

Peningkatan Efisiensi Sistem Pencahayaan Dan Pendingin Gedung Bertingkat Berbasis *Green Building*

Eko Suryo Sunarwanto

Institut Teknologi PLN

ekosuryosunarwanto@gmail.com

ABSTRACT

Waste of energy in a building causes increase in operating costs for electricity bills. To solve this problem, a building requires energy management planning. Energy Consumption Intensity (IKE) is used to know the energy requirements usage in buildings. Redesign the lighting and cooling system used a simulation model of room lighting and heat loads using the Dialux simulation software for lighting and DACCs for cooling. The results of energy simulation calculations using the Dialux and DACCs software, lighting that uses energy-efficient lamps and utilizes daylight, with inverter cooling with high coefficient of performance is proven to save energy operating costs of 6,904.32 kWh / month and 82,851.84 kWh / year. The results of the Life Cycle Cost that have been carried out show that the use of the existing system for 5 years costs Rp. 3,014,021,105. By using the redesign system costs Rp. 2,937,693,255. The redesign system can save as much as Rp. 76,327,850.

Keywords: *The Energy Consumption intensity (IKE), Lighting, cooling Life Cycle Cost*

ABSTRAK

Pemborosan energi di dalam suatu bangunan gedung menyebabkan pembengkakan biaya operasional tagihan listrik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sebuah gedung memerlukan perencanaan manajemen energi. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) digunakan untuk dapat mengetahui kebutuhan energi yang digunakan dalam bangunan gedung. Redesain sistem penerangan dan pendinginan menggunakan permodelan simulasi pencahayaan ruangan dan beban panas menggunakan simulasi software Dialux untuk penerangan dan DACCs untuk pendingin. Hasil dari perhitungan energi yang disimulasikan menggunakan software Dialux dan DACCs, penerangan menggunakan lampu hemat energi dan memanfaatkan cahaya alami, dengan pendingin dengan menggunakan AC inverter dengan Coefisien Of Performance yang tinggi terbukti dapat menghemat biaya operasional energi sebesar 6.904,32 kWh/bulan dan 82.851,84 kWh/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan Life Cycle Cost yang telah dilakukan maka terbukti bahwa penggunaan per periode 5 tahun sistem eksisting menghabiskan biaya sebesar Rp. 3.014.021.105. Dengan menggunakan sistem redesain menghabiskan biaya sebesar Rp. 2.937.693.255. Sistem redesain dapat menghemat biaya sebesar Rp. 76.327.850.

Kata kunci: *Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Pencahayaan, pendingin, Life Cycle Cost*

1. PENDAHULUAN

Bangunan gedung di Indonesia yang mempunyai dua musim yang banyak menghabiskan energi listrik yaitu sistem pendinginan (40-70%), sistem pencahayaan (10-20%), eskalator *dan lift* (2-7%), serta alat-alat elektronik kantor (2-10%). Dari seluruh fasa daur hidup gedung, operasional dan pemeliharaan merupakan fasa yang paling lama. Dalam fasa tersebut konsumsi energi akan terus berlangsung. [1] Oleh karena itu, isu terkait energi harus sudah menjadi aspek yang penting untuk dipertimbangkan sejak awal tahap desain dan perencanaan bangunan gedung. Sehingga pada saat operasional, konsumsi energi dapat dilakukan secara efisien. [1]

Pemborosan energi di dalam suatu bangunan gedung sering terjadi pada sistem penerangan dan pendingin yang lupa dimatikan saat tidak digunakan lagi, hal ini menyebabkan penghamburan energi listrik yang dapat menyebabkan pembengkakan biaya operasional tagihan listrik. Penggunaan manajemen energi dari hulu sampai ke hilir nantinya harus mengedepankan konservasi dan penghematan energi. [2] Diperlukan redesain sistem kelistrikan gedung bertingkat, supaya mendapatkan efisien yang optimal, agar memenuhi kriteria bangunan gedung hijau yang ramah lingkungan.

Konfigurasi ulang desain kelistrikan gedung terutama pada sistem pencahayaan dan pendinginan dengan simulasi permodelan dengan cara menghitung kebutuhan energi yang terpakai pada bangunan desain lama dengan bangunan desain baru. Selisih energi listrik pada bangunan desain lama dengan bangunan desain baru merupakan penghematan energi. Data *baseline* adalah data acuan yang diperoleh dari kondisi lapangan, nilai standar *SNI / ASHRAE* / ketentuan dari *GBC Indonesia*, dan lain-lain. [1]

Rumusan masalah berdasarkan latarbelakang diatas adalah Sejauh manakah re-desain sistem pencahayaan dan pendingin pada bangunan gedung berdampak signifikan dalam mengurangi konsumsi energi listrik dan dampaknya pembiayaan terhadap lingkungan, efisiensi dan pencahayaan alami dalam ruangan.

2. METODE PENELITIAN

Peningkatan efisiensi sistem pencahayaan dan pendingin gedung bertingkat berbasis green building, menggunakan metode eksperimen dimana sistem pencahayaan sebuah akan di desain ulang menurut penempatan sistem instalasi lampu, sistem pendingin ruangan yang digunakan sehingga dapat menghasilkan efisiensi yang maksimal. Dengan bantuan software untuk melakukan perhitungan simulasi pencahayaan menggunakan software dialux dan pendingin software DACCs. Software Dialux digunakan untuk melakukan perhitungan pencahayaan baik itu didalam ruangan maupun diluar ruangan sebagai contoh Gedung, Rumah, Lapangan, Jalan raya, Pulabuhan dll. Dialux memiliki fitur simulasi permodelan yang mudah dipahami oleh pengguna, maka dari itu Dialux menjadi pilihan yang paling efektif untuk perhitungan simulasi yang berkaitan dengan pencahayaan ruangan [3]. DACCs adalah suatu tools yang dapat mengkalkulasi dan mensimulasikan pemakaian sistem pendingin gedung untuk berbagai jenis sistem pendingin [4].

2.1. Dimensi Ruangan

Gedung perkuliahan terdiri dari 5 lantai yang dibangun dengan kebutuhan ruang tiap lantainya seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Dimensi Ruang

Luas Bangunan Gedung					
No	Uraian	Tinggi Lantai	Elevasi	Luasan Lantai	Fungsi Lantai
		(m)	(m)	(m ²)	
1	Lantai 1	4	0	695	R. Dosen, R.Administrasi, , R.Lab Komputer.
2	Lantai 2	4	4	635	R. Kuliah Kap.49, R. Kuliah kap.116, R. Diskusi
3	Lantai 3	4	8	665	R. Kuliah Kap.49, R. Diskusi
4	Lantai 4	4	12	665	R. Kuliah Kap.49, R. Diskusi
5	Lantai 5	4	16	665	R. Kuliah Kap.49, R. Serbaguna

Tabel 2. Luas bangunan AC dan Non AC tiap lantai

Lokasi Lantai	Luar Area AC (m2)	Luas Area Non AC (m2)	Total Luas (m2)
Lantai 1	382,2	312,8	695
Lantai 2	394,6	240,4	635
Lantai 3	441,1	223,9	665
Lantai 4	441,1	223,9	665
Lantai 5	425,4	239,6	665
Total	2084,4	1240,6	3325

2.2. Beban Pencahayaan

Hasil perhitungan pencahayaan dengan software dialux sesuai standar SNI dan lampu eksisting terpasang dalam bentuk tabel dibawah ini:

Tabel 3. data pencahayaan buatan eksisting

RUANG	Luas Lantai (m ²)	LUX Standar (m ²)	LUX Hasil Simulasi (m ²)
Ruang Dosen 1 Lt.1	98,9	350	312
Ruang L. Komptr Lt.1	98,9	500	319
Ruang Dosen 2 Lt.1	92,6	350	332
Ruang Admin Lt.1	44,1	350	291
Ruang Pengelola Lt.1	47,7	350	284
Ruang Kuliah 1 Lt.2	49,1	350	284
Ruang Kuliah 2 Lt.2	48,8	350	282
Ruang Kuliah 3 Lt.2	98,9	350	323
Ruang Kuliah 4 Lt.2	50,3	350	272

Ruang Kuliah 5 Lt.2	48,6	350	276
Ruang Kuliah 6 Lt.2	48,6	350	273
Ruang Kuliah 7 Lt.2	50,3	350	277
Ruang Kuliah 1 Lt.3	50,9	350	279
Ruang Kuliah 2 Lt.3	48,8	350	277
Ruang Kuliah 3 Lt.3	48,9	350	276
Ruang Kuliah 4 Lt.3	50,9	350	278
Ruang Kuliah 5 Lt.3	50,9	350	270

RUANG	Luas Lantai (m ²)	LUX Standar (m ²)	LUX Hasil Simulasi (m ²)
Ruang Kuliah 6 Lt.3	48,8	350	279
Ruang Kuliah 7 Lt.3	21,1	500	283
Ruang Kuliah 8 Lt.3	21,1	350	271
Ruang Kuliah 1 Lt.4	48,8	350	279
Ruang Kuliah 2 Lt.4	50,9	350	277
Ruang Kuliah 3 Lt.4	50,9	350	276
Ruang Kuliah 4 Lt.4	48,9	350	278
Ruang Kuliah 5 Lt.4	48,9	350	270
Ruang Kuliah 6 Lt.4	50,9	350	279
Ruang Kuliah 7 Lt.4	50,9	350	283
Ruang Kuliah 8 Lt.4	48,8	350	271
Ruang Serbaguna Lt.5	21,1	350	277
Ruang Kuliah 1 Lt.5	21,1	350	280
Ruang Kuliah 2 Lt.5	48,8	350	270
Ruang Kuliah 3 Lt.5	50,9	350	276
Ruang Kuliah 4 Lt.5	199,1	350	268

2.3. Beban Pendingin

Hasil perhitungan pendingin dengan software DACCS sesuai dengan kebutuhan luas ruangan dan data eksisting sistem pendingin terpasang dalam bentuk tabel dibawah ini:

Tabel 4. data pencahayaan buatan eksisting

RUANG	Luas Lantai (m ²)	Kebutuhan Total (Btu/h)	Kapasitas Eksisting (Btu/h)
Ruang Dosen 1 Lt.1	98,9	47.479	45.000
Ruang L. Komptr Lt.1	98,9	51.731	45.000
Ruang Dosen 2 Lt.1	92,6	43.917	45.000
Ruang Admin Lt.1	44,1	20.313	22.500

Ruang Pengelola Lt.1	47,7	23.143	22.500
Ruang Kuliah 1 Lt.2	49,1	26.537	22.500
Ruang Kuliah 2 Lt.2	48,8	24.510	22.500
Ruang Kuliah 3 Lt.2	98,9	49.605	22.500
Ruang Kuliah 4 Lt.2	50,3	23.255	22.500
Ruang Kuliah 5 Lt.2	48,6	24.011	22.500
Ruang Kuliah 6 Lt.2	48,6	24.011	22.500
Ruang Kuliah 7 Lt.2	50,3	29.691	22.500
Ruang Kuliah 1 Lt.3	50,9	26.016	22.500
Ruang Kuliah 2 Lt.3	48,8	25.725	22.500
Ruang Kuliah 3 Lt.3	48,9	25.728	22.500
Ruang Kuliah 4 Lt.3	50,9	25.946	22.500
Ruang Kuliah 5 Lt.3	50,9	23.828	22.500

RUANG	Luas Lantai (m ²)	Kebutuhan Total (Btu/h)	Kapasitas Eksisting (Btu/h)
Ruang Kuliah 6 Lt.3	48,8	24.010	22.500
Ruang Kuliah 7 Lt.3	21,1	13.448	9.000
Ruang Kuliah 8 Lt.3	21,1	13.448	9.000
Ruang Kuliah 1 Lt.4	48,8	23.993	22.500
Ruang Kuliah 2 Lt.4	50,9	23.150	22.500
Ruang Kuliah 3 Lt.4	50,9	26.016	22.500
Ruang Kuliah 4 Lt.4	48,9	25.778	22.500
Ruang Kuliah 5 Lt.4	48,9	25.728	22.500
Ruang Kuliah 6 Lt.4	50,9	25.946	22.500
Ruang Kuliah 7 Lt.4	50,9	23.828	22.500
Ruang Kuliah 8 Lt.4	48,8	24.010	22.500
Ruang Serbaguna Lt.5	21,1	13.448	9.000
Ruang Kuliah 1 Lt.5	21,1	13.448	9.000
Ruang Kuliah 2 Lt.5	48,8	23.993	22.500
Ruang Kuliah 3 Lt.5	50,9	24.574	22.500
Ruang Kuliah 4 Lt.5	199,1	108.693	90.000

2.4. Life Cycle Cost

Pada masa operasional bangunan pengeluaran biaya total yang ada dengan penurunan 5 – 10 persen merupakan nilai optimalnya [5]. *Life Cycle Cost (LCC)* merupakan susunan dari biaya awal, operasional dan perawatan, biaya penggantian dan perubahan, serta nilai sisa.

$$LCC = C + M + O + R - S$$

Dimana:

C = Biaya awal (*present cost*, rupiah)

M = Biaya perawatan (*annual cost*, rupiah/tahun)

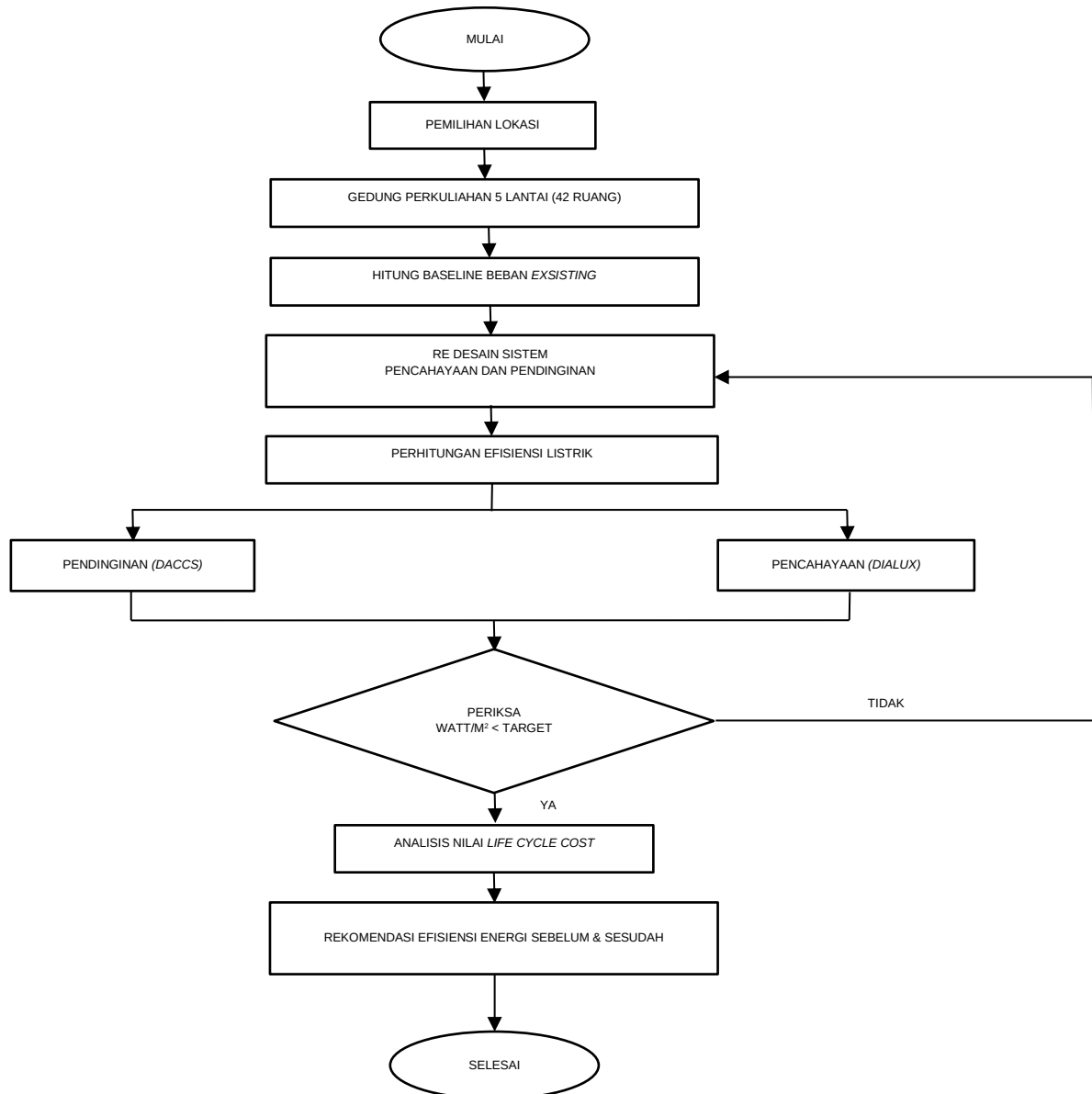
O = Biaya operasional (terdiri dari biaya energi dan biaya staf, *annual cost*, rupiah/tahun)

R = Biaya penggantian dan perubahan fungsi (*annual cost*, rupiah/tahun)

S = Salvage value (future cost, rupiah)

2.5. Tahapan Penelitian

Prosedur perhitungan dalam usaha penghematan energi dapat dijelaskan melalui gambar diagram alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alur penelitian

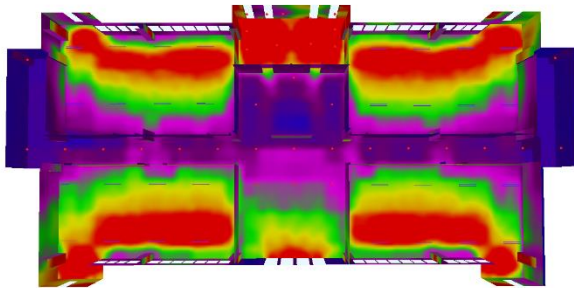
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemilihan Metode Penghematan Energi

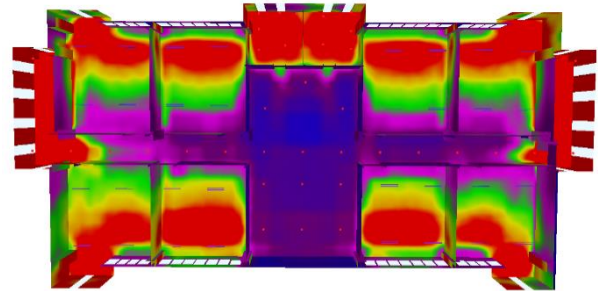
Penelitian ini menggunakan optimalisasi penghematan listrik pada setiap lantai bangunan gedung dilakukan analisis dengan menggunakan *Software Dialux* dan *DACCS* dengan tiga skenario, Skenario 1 Memanfaatkan cahaya alami (*daylight*) dan mengganti instalasi pada lampu yang ruangan, Skenario 2 Memanfaatkan cahaya alami (*daylight*) dan mengganti lampu dan instalasi pada lampu yang ruangan, Skenario 3 Pergantian unit AC yang terpasang pada gedung dengan *COP* yang tinggi.

3.2 Hasil penelitian pencahayaan dan pendingin

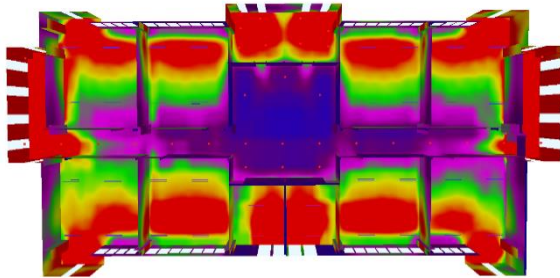
3.2.1 Simulasi pengukuran cahaya alami (*daylight*)



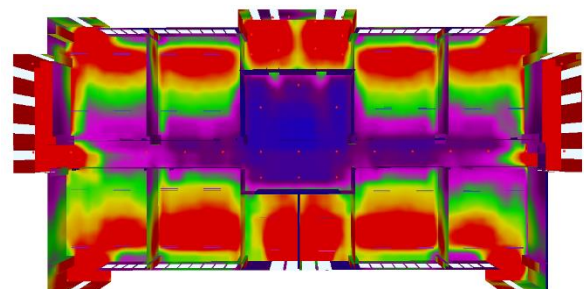
Gambar 2. Hasil simulasi *daylight* lantai 1



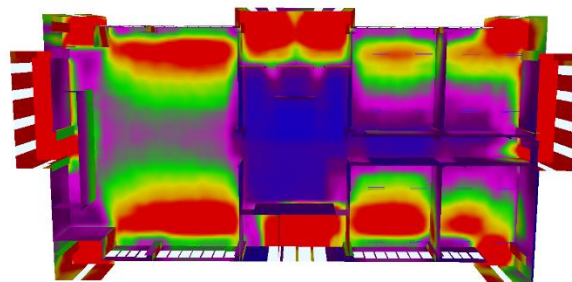
Gambar 3. simulasi *daylight* lantai 2



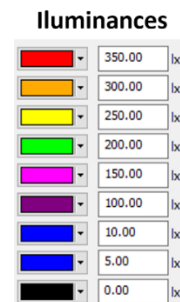
Gambar 4. Hasil simulasi *daylight* lantai 3



Gambar 5. simulasi *daylight* lantai 4



Gambar 6. Hasil simulasi *daylight* lantai 5

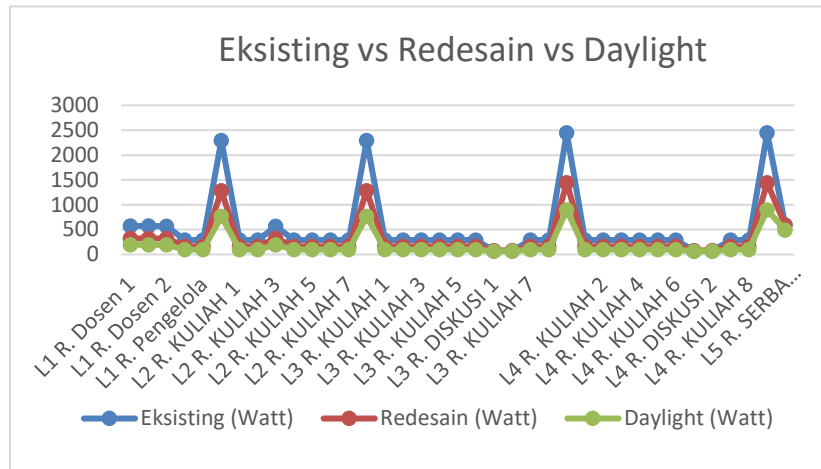


pengukuran cahaya alami (*daylight*) pada jam 12 siang, terlihat bagian ruangan yang berada di dekat bukaan jendela menunjukkan hasil pencahayaan yang memenuhi standar pencahayaan yang disyaratkan yaitu 350 lux untuk ruangan kelas. Jam efektif untuk memanfaatkan cahaya alami adalah 5 jam dari jam 9 – jam 2 pada siang hari.

3.2.2 Hasil skenario pencahayaan

Jenis Lampu	Tipe Lampu	Daya Listrik (Watt)	Umur Lampu (Jam)	Lumen (lm)	Keterangan
Philips	TL-D 36W/54-765 1SL/25	36	10000	2500	Eksisting
Philips	LEDtube 1200mm UO 16W 840 T8	18	50000	2500	Redesain

Pada tabel diatas merupakan spesifikasi lampu eksisting dengan daya 36 watt dengan lampu redesain dengan daya 18 watt dengan lumen yang sama yaitu 2500 lm. Hasil simulasi pencahayaan dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



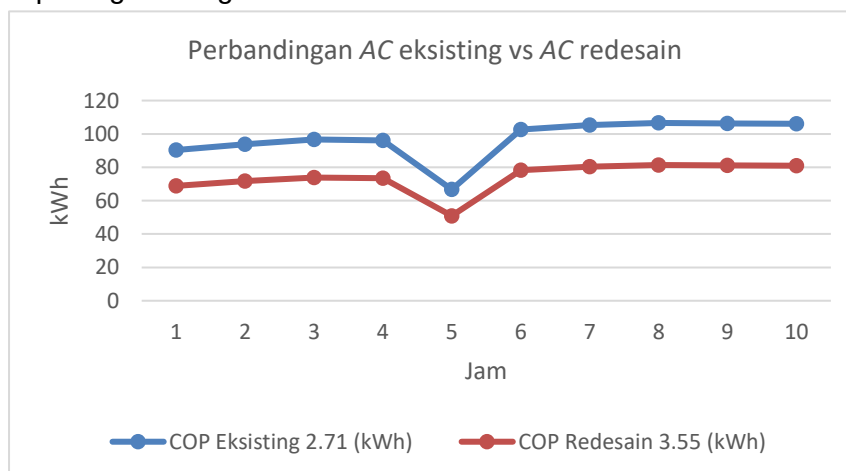
Gambar 7. Hasil simulasi daylight lantai 5

Grafik perbandingan pencahayaan eksisting, redesain dan daylight. Untuk pencahayaan daylight hanya pada jam-jam tertentu sehingga pada perhitungan penghematan dilakukan pada jam yang sudah ditentukan, dengan hasil simulasi diatas terdapat penghematan dari sistem eksisting dengan sistem redesain sebesar 30%

3.2.3 Hasil skenario pendingin

Jenis AC	Tipe AC	Daya Listrik (Watt)	BTU/h	COP	Keterangan
Daikin	STKQ60SV	2210	20500	2.71	Eksisting
Daikin	STKM71SV	2260	24200	3.55	Redesain

Pada tabel diatas merupakan spesifikasi AC eksisting dengan daya 2260 watt (COP 2.71) dengan AC redesain dengan daya 2210 watt (COP 3.55). Hasil simulasi pendingin dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 8. Hasil simulasi daylight lantai 5

Penghematan energi yang dihasilkan pada bangunan gedung dari sistem penerangan dan pendinginan pada tabel berikut:

Tabel 5. Perhitungan kebutuhan listrik penerangan dan pendinginan per hari.

Waktu	Eksisting		Skenario Pilihan	
	Penerangan	Pendigninan	Penerangan	Pendigninan
Jam 8	11.241	90.29	6.67	68.92
Jam 9	11.241	93.89	4.2	71.68
Jam 10	11.241	96.7	4.2	73.82
Jam 11	11.241	96.18	4.2	73.42
Jam 12	11.241	66.69	4.2	50.91
Jam 13	11.241	102.58	4.2	78.31
Jam 14	11.241	105.24	6.67	80.34
Jam 15	11.241	106.58	6.67	81.36
Jam 16	11.241	106.23	6.67	81.09
Jam 17	11.241	106.08	6.67	80.98
	112.41	970.46	54.37	740.83
Total	1082.87		795.19	

Pada tabel 4.1 merupakan tabel hasil akhir penghematan penggunaan energi listrik pada sistem penerangan dan pendinginan perhari menghemat 287,68 kWh, kemudian faktor kebutuhan beban selama 6 hari kerja (24 hari) dalam 1 bulan = $287,68 \times 24 = 6.904,32$ kWh/bulan, dan setahun = $6.904,32 \times 12 = 82.851,84$ kWh/tahun.

3.3. Hasil analisa LCC terhadap jangka waktu

Analisa LCC akan disimulasikan dengan masa pakai gedung selama 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun, dan 20 tahun. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jangka waktu simulasi terhadap tingkat penghematan biaya secara keseluruhan. Berikut adalah hasil dari simulasi yang telah dilakukan:

Tabel 6. Simulasi 5 tahun

Uraian	Eksisting			Redesain		
	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya
Biaya Awal	662.868.000	1	662.868.000	1.221.621.550	1	1.221.621.550
Biaya Energi	410.417.280	5	2.052.086.400	300.296.160	5	1.501.480.800
Biaya Perawatan	42.918.181	5	214.590.905	42.918.181	5	214.590.905
Biaya Pergantian	84.475.800	1	84.475.800	-	-	-
Total			3.014.021.105			2.937.693.255
Persentase Penghematan						2,5%

Tabel 7. Simulasi 10 tahun

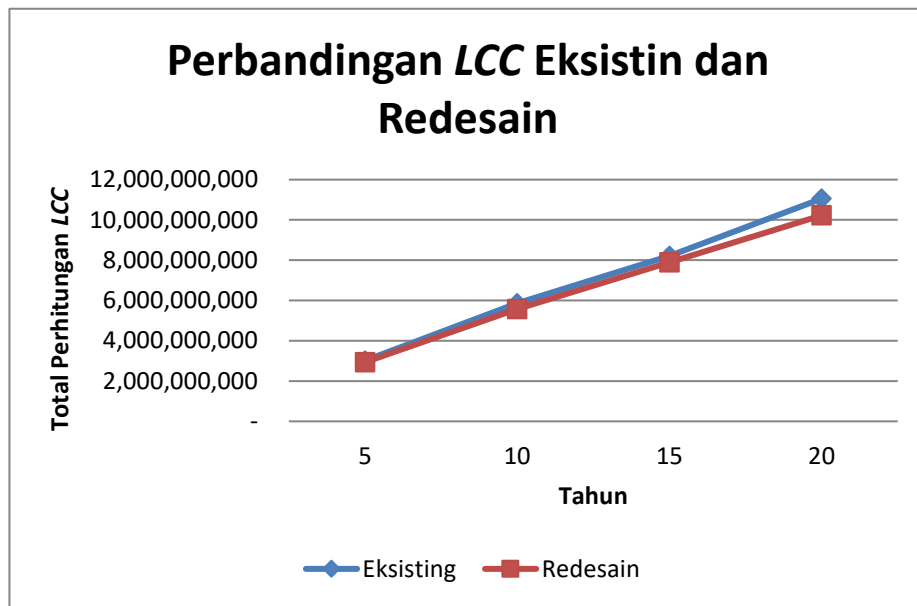
Uraian	Eksisting			Redesain		
	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya
Biaya Awal	662.868.000	1	662.868.000	1.221.621.550	1	1.221.621.550
Biaya Energi	410.417.280	10	4.104.172.800	300.296.160	10	3.002.961.600
Biaya Perawatan	42.918.181	10	429.181.810	42.918.181	10	429.181.810
Biaya Pergantian	662.868.000	1	662.868.000	917.499.950	1	917.499.950
Total			5.859.090.610			5.571.264.910
Persentase Penghematan						5,1%

Tabel 8. Simulasi 15 tahun

Uraian	Eksisting			Redesain		
	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya
Biaya Awal	662.868.000	1	662.868.000	1.221.621.550	1	1.221.621.550
Biaya Energi	410.417.280	15	6.156.259.200	300.296.160	15	4.504.442.400
Biaya Perawatan	42.918.181	15	643.772.715	42.918.181	15	643.772.715
Biaya Pergantian	747.343.800	1	747.343.800	1.525.743.150	1	1.525.743.150
Total			8.210.243.715			7.895.579.815
Persentase Penghematan						3,9%

Tabel 9. Simulasi 20 tahun

Uraian	Eksisting			Redesain		
	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya	Biaya per tahun	Faktor Biaya	Biaya
Biaya Awal	662.868.000	1	662.868.000	1.221.621.550	1	1.221.621.550
Biaya Energi	410.417.280	20	8.208.345.600	300.296.160	20	6.005.923.200
Biaya Perawatan	42.918.181	20	858.363.620	42.918.181	20	858.363.620
Biaya Pergantian	1.325.736.000	1	1.325.736.000	2.139.121.500	1	2.139.121.500
Total			11.055.313.220			10.225.029.870
Persentase Penghematan						8,1%



Gambar 9. Hasil simulasi daylight lantai 5

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa sistem redesain lebih hemat dibandingkan sistem eksisting. Biaya investasi awal sistem redesain memang lebih besar dibandingkan sistem eksisting. Tetapi, biaya untuk biaya energi dan biaya penggantian untuk sistem redesain lebih kecil dibandingkan dengan sistem eksisting. Persentase penggunaan sistem redesain dapat diperoleh minimal sebesar 2,5% pada semua jangka waktu simulasi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perhitungan IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) pada lantai 1 adalah sebesar 12,81 kWh/m² per bulan, lantai 2 adalah sebesar 9,46 kWh/m² per bulan, lantai 3 adalah sebesar 9,08 kWh/m² per bulan, lantai 4 adalah sebesar 9,01 kWh/m² per bulan, lantai 5 adalah sebesar 8,91 kWh/m² per bulan. Nilai ini bila dikaitkan dengan standar IKE untuk ruang ber-AC masuk dalam kategori efisien. Penghematan penggunaan energi listrik pada sistem redesain penerangan dan pendinginan perhari dibandingkan dengan sistem eksisting menghemat 287,68 kWh/hari, kemudian faktor kebutuhan beban selama 6 hari kerja (24 hari) dalam 1 bulan = 287,68 x 24 = 6.904,32 kwh, dan setahun = 6.904,32 x 12 = 82.851,84 kWh/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan *Life Cycle Cost* yang telah dilakukan maka terbukti bahwa penggunaan sistem redesain lebih hemat secara biaya Rp. 76.327.850 dalam persentase lebih dari 2.5% dibandingkan dengan penggunaan sistem eksisting dengan lama simulasi 5 tahun, 5,1% simulasi 10 tahun, 3,9% simulasi 15 tahun dan 8,1 % simulasi 20 tahun . Oleh karena itu, perhitungan *Life Cycle Cost* dapat digunakan untuk memperkirakan alternatif sistem yang lebih hemat biaya karena perhitungan *Life Cycle Cost* menghitung keseluruhan biaya mulai dari biaya awal, biaya penggantian, biaya operasional dan pemeliharaan, dan biaya lain-lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dhami Johar Dhamiri yang telah memberi dukungan dan bimbingan dalam membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] GREENSHIP, Perangkat Penilaian Bangunan Hijau Untuk Bangunan Baru, Jakarta: Green Building Council Indonesia, 2018.
- [2] M. E. d. S. D. M. R. I. ESDM-No.14, "Manajemen Energi No: 14 Tahun 2012," Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, 2012.
- [3] DIALux, "<https://www.dialux.com/en-GB/download>," 28 10 2019. [Online]. Available: <https://www.dialux.com/en-GB/download>. [Diakses 28 10 2019].
- [4] Daikin, "Software DACCs," Semarang , 2019.
- [5] L. P. Blank dan T. Antony P.E , Engineering Economy. 6th, New York: McGraw-hill 1221 Avenue of the Americans, 2005.
- [6] I. Fitriyani, "Evaluasi Efisiensi Energi Listrik pada Bangunan Rumah Sakit dr. Sayidiman Kabupaten Magetan," Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2017.
- [7] P. Pemerintah Provinsi Jakarta, Paduan Penggunaan Bangunan gedung Hijau Jakarta, Berdasarkan Peraturan Gubernur No.38/2012. Vol.3, Jakarta: Pemerintah Provinsi, 2012.