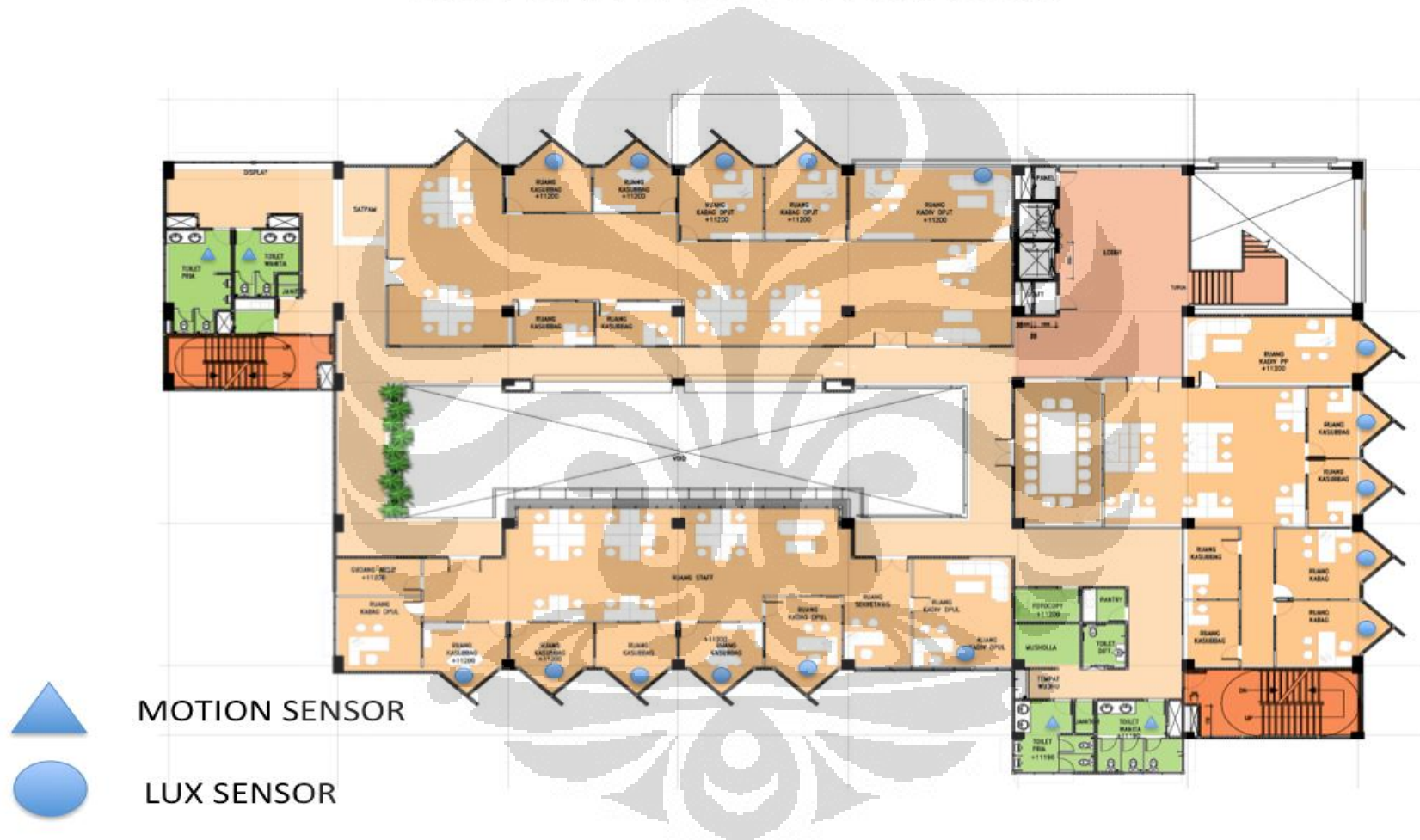
Lampiran 6: Pergantian Jenis Lampu (lanjutan)

	SLV/40				G13 1SL/25			
Staff Area	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	17	914,607	15,548,319	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	22	639,600	14,071,200
	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 + Nicad MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	1,852,131	5,556,393	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5+Nica d TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	4	1,577,124	6,308,496
Ruan g Kaba g_5 Typic al	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	15	914,607	13,719,105	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	10	639,600	6,396,000
Ruan g Kasub ag_7 Typic al	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	21	914,607	19,206,747	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	14	639,600	8,954,400
Ruan g KA Unit PKBL	TBS299 4xTL5- 14W EBE M2 MASTER TL5 HE 14W/865 SLV/40	3	914,607	2,743,821	TBS318 2xTLD- 36W HFE M5 TL- D36W/86 5 CDL G13 1SL/25	2	639,600	1,279,200
				636,841,791				360,488,796



LAMPIRAN 7  
**DENA LUX DAN MOTION SENSOR**  
(Typical lt 1-Lt 3)

## LUX DAN MOTION SENSOR



L7-1





**UNIVERSITAS INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**DEPOK**

**RISALAH SIDANG SKRIPSI**

Dengan ini dinyatakan bahwa pada:

Hari : Rabu, 20 Juni 2012  
Jam : 11.00 WIB – selesai  
Tempat : Ruang K.105 Fakultas Teknik Universitas Indonesia

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

Nama : Maidina  
NPM : 0806329400  
Judul Skripsi: : Pengaruh Aspek *Energy Efficiency and Conservation* Terhadap Biaya Konstruksi *Green Building* Dibandingkan Dengan *Conventional Building*

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

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

No	Pertanyaan	Perbaikan (koreksi) Yang Sudah Dilakukan
1	Perbaikan terhadap sistematika penulisan lampiran dan halaman acuan	sudah dilakukan
2	Subbab sistematika penulisan dihilangkan diganti dengan MOP	Sudah dilakukan pada hlm 7
3	Penambahan kesimpulan secara global	Sudah dilakukan pada hlm 90
4	Penjelasan Green Building akan mengurangi life-cycle cost	Sudah dilakukan pada hlm 89

**Dosen Pembimbing : Suratman, S.T., M.T.**

No	Pertanyaan	Perbaikan (koreksi) Yang Sudah Dilakukan
1	Penjelasan poin yang didapat dari tiap aspek	sudah dilakukan
2	Hubungan OTTV terhadap beberapa variabel	Sudah dilakukan pada hlmn 88
3	Penjelasan mengenai batasan green building studi kasus	sudah dilakukan pada hlmn 75
4	Alasan X3 paling dominan dan bandingkan dengan studi kasus	sudah dilakukan pada hlmn 88

**Dosen Penguji : Ir. Wisnu Isvara, M.T.**

No	Pertanyaan	Perbaikan (koreksi) Yang Sudah Dilakukan
1	Compared biaya green dan original ditabulasi	sudah dilakukan pada hlmn 85
2	Tabel 2. Dihilangkan, tampilkan yang sudah diisi saja	Sudah dilakukan pada hlmn 33
3	Penjelasan mengenai Tabel 2.2	sudah dilakukan pada hlmn 15

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

No	Pertanyaan	Perbaikan (koreksi) Yang Sudah Dilakukan
1	Cantumkan asal indikator	Sudah dilakukan pada hlmn 41
2	Perjelas kriteria pakar dan responden	Sudah dilakukan pada hlmn 49
3	Jabarkan hasil pakar pertama dan review hasil	Sudah dilakukan pada hlmn 51 s/d 52
4	Definisikan hasil analisa deskriptif	Sudah dilakukan pada hlmn 69
5	Deviasi setiap aspek green building	sudah dilakukan pada hlmn 85



Lampiran 8: Risalah Sidang Skripsi (lanjutan)

Seminar Skripsi ini telah selesai diperbaiki sesuai dengan keputusan sidang seminar skripsi Rabu, 20 Juni 2012 dan telah mendapat persetujuan dari dosen dan pembimbing.

Depok 20 Juni 2012

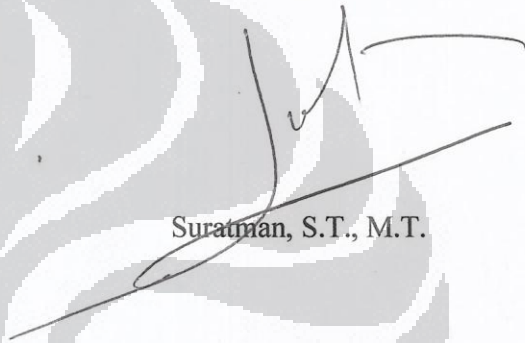
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



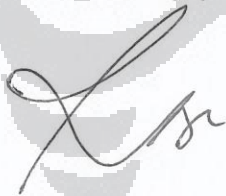
Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T.

Dosen Pembimbing II



Suratman, S.T., M.T.

Dosen Penguji I



Rosmariansi, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Ir. Wisnu Isvara, M.T.