

Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia

Trixy Firsani dan Christiono Utomo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: christionoutomo@gmail.com

Abstrak— Mengingat kenyataan bahwa seluruh emisi CO₂ yang ada di dunia lebih dari sepertiganya dihasilkan oleh bangunan[1], maka dibutuhkan suatu antisipasi untuk mengeliminir akan fakta tersebut, yaitu melalui penerapan suatu konsep bangunan ramah lingkungan atau biasa disebut dengan konsep *green building*. Salah satu bangunan yang mengadopsi konsep *green building* tersebut adalah Diamond Building Malaysia. Bangunan ini menghabiskan biaya yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan biaya pada pembangunan konvensional. Namun, dengan konsep *green building* yang memfokuskan pada pengefisiensi energi sepanjang siklus hidup proyek, penerapan konsep tersebut tentunya akan berbalik menjadi suatu keuntungan yang berkesinambungan pada biaya operasionalnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu studi analisa *Life Cycle Cost* untuk melihat seberapa besar biaya yang dikeluarkan oleh suatu bangunan berkonsep *green building* selama periode yang ditetapkan. Dalam melakukan analisa *Life Cycle Cost* dibutuhkan biaya-biaya yang relevan, antara lain Biaya Awal, Biaya Operasional dan Perawatan, Biaya Energi, Biaya Penggantian, dan Nilai Sisa. Analisa dilakukan dengan menggunakan *Present Worth Methode*, dimana periode analisa ditentukan selama 10 tahun. Dari hasil analisa *Life Cycle Cost* dengan kategori biaya yang terdiri dari Biaya Awal, Biaya Energi, Biaya Operasional dan Pemeliharaan, serta Biaya Penggantian, diperoleh total biaya siklus Diamond Building Malaysia adalah sebesar RM 235.096.883 atau sebesar Rp 759.290.649.000. Jika memasukkan Nilai Sisa dalam kategori biaya *Life Cycle Cost* tersebut, total biaya hidup Diamond Building menjadi RM 186.646.883 atau sebesar Rp 559.940.649.000.

Kata Kunci—*Life Cycle Cost, Green Building*

I. PENDAHULUAN

TINGKAT kesadaran global mengenai lingkungan hidup dan perubahan iklim pada beberapa tahun belakang ini meningkat dengan tajam. Berbagai gerakan hijau pun dilakukan untuk melindungi bumi dengan mengimplementasikan berbagai upaya efisiensi penggunaan energi dan meminimalisir kerusakan lingkungan. Upaya antisipasi pemanasan global tersebut pun dilakukan oleh sektor bangunan, mengingat pada kenyataan bahwa bangunan merupakan penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar di bumi ini. Seluruh emisi CO₂ yang ada di dunia, 30-40% dihasilkan oleh bangunan [1], sehingga setiap pengurangan emisi pada bangunan akan berdaya ungkit besar terhadap upaya antisipasi pemanasan global tersebut.

Besarnya peranan bangunan seperti rumah dan gedung perkantoran terhadap kerusakan lingkungan memiliki potensi sebaliknya untuk menyelamatkan lingkungan. Pelaku yang terkait dengan bangunan sangat banyak sekali, mulai dari pemilik bangunan, perencana, pembangun, pengoperasi hingga penghuni. Oleh karenanya, potensial untuk mengantisipasi kerusakan bumi lebih bagus melalui bangunan, yaitu salah satunya dengan mengimplementasikan suatu konsep bangunan ramah lingkungan atau biasa disebut dengan konsep “*green building*”, dimana konsep tersebut menuntut suatu bangunan untuk sangat memperhatikan aspek lingkungan, mulai dari tahap perencanaan, proses pembangunan, pemilihan bahan bangunan, instalasi hingga masa operasionalnya [2].

Salah satu bangunan yang mengadopsi konsep *green building* dan menjadi objek dalam Tugas Akhir ini adalah Diamond Building Malaysia yang memiliki efisiensi penggunaan energi bangunan sebesar 85 kwh/m²/tahun[3]. Perwujudan suatu efisiensi penggunaan energi bangunan yang minim pada sebuah bangunan berkonsep *green building* tersebut membutuhkan biaya yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan bangunan konvensional. Namun, dengan konsep *green building* yang memfokuskan pada efisiensi energi sepanjang siklus hidup proyek, penerapan konsep tersebut tentunya akan berbalik menjadi suatu keuntungan yang berkesinambungan pada biaya operasionalnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu studi analisa *Life Cycle Cost* untuk mengetahui kategori biaya apa saja yang terdapat dalam Proyek Diamond Building Malaysia dan juga melihat seberapa besar total biaya yang dikeluarkan oleh suatu bangunan yang berkonsep *green building*, mulai dari tahap desain sampai dengan usia yang ditetapkan.

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang juga berkaitan dengan *Life Cycle Cost*, diantaranya [4], [5], [6], [7], dan [8]. Akan tetapi terdapat perbedaan mendasar dengan penelitian ini, yaitu pada pertimbangan konsep *green building* dari objek Tugas Akhir ini, dimana berbeda dengan objek pada penelitian-penelitian sebelumnya yang mengambil bangunan berkonsep konvensional sebagai objek penelitiannya. Hal inilah yang juga melatarbelakangi penulisan Tugas Akhir ini.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Jenis dan Konsep Penelitian

Tugas Akhir dengan judul “*Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia*” ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan total biaya siklus hidup

(Life Cycle Cost) pada sebuah bangunan yang menggunakan konsep *green building*. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut, ialah Metode Nilai Sekarang atau *Present Worth Method*.

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, adapun variabel-variabel yang akan diukur untuk mengetahui biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*)[9] pada Diamond Building Malaysia. Variable-variabel tersebut antara lain sebagai berikut :*Initial Cost* (Biaya awal); *Operational-MaintenanceCost* (Biaya Operasioanal dan Perawatan); *Energy Cost* (Biaya Energi); *Replacement Cost* (Biaya Penggantian); *Residual Cost* (Nilai Sisa) dan Umur Siklus

C. Proses Penelitian

Proses penelitian pada Tugas Akhir ini ditunjukkan dalam bentuk sebuah bagan alir atau *flow chart*, yang dapat dilihat pada [10].

III. HASIL PENELITIAN

A. Cost Breakdown Structure

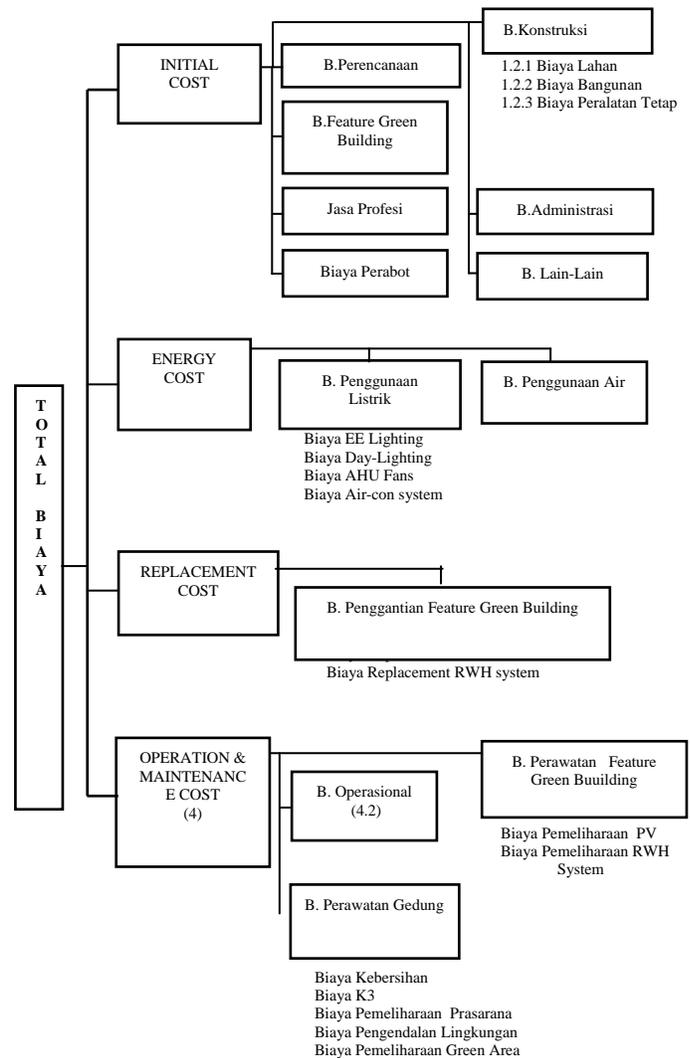
Pengkategorian biaya *Life Cycle Cost* pada Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 , dimana biaya-biaya yang akan dihitung dibagi menjadi empat kategori biaya, yaitu Biaya Awal, Biaya Energi, Biaya Operasional dan Perawatan, serta Biaya Penggantian [11].

B. Biaya Awal (Initial Cost)

Biaya awal (*Initial Cost*) pada analisa *Life Cycle Cost* Diamond Building ini terdiri dari biaya perencanaan, biaya konstruksi, biaya fitur *green building*, jasa profesi, biaya peralatan bergerak (perabot), dan biaya administrasi.

Biaya konstruksi pada Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 1, dimana terdiri dari biaya lahan, biaya bangunan, dan biaya peralatan tetap. Adapun penjelasan perhitungan estimasi sebagai berikut :

- a. Estimasi pada biaya lahan didasarkan pada harga lahan per m² di Kota Putrajaya, yaitu RM 10.000/m²[12]. Dikalikan dengan luasan lahan pada Diamond Building , yaitu 4929,11 m²[3].
- b. Besarnya biaya bangunan, yaitu RM 64.600.000 berasal dari informasi yang didapatkan langsung dari owner Diamond Building, yaitu Suruhanjaya Tenaga Benhard Malaysia[3].
- c. Biaya peralatan tetap berupa sistem tata udara, transportasi vertikal, sistem pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran, pengolahan limbah (*grey water*), dan penerangan luar. Besarnya biaya peralatan tetap diestimasikan sebesar 7 % dari biaya bangunan[13].
- d. Total biaya diperoleh dengan mengalikan volume dengan unit biayanya.



Gambar. 1. Cost Breakdown Structure Proyek Diamond Building.

Tabel 1.

Estimasi Biaya Konstruksi			
Uraian	Volume	Unit Biaya (RM)	Total Biaya (RM)
Biaya Konstruksi :			
a. Biaya Lahan	4929,11 m ²	10.000	49.281.100
a. Biaya Bangunan		64.600.000	64.600.000
c. Biaya Peralatan tetap	7%	64.600.000	4.522.000
Total Biaya Konstruksi :			118,403,100

Perhitungan estimasi biaya awal fitur *green building* pada Bangunan Diamond dapat dilihat pada Tabel 2, dimana total biayanya diperoleh dengan mengalikan volume yang diketahui dengan unit biayanya.

Tabel 2.

Estimasi Biaya Awal pada Fitur Green Building			
Uraian	Volume	Unit Biaya (RM)	Total Biaya (RM)
Biaya Feature Green Building			
Daylighting			
a. Lightshelf	2788m ²	265,054	738.970,55
b. Dynamic blind system		1.431.802.21	1.431.802.21
c. Double e –glazing	3590,64 m ²	395,098	1.418.654,68
Radiant slab cooling			
a. Electrical cost	11458,04688 m ²	397,527	4.554.883,00
b. Mechanical cost	11458,04688 m ²	513,55	5.884.279,97
Solar PV			

a. BIPV system	71,4 kWp	22182,24	1,583,811,94
Rainwater Harvesting System			
a. First flush filters	1 Unit	368,59	368,59
b. Storage tank	2 Unit	74094,89	148,189,78
c. Plumb tank	1 Unit	7806,8	7,806,80
d. Pump	2 unit / tank	9,21	18,42
e. Floating intake	2 unit / tank	786,33	1,572,66
f. Distribution piping	1 linear feet	39,32	39,32
g. Booster Pumps	2 unit / tank	4,54	9,08
Biaya Green Area	3.600 m ²		
TOTAL			16.548.399,97

Estimasi besarnya biaya jasa profesi, biaya perabot, biaya administrasi, dan biaya lain-lain dapat dilihat pada Tabel 3, dengan persentase biaya yang didasarkan pada [13].

Tabel 3.

Estimasi Biaya Jasa Profesi, Biaya Perabot, Biaya Administrasi, dan Biaya Lain-Lain

Uraian	Volume	Unit Biaya (RM)	Total Biaya (RM)
Jasa Profesi	6%	118.403.100	7.104.186
Biaya Peralatan Bergerak	15%	64.600.000	9.690.000
Biaya Administrasi	5%	118.403.100	5.920.155
Biaya Lain-Lain	15%	118.403.100	17.760.465

Keseluruhan rincian biaya awal (*Initial Cost*) pada Diamond Building dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.

Estimasi Biaya Awal

Uraian	Total Biaya (RM)
Biaya Investasi	
Biaya Perencanaan	1.615.000
Biaya Konstruksi	118.403.100
Biaya Feature Green Building	16.548.399,97
Jasa Profesi	7.104.186
Biaya Peralatan Bergerak (Perabot)	9.690.000
Biaya Administrasi	5.920.155
Biaya Lain-Lain	17.760.465
TOTAL	177.041.306

C. Biaya Energi (Energy Cost)

Biaya energi terdiri atas biaya penggunaan listrik dan biaya penggunaan air. Estimasi biaya energi dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5.

Estimasi Biaya Energi

Uraian	Pemakaian	Dasar Tarif (RM)	Total Biaya (RM)
Biaya Energi			
Biaya Penggunaan Listrik			
Biaya EE Lighting	212 MWh	0,312	66.144
Biaya Day-Lighting	108 MWh	0,312	33.696
Biaya AHU fans	397 MWh	0,312	123.864
Biaya Air system	31 MWh	0,312	9.672
Biaya Penggunaan Air	2800 m ³	0.77	2.156
TOTAL			235.532

D. Biaya Penggantian (Replacement Cost)

Diamond Building sebagai objek pada Tugas Akhir ini, ditentukan memiliki umur penggunaan selama 10 tahun. Dengan demikian, komponen-komponen bangunan yang memiliki umur teknis lebih kecil daripada umur manfaat yang

ditentukan tersebut harus mengalami pergantian (*replacement*).

Total estimasi dari biaya pergantian itu sendiri dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6.

Estimasi Biaya Penggantian

Uraian	Year	Biaya / event
Biaya Replacement		
Biaya replacement PV	10	44016,3
Rainwater harvesting :		
a. Pump replacement	10	52040,2
b. Minor fitting replacement	5	4621,69
c. Booster pump replacement	10	4553,9

E. Biaya Operasional dan Pemeliharaan (Operational and Maintenance Cost)

Biaya operasional dan pemeliharaan pada analisa *Life Cycle Cost* ini dibedakan menjadi dua, yaitu biaya operasional dan biaya pemeliharaan /perawatan prasarana gedung secara umum dan biaya pemeliharaan/perawatan khusus pada fitur *green building*.

a) Biaya Pemeliharaan Fitur Green Building

Biaya pemeliharaan / perawatan pada fitur *green building* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7.

Estimasi Biaya Pemeliharaan Fitur Green Building

Uraian	Total Biaya (RM)
Biaya Pemeliharaan Feature Green Building	
Biaya pemeliharaan PV	978,14
Biaya pemeliharaan Rainwater harvesting	4621,69

b) Biaya Operasional dan Pemeliharaan Pasarana Gedung secara Umum

Menurut [13], biaya operasional dan pemeliharaan secara sederhana dapat diper-hitungkan sekitar 25% dari total *life cycle cost*. Berikut adalah contoh perhitungan dari biaya operasional/maintenance :

$$OM = 25 \% \times 235.096.883 = \text{RM } 52.675.628$$

Dari jumlah tersebut, alokasi untuk biaya pengelolaan bangunan (operasional) adalah sebesar 6% dan untuk biaya pemeliharaan /perawatan adalah sebesar 94%. Rincian kedua biaya tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini

Tabel 8.

Estimasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Uraian	%	Total Biaya (RM)
Biaya Operasional dan Maintenance (OM)		
Biaya Operasional (O)	6%	3.576.887,36
Biaya Maintenance (M)		
Biaya kebersihan	42 %	23.535.918,84
Biaya keamanan dan keselamatan kerja	9 %	5.043.411,18
Biaya Pemeliharaan Gedung dan Prasarana	22 %	12.328.338,44
Biaya Pengendalian Lingkungan	12 %	6.724.548,24
Biaya pemeliharaan taman (Green area)	9%	5.043.411,18
TOTAL		52.675.628

Jika diannualkan, maka keseluruhan biaya operasional dan pemeliharaan prasarana umum secara gedung per tahunnya adalah sebesar RM 7.642.914,39

F. Analisa Life Cycle Cost

Analisa *Life Cycle Cost* ini menggunakan pendekatan ekivalen Metode Nilai Sekarang (*Present Worth Method*). Perhitungan besarnya *Present Worth* menggunakan biaya-biaya yang terdapat dalam Tabel 4 sampai dengan Tabel 8, yaitu dengan menggunakan :

- a. Tingkat suku bunga (i) : 6 %
- b. Periode analisa (n) : 10 tahun
- c. Present time / tahun ke – 0 : tahun 2012
- d. Inflasi diabaikan

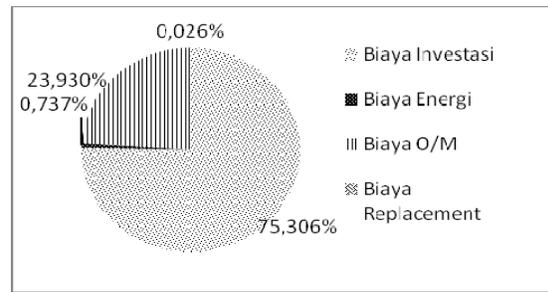
Dikarenakan biaya – biaya yang terdapat pada kategori Biaya Awal terjadi di awal, maka nilai *Present Worth*nya tidak terpengaruh oleh *time value of money*, sedangkan pada kategori biaya lain yang terdiri dari Biaya Energi, Biaya Penggantian harus memperhitungkan pengaruh *time value of money* [14]. Dengan diketahuinya nilai annual / tahunan (A), besarnya tingkat suku bunga, serta mengabaikan inflasi, maka dalam analisa *Present Worth* Biaya Energi digunakan Rumus nilai sekarang seri pembayaran sama (*equal – payment - series present - amount formula*) [11]. Untuk Biaya Operasional dan Pemeliharaan khusus pada fitur *green building* dan juga Biaya Penggantian, digunakan rumus nilai sekarang pembayaran tunggal (*single - payment present - amount formula*) [11]. Hal ini dikarenakan biaya – biaya tersebut dikeluarkan pada tahun ke –n atau dikatakan sebagai biaya masa datang (F). *Present Worth* dari masing-masing kategori biaya kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan keseluruhan biaya hidup bangunan (*Life Cycle Cost*) dari Diamond Building.

Untuk rekapitulasi perhitungan *Present Worth* dari masing-masing kateregori biaya pada analisa *Life Cycle Cost* pada Tugas Akhir ini, dapat dilihat pada Lampiran 1.

G. LCC Modelling

a) LCC Modelling Tanpa Nilai Sisa

Life Cycle Cost Modelling dibuat untuk memperlihatkan persentase dari tiap kategori biaya di dalam *Life Cycle Cost* [15]. Pada Diamond Building ini, LCC modelling tersebut dapat dilihat pada pie-chart dalam Gambar 3.2



Gambar 2. Pie Chart LCC Tanpa Nilai Sisa.

b) LCC Modelling dengan Nilai Sisa

Jika memasukkan Nilai Sisa bangunan dalam *Life Cycle Cost* pada Diamond Building, maka persentase dari tiap kategori biaya berubah menjadi seperti yang tampak pada Gambar 3.3, dimana nilai sisa diperoleh dengan :

$$\text{Nilai Sisa Bangunan} = \text{Depresiasi bangunan} \times \text{Biaya Bangunan [16];}$$

Dimana :

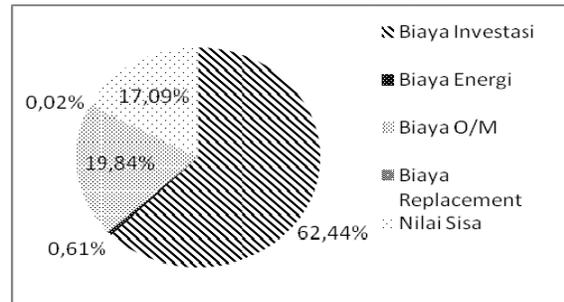
Usia Penggunaan : 10 Tahun

Usia Bangunan : 40 tahun, maka

Depresiasi yang terjadi pada Diamond Building adalah sebesar $\frac{40-10}{40} = 0,75$ atau 75%

Sehingga,

$$\text{Nilai Sisa Diamond Building} = 75\% \times \text{RM } 64.600.000 = 48.450.000$$



Gambar 3. Pie Chart LCC dengan Nilai Sisa.

H. Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas ini merupakan perubahan *Life Cycle Cost* terhadap tingkat suku bunga (i) dengan rentang ± 30%. Rekapitulasi hasil perhitungan sensitivitas dimasukkan ke dalam 11 diberikan juga grafik hasil analisa sensitivitas pada Gambar 4.

Tabel 11.

Sensitivitas LCC terhadap Perubahan i

i	% kumulatif perubahan i	LCC (RM)	% kumulatif Perubahan LCC
7.8%	30%	234.901.086	-5.2%
7.2%	20%	234.963.523	-3.5%
6.6%	10%	235.028.737	-1.8%
6.0%	0%	235.096.883	0.0%
5.4%	-10%	235.168.127	1.9%
4.8%	-20%	235.242.645	3.8%
4.2%	-30%	235.320.623	5.9%

Keterangan :

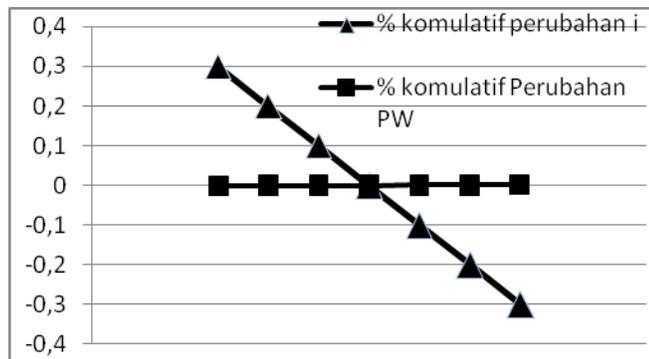
$$\% \text{Komulatif Perubahan LCC} = \frac{\text{LCC awal} - \text{LCC baru}}{\text{LCC baru}} \times 100\%$$

Tabel 9. Persentase LCC Tiap Kategori Biaya

Kategori Biaya	LCC (RM)	Persentase
Biaya Awal (Initial Cost)	177.041.306	75,306%
Biaya Energi (Energy Cost)	1.733.536	0,737%
Biaya Operasional dan Pemeliharaan (Operational & Maintenance Cost)	56.259.826,67	23,932%
Biaya Penggantian (Replacement Cost)	62.214,65	0,026%
TOTAL	235.096.883	100%

Tabel 10. Persentase PW Tiap Kategori Biaya.

Kategori Biaya	LCC (RM)	Persentase
Biaya Awal (Initial Cost)	177.041.306	62,44%
Biaya Energi (Energy Cost)	1.733.536	0,61%
Biaya Operasional dan Pemeliharaan (Operational & Maintenance Cost)	56.259.826,67	19,84%
Biaya Penggantian (Replacement Cost)	62.214,65	0,02%
Nilai Sisa	48.450.000	17,09%
TOTAL	186.646.883	100%



Gambar. 4. Grafik Sensitivitas LCC terhadap Perubahan i.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada Bab IV, maka dalam Tugas Akhir berjudul “Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia” ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kategori biaya yang terdapat pada Proyek Diamond Building, yaitu *Initial Cost* (Biaya Awal), *Energy Cost* (Biaya Energi), *Operational and Maintenance Cost* (Biaya Operasional dan Pemeliharaan), dan *Replacement Cost* (Biaya Penggantian).
2. Dengan menggunakan *Present Worth Method* pada tingkat suku bunga (i) = 6% dan periode analisa (n) =10 tahun, total biaya hidup (*Life Cycle Cost*) dari Proyek Diamond Building Malaysia adalah sebesar RM235.096.883 atau sebesar Rp 759.290.649.000, dengan rincian sebagai berikut:
 - a. *Initial Cost* sebesar RM 177.041.306, *Energy Cost* sebesar RM 1.733.536,02, *Operational and Maintenance* sebesar RM 56.259.826,67, dan *Replacement Cost* sebesar RM 62.214,65.
 - b. Dalam analisa sensitivitas yang dilakukan pada *besar nilai Life Cycle Cost terhadap perubahan* tingkat suku bungadengan rentang $\pm 30\%$, dapat diketahui bahwa perubahan tingkat suku bunga tidak sensitif terhadap perubahan *Life Cycle Cost*.
 - c. Pada LCC Modelling, dapat dilihat bahwa persentase tiap kategori biaya terhadap biaya total jika tanpa memperhitungkan nilai sisa, yaitu *Initial Cost* sebesar 75,306%, *Energy Cost* sebesar 0,737%, *Operational and Maintenance Cost* sebesar 23,932%, dan *Replacement Cost* sebesar 0,026%, sedangkan jika memperhitungkan nilai sisa, maka persentase tiap kategori biaya berubah menjadi, yaitu *Initial Cost* sebesar 62,44%, *Energy Cost* sebesar 0,61%, *Operational and Maintenance Cost* sebesar 19,84%, *Replacement Cost* sebesar 0,02%, dan *Residual Cost* sebesar 17,09%. Dari LCC Modelling juga dapat diketahui bahwa dengan atau tanpa memperhitungkan nilai sisa, persentase terbesar dari *Life Cycle Cost* pada Proyek Diamond Building adalah *Initial Cost*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Green Building Council Indonesia (2009).
- [2] Green Building Index Malaysia (2009).
- [3] Suruhanjaya Tenaga, Energy Comission of Malaysia.
- [4] Triana, Asri. 2005. *Analisa Perbandingan Life Cycle Cost Penggunaan Bata, Hebel, Kalisboard, Gympsumboard, Yumenboard pada Dinding Ruang Rawat Inap RSU. Dr. Saiful Anwar Malang*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.
- [5] Yudita, Handria. 2005. *Analisa Life Cycle Cost pada Proyek Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Siwalakerto Surabaya*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.
- [6] Pamungkas, Dani. 2005. *Analisa Life Cycle Cost Perbandingan Antara Sistem AC dengan Blower pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil Dirjend Pajak*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.
- [7] Agung. 2007. *Analisa Life Cycle Cost pada Proyek Pembangunan Gedung Karipka di Mojokerto*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.
- [8] Agung, Hari. 2007. *Analisa Life Cycle Cost Sistem pada Gedung Dr. Soetomo Surabaya*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.
- [9] Kelly, J., and Steven Male. 1993. *Value Management in Design and Construction : The Economic Management of Projects*, E & FN. Spon, London.
- [10] Firsani, Trixy. 2008. *Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diaomond Building Malaysia*. Tugas Akhir S1. Surabaya: ITS.
- [11] Fabricky, W. J., and Benjamin S. Blanchard. 1991. *Life Cycle Cost and Economic Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- [12] URL : <http://www.iproperty.com.my>
- [13] Juwana, J. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*. Jakarta : Erlangga.
- [14] Ashworth, Allan. 1994. *Perencanaan Bahan Bangunan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [15] Kirk,S. J., and Alphonse J. 1995. *Life Cycle Costing for Design Professionals*, edisi kedua. McGraw-Hill, Inc., New York.
- [16] Barringer, P. 2003. *A Life Cycle Cost Summary*. The International Conference of Maintenance Societies. Maintenance Engineering Society of Australia, Perth.20-23 Mei

LAMPIRAN

Rekapitulasi Analisa Life Cycle Cost dengan Present Worth Method

Study Title : Projek Diamond Building Malaysia Discount Rate : 6 % Life Cycle (Years):10thn_Present Time :2012			Estimated Cost (RM)	Present Worth (RM)	
Initial Cost	Initial Cost :				
	Biaya Perencanaan		1.615.000	1.615.000	
	Biaya Lahan		49.281.100	49.281.100	
	Biaya Bangunan		64.600.000	64.600.000	
	Biaya Peralatan Tetap		4.522.000	4.522.000	
	Biaya Fitur Green Building		16.548.400	16.548.400	
	Jasa Profesi		7.104.186	7.104.186	
	Biaya Peralatan Bergerak (Perabot)		9.690.000	9.690.000	
	Biaya Administrasi		5.920.155	5.920.155	
	Biaya Lain-Lain		17.760.465	17.760.465	
Total Initial Cost				177.041.306	
Energy Cost	Energy Cost		PW Factor		
	Biaya EE Lighting		7,3601	66.144	486.825,60
	Biaya Day-Lighting		7,3601	33.696	248.005,49
	Biaya AHU fans		7,3601	123.864	911.649,82
	Biaya Air-con system		7,3601	9.672	71.186,76
	Biaya Penggunaan Air		7,3601	2.156	15.868,35
	Total Energy Cost				1.733.536,02

Study Title : Projek Diamond Building Malaysia Discount Rate : 6 % Life Cycle (Years):10thn_Present Time :2012				Estimated Cost (RM)	Present Worth (RM)	
Operational & Maintenance Cost	Operational & Maintenance Cost		PW Factor			
	Biaya Operasional (O)		1	3.576.887,36	3.576.887,36	
	Biaya kebersihan		1	23.535.918,84	23.535.918,84	
	Biaya keamanan dan keselamatan kerja		1	5.043.411,18	5.043.411,18	
	Biaya Perawatan perlengkapan bangunan		1	12.328.338,44	12.328.338,44	
	Biaya Pengendalian Lingkungan		1	6.724.548,24	6.724.548,24	
	Biaya pemeliharaan taman (Green area)		1	5.043.411,18	5.043.411,18	
	Biaya pemeliharaan PV		1,3056	978,14	1.277,11	
	Biaya pemeliharaan Rainwater harvesting		1,3056	4.621,69	6.034,32	
	Total Operational & Maintenance Cost				56.259.826,67	
Replacement Cost	Replacement Cost		Year	PW Factor		
	Biaya replacement atrium					
	Biaya replacement radiant slab cooling					
	Biaya replacement PV		10	0,5584	44.016,30	24.578,47
	a. Pump replacement		10	0,5584	52.040,20	29.058,98
	b. Minor fitting replacement		5	1,3056	4.621,69	6.034,32
	c. Booster pump replacement		10	0,5584	4.553,90	2.542,87
Total Replacement Cost				62.214,65		
LCC	TOTAL LIFE CYCLE COST (Present Worth)				235.096.883	