

## PERHITUNGAN *LIFE CYCLE COST* SISTEM PENDINGIN RUANGAN PADA GEDUNG HOTEL GOLDVITEL SURABAYA

Kefin Janitra<sup>1</sup>, Khrisna Widyanugrah<sup>2</sup>, Ratna Setiawardani Alifen<sup>3</sup>

**ABSTRAK :** Biaya merupakan salah satu aspek penting yang tidak terpisahkan dalam pembangunan suatu bangunan konstruksi. Selama siklus bangunan yakni mulai dari tahap perencanaan hingga operasional bangunan semua berkaitan erat dengan komponen biaya. Salah satu komponen yang penting dalam biaya siklus suatu bangunan adalah biaya energi. Bila tidak direncanakan dengan baik maka dapat menghasilkan biaya energi yang tinggi dan boros pada operasional gedung. Objek penelitian ini adalah Hotel GoldVitel Surabaya. Luas bangunan sebesar 600 m<sup>2</sup> (per lantai) yang mempunyai 20 lantai dengan total kamar sebanyak 136 kamar serta luas total dengan sistem pendingin sebesar 3463,58 m<sup>2</sup>. Pada desain awal, hotel ini mempunyai gabungan sistem pendingin yakni Non-VRV dan VRV. Alternatif 1 memfokuskan pada ruangan dengan sistem pendingin Non-VRV sedangkan alternatif 2 menggunakan ruangan yang sama pada alternatif 1 namun dengan sistem pendingin VRV. Oleh sebab itu, diperlukan analisis *Life Cycle Cost* (LCC) untuk mendapatkan biaya yang paling efektif dari alternatif yang tersedia. Hasil penelitian yang telah diperoleh yaitu jumlah *annual value* LCC alternatif 1 dan 2 masing-masing sebesar Rp 7.220.488/tahun/m<sup>2</sup> dan Rp 5.444.100/tahun/m<sup>2</sup>.

**KATA KUNCI:** *life cycle cost*, biaya, sistem pendingin ruangan

### 1. PENDAHULUAN

Pembangunan sebuah bangunan konstruksi tidak bisa terlepas dari komponen biaya. Selama siklus bangunan yakni dari tahap perencanaan hingga ke tahap operasional bangunan, semua berkaitan erat dengan komponen biaya. Adapun komponen biaya yang terdapat dalam suatu siklus hidup bangunan adalah modal awal bangunan, biaya energi, biaya *maintenance* dan operasional bangunan bahkan biaya penggantian. Salah satu komponen yang penting dalam biaya siklus suatu bangunan adalah biaya energi. Biaya energi yang dikeluarkan sebuah bangunan harus benar-benar efektif dan efisien, sehingga dapat mengurangi pengeluaran yang berlebihan. Oleh sebab itu, biaya tersebut harus dihitung dengan baik salah satunya adalah dengan *Life Cycle Cost* (LCC). *Life Cycle Cost* (LCC) biasanya digunakan untuk menghitung berbagai macam alternatif suatu sistem yang akan digunakan sebelum pembangunan. Pada penelitian ini penulis akan menghitung *Life Cycle Cost* dari alternatif-alternatif sistem pendingin ruangan yang akan digunakan pada sebuah gedung sehingga dapat memberikan gambaran sistem mana yang paling efektif dan efisien.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

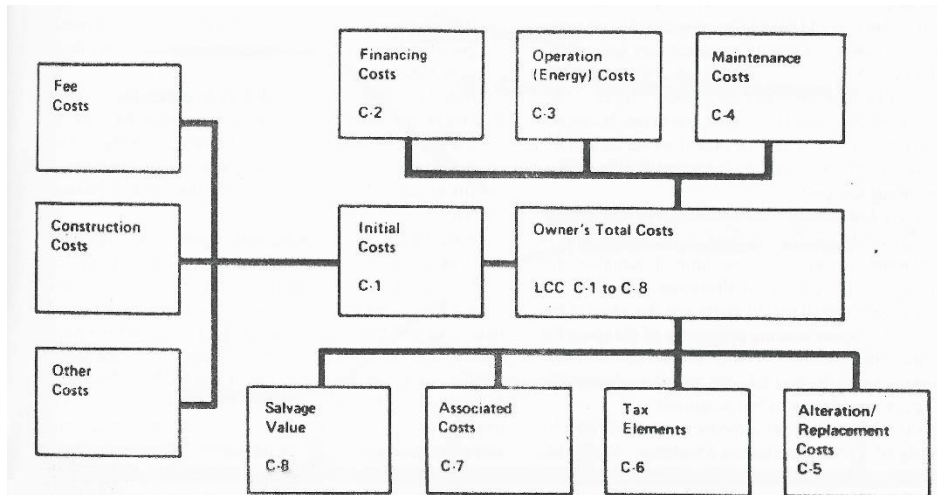
#### *Life Cycle Cost*

Menurut Kirk & Dell'Isola (1995) mengatakan bahwa *Life Cycle Cost* adalah total biaya yang dikeluarkan sepanjang siklus hidup suatu sistem yang langsung berhubungan dengan biaya kepemilikan selama umur ekonomis. Konsep *Life Cycle Cost* adalah sebuah proses untuk menentukan biaya paling efektif diantara banyak alternatif yang tersedia.

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, kefinjanitra@gmail.com

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, khrisnawidyanugrah@gmail.com

<sup>3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, alifrat@petra.ac.id

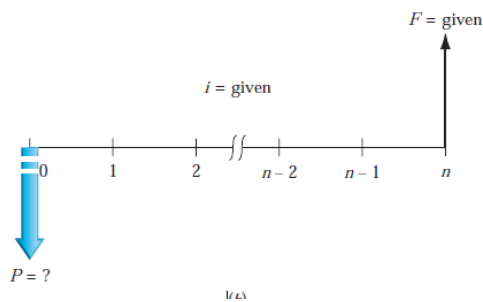


**Gambar 1. Life Cycle Cost Elements**

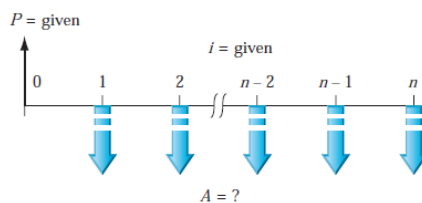
Dalam analisis LCC menggunakan *Annual Worth (A)* atau *Present Worth (P)* guna mengevaluasi biaya estimasi untuk keseluruhan siklus hidup proyek. Dalam *Life Cycle Cost* terdapat 9 komponen utama yaitu (1) *Initial Costs*, (2) *Financing Costs*, (3) *Operational Costs*, (4) *Maintanance Costs*, (5) *Replacement Costs*, (6) *Tax Elements*, (7) *Associated Costs*, (8) *Salvage Value*.

**Discounted Rate**

Menurut Shiella & Santoso (2000) LCC dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $P = F / (P/F, i\%, n)$  sebagai *Present Value* yang dapat dilihat pada **Gambar 2** dan *Annual Value* menggunakan rumus  $A = P / (A/P, i\%, n)$  yang diilustrasikan pada **Gambar 3**.



**Gambar 2. Present Value**



**Gambar 3. Annual Value**

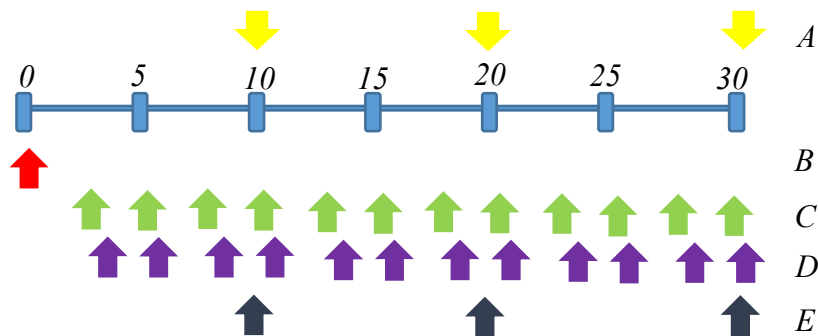
**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Tahap awal penelitian ini dimulai dengan studi literatur dari beberapa buku, jurnal dan internet mengenai penelitian terdahulu yang bertujuan mempelajari teori-teori serta memaksimalkan pemahaman penulis mengenai sumber-sumber data yang sudah ada, semisal memahami *Life Cycle Cost Analysis*, *Cooling Load*, *Energy Cost*, dan listrik. Kemudian objek studi kasus ini adalah Hotel GoldVitel yang berlokasi di Surabaya dengan alamat Basuki Rahmat No. 147. Luas bangunan sebesar 600 m<sup>2</sup> (per lantai) yang mempunyai 20 lantai (tinggi bangunan 65,6 m) dengan total kamar sebanyak 136 kamar serta luas total dengan sistem pendingin sebesar 3463,58 m<sup>2</sup>. Pada desain awal, hotel ini mempunyai gabungan sistem

pendingin yakni Non-VRV dan VRV. Tahap berikutnya adalah perencanaan alternatif. Keterbatasan lahan penempatan sistem pendingin ruang di proyek gedung Hotel Goldvitel sehingga direncanakan dua alternatif saja. Alternatif 1 adalah perencanaan sistem pendingin ruangan AC Non-VRV. Sedangkan alternatif 2 adalah perencanaan sistem pendingin ruangan AC VRV. Perencanaan alternatif ini bertujuan mendapatkan perbedaan nilai LCC agar mempermudah memilih suatu opsi. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data seperti denah sistem tata udara, daftar peralatan AC split dan AC VRV fasilitas serta wawancara dengan pihak kontraktor MEP dan HVAC yang bertujuan mendapatkan nilai komponen-komponen LCC serta fitur-fitur yang terdapat pada AC VRV. Komponen LCC terdapat 8 komponen yang bertujuan mengidentifikasi biaya yang membebani *owner* ketika membeli suatu sistem. Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan 5 komponen LCC.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini komponen LCC yang digunakan hanya 5 komponen yang meliputi *Initial Cost*, *Operational Cost*, *Maintenance Cost*, *Replacement Cost* dan *Salvage Value*. Sedangkan untuk 3 komponen lain yaitu *Financing Costs*, *Tax Elements* dan *Associated Costs* tidak digunakan karena *owner* mempunyai modal yang cukup untuk menginvestasikan sistem pendingin, kemudian pajak sudah termasuk dalam harga AC merk Daikin serta penelitian ini tidak berhubungan dengan biaya manajemen dan administrasi. Penentuan umur bangunan selama 30 tahun didasarkan pada faktor fungsional bangunan bahwa tidak ada pekerjaan perbaikan dalam presentasi besar. Sedangkan penentuan umur investasi sistem pendingin ruang pada tiap alternatif didasarkan hasil wawancara dengan pihak kontraktor MEP & HVAC. Berikut adalah model *cash flow* komponen LCC pada Gambar 4 dan Gambar 5, serta hasil LCC Alternatif 1 dan Alternatif 2 masing-masing pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**

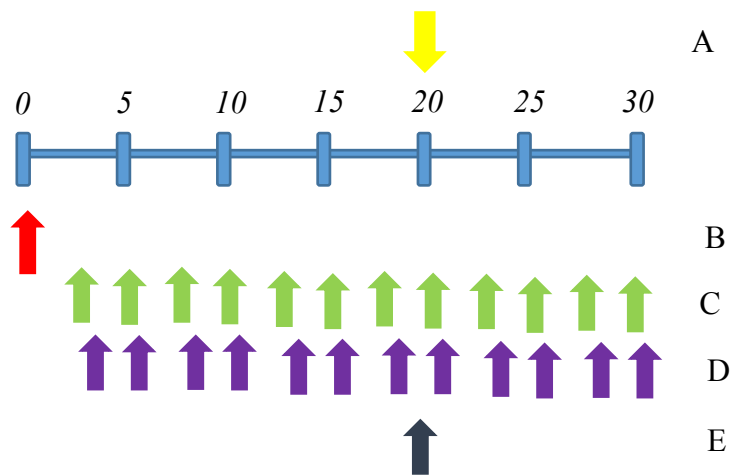


Gambar 4. *Cashflow* Komponen LCC Alternatif 1

Keterangan :

- A : *Salvage Value* / 10 tahun
- B : *Initial Cost*
- C : *Operational Cost*, *Maintenance Cost* / tahun
- D : *Replacement Cost* / 10 tahun

Pada **Gambar 4** menunjukkan model *cashflow* komponen LCC untuk alternatif 1. Selama rentang waktu 30 tahun adalah umur bangunan. Pada tahun ke 0 itu adalah waktu sekarang, dimana *Initial Cost* itu berlangsung. Lalu *Operational Cost* dan *Maintenance Cost* terjadi setiap tahun selama umur ekonomis bangunan. Sedangkan *Replacement Cost* dan *Salvage Value* terjadi setiap periodik 15 tahun.



**Gambar 5. Cashflow Komponen LCC Alternatif 2**

Keterangan :

- A : *Salvage Value* / 20 tahun
- B : *Initial Cost*
- C : *Operational Cost, Maintenance Cost* / tahun
- D : *Replacement Cost* / 20 tahun

Pada **Gambar 5** menunjukkan model *cashflow* komponen LCC untuk alternatif 2. Umur bangunan sama seperti alternatif 1 yaitu 30 tahun dan pada tahun ke 0 terjadi *Initial Cost*. Lalu *Operational Cost* dan *Maintenance Cost* terjadi setiap tahun selama umur ekonomis bangunan. Sedangkan *Replacement Cost* dan *Salvage Value* terjadi setiap periodik 20 tahun, maka pada tahun ke 30 tidak terjadi *Replacement Cost* maupun *Salvage Value*. Maka *discounted rate* yang digunakan untuk *Initial Cost* sama seperti alternatif 1 yaitu  $(A/P, i\%, n)$ . Sedangkan *Replacement Cost* dan *Salvage Value* menggunakan

**Tabel 1. Hasil Perhitungan LCC Alternatif 1**

Perhitungan			Sistem AC VRV dan non VRV		
Bunga			: 12% /tahun		
Umur (N)			: 30 tahun		
			Alternatif 1		
A	B	C	Biaya (Rp)	Biaya (Rp/tahun)	Biaya (Rp/tahun/m2)
1. Biaya Awal [Ip]		(A/P,12%,30)			
Total Biaya		0,1241	421.927.500	-	101.602
2. Biaya Operasional [Op]		-			
A. Energi Listrik					
Total Biaya			-	3.655.499.224	7.090.897
3. Biaya Perawatan [Mn]					
A. Cek Ampere					
B. Pembersihan					
Total Biaya			-	9.630.000	18.680
4. Biaya Penggantian [Re]	Tahun	(A/F,12%,10)			
	10	0,05698			
Total Biaya			284.550.000		31.451
5. Nilai Sisa [Sv]	Tahun	(A/F,12%,10)			
	10	0,05698			
Total			28.455.000		3.145
Total AV life cycle cost (Rp/Tahun/m2)			7.239.486		

Pada **Tabel 1** menunjukkan hasil 5 komponen LCC untuk alternatif 1. Kolom A adalah jenis komponen LCC. Lalu, kolom B dan kolom C masing-masing menunjukkan nominal umur tahun dan faktor *discounted rate*. Kemudian, Kolom D adalah hasil perhitungan komponen LCC. Serta, Kolom E adalah hasil perkalian antara kolom D dan kolom C, lalu dibagi dengan luas seluruh ruang.

**Tabel 2. Hasil Perhitungan LCC Alternatif 2**

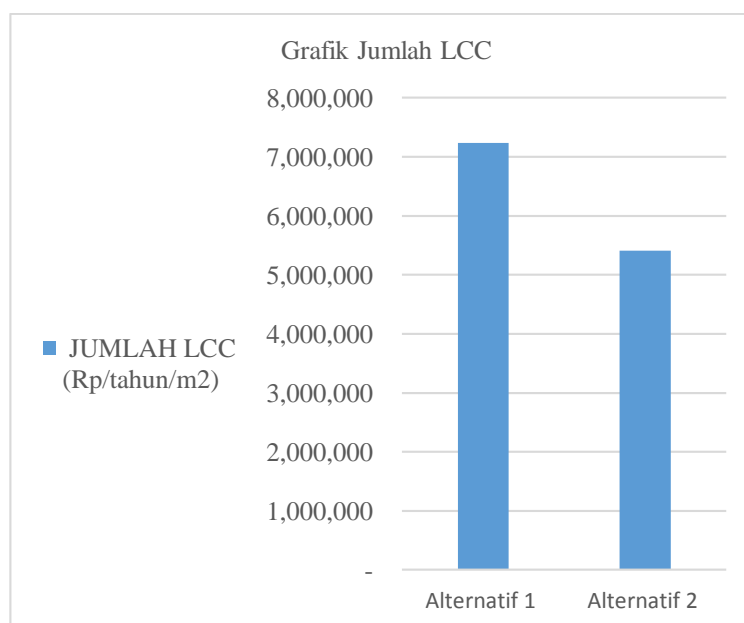
Perhitungan : Sistem AC VRV			Alternatif 2		
Bunga : 12% / tahun			Biaya (Rp)	Biaya (Rp/tahun)	Biaya (Rp/tahun/m2)
Umur (N) : 30 tahun			D	E	F
A	B	C	D	E	F
Biaya Awal [Ip]		(A/P,12%,30)			
Total Biaya		0,1241	1.461.027.309	-	351.823
		-			
Biaya Operasional [Ep]		-			
A. Energi Listrik					
Total Biaya			-	2.585.541.628	5.015.405
Biaya Perawatan [M]					
A. Cek Ampere					
B. Pembersihan					
Total Biaya			-	9.630.000	18.680
Biaya Penggantian [Re]	Tahun	(P/F,12%,20)			
	20	0,1037			
Total Biaya	30	(A/P,12%,30)	1.211.166.600	-	30.235
		0,1241			
Nilai Sisa [Sv]	Tahun	(P/F,12%,30)			
	20	0,1037			
Total	30	(A/P,12%,30)	121.116.660	-	3.023
		0,1241			
Total AV Life Cycle Cost (Rp/Tahun/m2)			5.413.120		

Pada **Tabel 2** menunjukkan hasil 5 komponen LCC untuk alternatif 2. Kolom A adalah jenis komponen LCC. Lalu, kolom B dan kolom C masing-masing menunjukkan nominal umur tahun dan faktor *discounted rate*. Kemudian, Kolom D adalah hasil perhitungan komponen LCC. Serta, Kolom E adalah hasil perkalian antara kolom D dan kolom C, lalu dibagi dengan luas seluruh ruang.

Hasil perhitungan komponen LCC pada kedua alternatif dapat dilihat pada **Tabel 3**, **Tabel 4** dan **Gambar 1**.

**Tabel 3. Hasil Komponen LCC Alternatif 1 dan 2**

Jenis Biaya	Simbol	Alternatif 1	Alternatif 2
Biaya Investasi (Rp)	In	101.602	351.823
Biaya Operasional (Rp/Tahun)	Op	7.090.897	5.015.405
Biaya Perawatan (Rp/Tahun)	Mn	18.680	18.680
Biaya Penggantian (Rp)	Re	31.451	30.235
Nilai Sisa (Rp)	SV	3.145	3.023
Jumlah LCC (Rp/tahun/m <sup>2</sup> )		7.239.486	5.413.120



**Gambar 6. Grafik Jumlah LCC Alternatif 1 dan 2**

Dari **Tabel 3** menunjukkan hasil komponen LCC pada alternatif 1 dan 2. Serta dapat dilihat juga bahwa terjadi peningkatan biaya investasi pada alternatif 2 akibat penggantian AC Non-VRV ke AC VRV. Namun terjadi penurunan biaya operasional pada alternatif 2.

Pada **Gambar 2** Merupakan grafik perbandingan dari Jumlah LCC Alternatif 1 dan 2 yang mempunyai perbedaan sebesar Rp 1.826.366 /tahun/m<sup>2</sup>.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

**Tabel 4. Persentase Perbedaan Hasil Alternatif 1 dan 2 terhadap Alternatif 2**

Jenis Biaya	Alternatif 1 (Rp/tahun/m <sup>2</sup> )	Alternatif 2 (Rp/tahun/m <sup>2</sup> )	Persentase Perbedaan
Biaya Investasi	101.602	351.823	246,27%
Biaya Operasional	7.090.897	5.015.405	-29,27%
Biaya Perawatan	18.680	18.680	0,00%
Biaya Penggantian	31.451	30.235	-3,87%
Nilai Sisa	3.145	3.023	-3,87%
Total LCC	7.239.486	5.413.120	-25,23%

Pada alternatif 2 biaya investasi terjadi kenaikan sebesar 2,5x terhadap nilai biaya investasi alternatif 1. Namun, terjadi penurunan nilai biaya operasional sebesar 29% terhadap nilai biaya operasional alternatif 1. Selain itu, terjadi penurunan biaya penggantian dengan jumlah Rp30.235/tahun/m<sup>2</sup> pada alternatif 2 dengan asumsi penggantian yang lebih lama yaitu 20 tahun dibandingkan alternatif 1 selama 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa, dengan beralih ke sistem pendingin ruangan VRV seluruhnya maka diperoleh nilai AV *Life Cycle Costs* yang lebih kecil terhadap alternatif 1 sebesar Rp 1.824.228 /tahun/m<sup>2</sup> atau sebesar -25,20%.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Kirk, S. J., & Dell'Isola, A. J. (1995). *Life Cycle Costing for Design Professionals* (Second). McGraw-Hill, Inc. New York.
- Shiella, K., & Santoso, A. B. (2000). *Analisa Life Cycle Cost Pada Gedung Manajemen Perhotelan Universitas Kristen Petra*.