

AUDIT ENERGI SISTEM PENCAHAYAAN DAN SISTEM TATA UDARA PADA GEDUNG F7 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Adnan Prayudha, Ramadoni Syahputra, Anna Nur Nazilah
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Kasihan,
Bantul, Yogyakarta 55183

Email: adnanprayudha@gmail.com

Intisari

Audit energi dilakukan bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah konsumsi energi listrik dan beban energi pada gedung F7 lantai 1 sampai dengan lantai 2 kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang digunakan oleh fakultas FKIK. Sehingga penggunaan energi listrik pada gedung tersebut jadi lebih efisien. Pada audit gedung F7 ini dilakukan untuk mengetahui nilai total konsumsi energi (kWh), nilai IKE, dan peluang penghematan energi. Hasil penelitian dan perhitungan nilai total energi yang terpakai pada gedung F7 ini sebesar 8243,224 kWh/bulan dengan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) 6,6 kWh/m²/bulan dengan kategori sangat efisien. Kemudian karena pada sistem tata udara (AC) gedung F7 perlu penggantian maka dilakukan penggantian AC konvensional (Non Inverter) menjadi AC Inverter dengan daya yang lebih sedikit. Setelah dilakukan upaya penghematan dengan penggantian AC konvensional menjadi AC Inverter maka total konsumsi energi (kWh) pada gedung F7 menjadi 6088,59 kWh/bulan sedangkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) nya menjadi 4,6 kWh/m²/bulan dengan kategori sangat efisien. Dari perhitungan tersebut maka dihasilkan nilai PHE (Peluang Hemat Energi) yaitu 2642,64 kWh/bulan, dengan persentase 31,37%. Dari nilai PHE tersebut juga dapat diketahui PHB (Peluang Hemat Biaya) gedung F7 hingga Rp 2.901.198 per bulan.

Kata Kunci : Audit Energi, Konsumsi Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Peluang Hemat Energi

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi dan pertumbuhan jumlah penduduk, berakibat meningkatnya pula konsumsi terhadap energi listrik. Akan menjadi permasalahan ketika peningkatan konsumsi energi listrik tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan energi yang ada. Peningkatan konsumsi energi juga memungkinkan terjadinya pemborosan, yang dapat berpengaruh terhadap pembayaran tagihan listrik. Untuk meminimalisir masalah – masalah tersebut perlu dilakukan penghematan dan efisiensi penggunaan energi listrik.

Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) merupakan salah satu konsumen energi listrik dengan penggunaan yang cukup besar. Dengan konsumsi energi listrik yang cukup besar ini maka diperlukannya kesadaran dari warga

kampus untuk berperilaku bijak dalam penggunaan atau pemanfaatan energi listrik tersebut. Selain itu perlu penggunaan peralatan energi listrik yang lebih hemat dan efisien.

Gedung F7 UMY (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta) merupakan salah satu gedung kampus yang masih perlu adanya peningkatan efisiensi energi. Banyaknya beban energi seperti pada sistem pencahayaan dan sistem pendinginan atau tata udara yang selalu aktif untuk menunjang aktifitas kampus, memungkinkan adanya pemborosan sehingga penggunaannya menjadi tidak efisien. Untuk mengetahui seberapa efisien penggunaan energi listrik pada gedung F7 maka perlu dilakukannya Audit Energi. Audit Energi merupakan analisa penggunaan atau pemanfaatan energi dan

pengidentifikasian potensi penghematan dan efisiensi energi dalam suatu perusahaan. Audit energi dilakukan untuk membandingkan atau menghubungkan antara penggunaan energi dengan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi tersebut. Dan juga untuk memantau penggunaan energi dalam skala waktu tertentu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Audit Energi

Audit energi merupakan teknik yang dilakukan untuk mengevaluasi konsumsi energi pada bangunan atau gedung. Audit digunakan untuk menentukan peluang-peluang penghematan energi dari bangunan atau gedung yang di audit tersebut.

Audit energi adalah langkah awal ketika melakukan pencatatan data-data pemakaian energi, identifikasi sumber-sumber yang berpotensi boros energi dan analisa kemungkinan kemungkinan pengematan energi, serta perhitungan atas langkah-langkah yang diperlukan.

2.2 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang berasal dari pergerakan atom terhadap konduktor yang menghasilkan suatu muatan listrik, listrik yang mengalir atau merambat dalam suatu konduktor memiliki satuan arus listrik dalam ampere (A). Selain arus, listrik juga memiliki tegangan dalam satuan volt (V) dan daya listrik dalam satuan watt (W). Pemakaian energi listrik pada saat ini dalam satuan energi listrik yaitu watt (W). Dalam perhitungannya daya listrik didapat 10 dari perkalian tegangan dengan arus. Pemakaian energi listrik selain menggunakan satuan daya (W) juga bergantung pada lamanya pemakaian dalam satuan waktu jam (H). Agar mempermudah proses perhitungan pemakaian energi listrik biasanya menggunakan satuan kWh.

Fungsi energi listrik dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan sebagai keperluan peralatan rumah tangga, instansi

pendidikan, pabrik, elektronik dan untuk kebutuhan konsumsi lainnya. Untuk standarisasi tegangan yang ada di negara Indonesia ini ditetapkan pada 220 Volt dengan frekuensi 50 Hz.

2.3 Intensitas Konsumsi Energi Listrik

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah perhitungan konsumsi energi pada waktu tertentu terhadap satuan luas suatu bangunan atau gedung tertentu. Perhitungan nilai IKE ini merupakan salah satu dari tahapan audit energi. Untuk menentuka nilai IKE, sebelumnya mencari nilai pemakaian energi. Untuk mencari nilai pemakaian energi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Pemakaian Energi (kWh)} = \frac{((\text{kWh total Lampu}) + (\text{kWh total STU})) \times t}{1000}$$

Keterangan :

STU = Sistem Tata Udara

t = Waktu pemakaian

Selanjutnya setelah didapat nilai pemakaian energi (kWh), maka dapat dilakukan pencarian nilai IKE dengan rumus berikut:

$$\text{IKE} = \frac{\text{pemakaian energi (kWh total)}}{\text{Luas Bangunan}}$$

Indonesia memiliki standar IKE pada sebuah bangunan atau gedung. Standar tersebut dibagi sesuai jenis bangunannya, yaitu pada tabel berikut.

No	Jenis Gedung	IKE ((kWh/m ²) per tahun)
1	Perkantoran (Komersial)	240
2	Pusat Perbelanjaan	330
3	Hotel dan Apartemen	300
4	Rumah Sakit	380

Menurut pedoman pelaksanaan konservasi energi listrik dan

pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional (Teknik Audit Energi Diknas : 2006) saat menentukan prestasi penghematan energi, pada gedung kantor dan bangunan komersial dapat mengacu pada standar nilai IKE yang diperlihatkan tabel berikut.

Ruangan ber-AC (kWh/m ²)/bulan		Ruangan tanpa AC (kWh/m ²)/bulan	
Sangat efisien	4,17-7,92	Sangat efisien	
Efisien	7,92-12,08	Efisien	
Cukup efisien	12,08-14,58	Cukup efisien	0,84-1,67
Cenderung efisien	14,58-19,17	Cenderung efisien	1,67-2,50
Tidak efisien	19,17-23,75	Tidak efisien	2,50-3,34
Sangat tidak efisien	23,75-37,50	Sangat tidak efisien	3,34-4,17

2.4 Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan merupakan sistem yang mengatur tentang pencahayaan atau penerangan dari suatu bangunan atau gedung. Pencahayaan tersebut terdiri dari pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan buatan merupakan pencahayaan yang berasal dari sumber cahaya buatan manusia seperti lampu yang membutuhkan sumber energi listrik. Sedangkan pencahayaan alami merupakan pencahayaan yang berasal dari cahaya matahari yang dimanfaatkan sebagai penerangan untuk mengurangi penggunaan energi listrik suatu bangunan. Sistem pencahayaan buatan di butuhkan ketika sistem pencahayaan alami tidak dapat menjangkau suatu ruangan yang membutuhkan pencahayaan.

Dalam sistem pencahayaan/penerangan diketahui beberapa satuan yang digunakan, yaitu berikut ini:

a. Flux Cahaya (ϕ) Laju emisi dan kuantitas cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya. Flux cahaya ini dinyatakan dalam satuan (Lumen).

b. Efisiensi Luminous (Efikasi) Perbandingan laju emisi cahaya (Lumen) dengan daya listrik yang digunakan untuk menghasilkan cahaya tersebut. Efikasi tersebut dinyatakan dalam satuan (Lumen/Watt). Semakin tinggi efikasi lampu, maka semakin tinggi flux cahaya dan intensitas cahaya lampu tersebut yang berarti pula lampu tersebut semakin hemat energi.

c. Illuminasi (Tingkat pencahayaan) Merupakan fluks cahaya yang diterima permukaan bidang yang dikenainya.

2.5 Lampu LED

Lampu LED yaitu dioda semikonduktor istimewa yang merupakan sebuah dioda normal, LED memiliki bagian-bagian penting yaitu sebuah chip bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut p-n junction. Hyperlink merupakan panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan LED tersebut, dan warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk p-n junction. Cahaya pada LED itu sendiri merupakan energi elektromagnetik yang dipancarkan dalam bagian spektrum dengan dapat dilihat oleh mata manusia. Cahaya yang tampak pada LED itu merupakan hasil kombinasi panjang – panjang gelombang yang berbeda dari energi yang dapat terlihat, mata bereaksi melihat pada panjang – panjang gelombang energi elektromagnetik dalam daerah antara radiasi ultra violet dan infra merah. Cahaya tersebut terbentuk dari hasil pergerakan-pergerakan elektron pada atom, kemudian elektron bergerak pada suatu orbit yang mengelilingi sebuah inti atom. Setiap elektron pada orbit LED ini jika berbeda maka memiliki jumlah energi yang berbeda juga. Elektron-elektron yang berpindah

dari orbit tingkat tinggi ke rendah perlu melepas energi yang dimilikinya. Energi yang dilepaskan tersebut merupakan bentuk dari foton sehingga menghasilkan cahaya. Semakin besar energi yang dilepaskan maka, semakin besar energi yang terkandung dalam foton tersebut.

2.6 Sistem Tata Udara (AC)

Sistem tata udara merupakan sistem yang mengatur tentang sirkulasi dan suhu udara dalam suatu bangunan atau gedung. Salahsatu penunjang dalam sistem udara yaitu AC (Air Conditioner). AC saat ini terdapat 2 jenis, yaitu AC konvensional dan AC inverter. AC inverter dianggap 50% lebih hemat dan efisien disbanding dengan AC konvensional. Perbedaannya yaitu dimana pada AC inverter kompresor bekerja tidak mati hidup. Jadi ketika menyalakan AC, starting AC nya hanya memerlukan daya yang lebih rendah dibanding dengan AC konvensional. Lalu disaat ruangan sudah mencapai suhu yang sudah ditetapkan maka kompresor tidak mati, tetapi tetap hidup namun dengan daya rendah dan tetap pada suhu yang ditetapkan. Pada sistem tata udara di gedung F7 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ini masih menggunakan AC konvensional. Maka dengan penggantian AC konvensional ke AC inverter dapat menghemat banyak energi listrik dan biaya pengeluarannya. Pada Tabel 2.4 berikut ini 3 contoh AC Inverter ber merk DAIKIN dengan 3 kapasitas PK yang berbeda.

Dalam menentukan AC tentunya perlu diketahui spesifikasi yang diperlukan yaitu salah satunya kapasitas daya pendinginannya. Untuk mengetahui kapasitas daya pendinginannya dapat diketahui dari nilai BTU/h dan PK nya. BTU/h (BTU per hours), memiliki kepanjangan British Thermal Unit per hours. Satuan BTU merupakan satuan daya pendinginan di Britania Raya yang juga digunakan di negara lain seperti Amerika dan negara negara lainnya, yang kemudian satuan BTU ditetapkan menjadi standard

dan menjadi perhitungan pada saat memilih AC. Begitu juga dengan PK (Paarde Kracht) yang dalam Bahasa belanda tersebut jika di artikan menjadi horse power atau daya kuda. Berikut ini merupakan persamaan BTU/h dengan PK :

- $\pm 5.000 \text{ BTU/h} = \frac{1}{2} \text{ PK}$
- $\pm 7.000 \text{ BTU/h} = \frac{3}{4} \text{ PK}$
- $\pm 9.000 \text{ BTU/h} = 1 \text{ PK}$
- $\pm 12.000 \text{ BTU/h} = 1\frac{1}{2} \text{ PK}$
- $\pm 18.000 \text{ BTU/h} = 2 \text{ PK}$

Atau jika dengan perhitungan manual yaitu dengan rumus :

$$\text{Daya (PK)} = \frac{\text{BTU/h Ruangan}}{9000 \text{ BTU/h}}$$

Kemudian dalam menentukan nilai PK yang efisien pada sebuah ruangan atau gedung yaitu dapat dengan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan AC} = \text{Luas Ruangan} \times \text{Koefisien BTU}$$

Untuk nilai koefisien BTU/h tergantung dari kondisi ruangan. Namun untuk ruangan seperti perkantoran atau gedung umumnya menggunakan koefisien 500 BTU/h. Dari hasil pengalihan tersebut dapat diketahui kebutuhan BTU/h yang kemudian dari BTU/h tersebut dapat diketahui berapa kapasitas PK yang dibutuhkan untuk suatu ruangan atau gedung.

2.7 Peluang Hemat Energi dan Biaya (PHE & PHB)

Salah satu tujuan dari audit adalah mendapatkan penghematan energi. Untuk mendapatkan nilai Peluang Hemat Energi (PHE) yaitu dengan perhitungan nilai IKE dan perhitungan luas area/ruangan. Jika ditulis dengan rumus maka :

$$PHE = \Delta IKE \times \text{Area}$$

Keterangan :

ΔIKE = Nilai IKE yang terjadi – target nilai IKE (kWh)

Area = Luas Ruangan (m²)

Selanjutnya setelah diketahui nilai PHE nya, kemudian untuk mengetahui PHB (Peluang Hemat Biaya) dapat menggunakan rumus

$$PHB = PHE \times Tarif$$

Keterangan :

PHE = Peluang Hemat Energi

Tarif = Tarif/Biaya Listrik Langganan

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian

Tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.1 berikut ini.



3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Studi Pustaka

Melakukan pengamatan dan pemahaman dengan jelas untuk teori dan perhitungan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan penelitian dan analisis. Studi pustaka ini dilakukan dengan mengumpulkan data melalui referensi buku, serta jurnal sebagai acuan dasar teori dan kumpulan data melalui referensi yang aktual.

3.2.2 Diskusi (Wawancara)

Melakukan interaksi dengan beberapa individu atau narasumber yang lebih paham dan mengetahui dalam bidang tata ruang di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta untuk gedung F7 ataupun data mengenai jumlah ruangan di F7 dan menemukan hasil yang bisa dihitung. Hal yang dimaksudkan

yaitu seperti data Autocad denah pada gedung F7 yang didapat dari Biro Aset di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Kemudian data jadwal atau waktu penggunaan pada setiap ruangan di gedung F7 dari Pengajaran FKIK dan beberapa pegawai atau pengelola di gedung F7 yang mengetahui ruangan ruangan gedung F7 tersebut.

3.2.3 Observasi

Pengumpulan data – data yang ada di lapangan, yaitu pada gedung F7 UMY yang menjadi obyek penelitian. Pengambilan data spesifikasi dan data penggunaan energi listrik yang dihasilkan dari lampu dan AC pada gedung F7 dengan pengamatan atau melihat secara langsung spesifikasi dari unit nya.

3.3 Perhitungan Data

Berikut ini tahapan atau langkah dalam perhitungan data.

1. Perhitungan konsumsi daya pada sistem pencahayaan (lampu) dan sistem tata udara (AC). Kemudian perhitungan energi total (kWh). Selanjutnya perhitungan nilai IKE. Selanjutnya dapat diketahui pada sistem pencahayaan atau sistem tata udara, manakah yang perlu diganti unitnya.
2. Perhitungan daya (PK) untuk penyesuaian pada saat pergantian AC agar sesuai dengan kebutuhan ruangan. Kemudian dilakukan penggantian dengan AC inverter sesuai dengan kebutuhan ruangan.
3. Sama seperti perhitungan nomor 1 diatas namun dengan kondisi sesudah perubahan atau penggantian unit beban. Selanjutnya perhitungan selisih kWh dan selisih IKE yang kemudian digunakan untuk perhitungan PHE (Peluang hemat energi) dan juga PHB (Peluang Hemat Biaya).

3.4 Penyusunan dan Analisis

Penyusunan dan analisis dilakukan setelah melakukan perhitungan sesuai pada langkah perhitungan 3.4 diatas, maka kita

bisa menganalisis perbedaan kebutuhan daya dan penghematan biasa per bulannya, dan penyusunan sebagai tugas akhir.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gedung F7

Gedung F7 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta memiliki 3 lantai yang digunakan oleh Fakultas Ilmu Kedokteran dan Kesehatan. Dimana pada lantai dasar F7 digunakan sebagai mini hospital PSIK, lalu untuk lantai 1 F7 digunakan sebagai ruang kuliah PSIK dengan 2 ruang kuliah, sedangkan untuk lantai 2 F7 yaitu digunakan sebagai ruang Amphiteather. Berdasarkan data yang saya dapat, dibawah ini adalah denah ruangan dan beban listrik yang berupa pencahayaan ruangan (lampu) dan pendingin ruangan (AC).

Menurut data yang diperoleh, lantai dasar Gedung F7 atau mini hospital PSIK FKIK memiliki luas ruangan total 502,37 m² dengan 89 unit lampu dan 14 unit AC. Lalu untuk lantai 1 Gedung F7 memiliki luas ruangan total 444,4 m² dengan 71 unit lampu dan 12 unit AC. Untuk lantai 2 Gedung F7 memiliki luas ruangan total 374,55 m² dengan 67 unit lampu dan 13 unit AC.

4.2 Sistem Pencahayaan Lantai Dasar

Berikut tabel perhitungan daya beban sistem pencahayaan pada lantai dasar gedung F7.

Ruangan	Jenis	Jumlah (Unit)	Daya (Watt)
Mini Hospital	Philips TL LED 12W	80	960
R. Equipme nt	Philips TL Ring 22W	1	22
Toilet Wanita	SKY T5LED 2x9W.	1	18

	Philips LED 8W.	3	24
Toilet Pria	SKY T5LED 2x9W	1	18
	Philips LED 8W	3	24
Total		89	1066

Lantai dasar F7 memiliki 89 unit Lampu pada setiap ruangan yang terdiri dari 80 unit Lampu Philips TL LED, 2 unit lampu SKY T5LED, 6 unit lampu Philips LED, dan 1 Unit Lampu TL Ring. Didapatkan total pemakaian daya untuk Sistem Pencahayaan pada seluruh ruangan di lantai dasar tersebut yaitu 1066 Watt.

4.3 Sistem Pencahayaan Lantai 1

Berikut tabel perhitungan daya beban sistem pencahayaan pada lantai 1 gedung F7.

Ruangan	Jenis	Jumlah (Unit)	Daya (Watt)
R. Kuliah PSIK 1 (F7.102)	Philips TL LED 12W	32	384
R. Kuliah PSIK 2 (F7.101)	PHILIPS TL LED 12W	32	384
R. NCC Emergency	PHILIPS TL LED 12W	2	22
Toilet Pria	PHILIPS TL Ring 22W	2	44
	Philips TL	1	18

	Fluorescent 18W		
Toilet Wanita	PHILIPS TL Ring 22W	2	44
	Philips TL Fluorescent 18W	1	18
Total		71	914

Lantai 1 F7 memiliki 71 unit Lampu pada setiap ruangan yang terdiri dari 66 Lampu TL LED, 2 TL Fluorescent dan 4 TL Ring. Didapatkan total pemakaian daya untuk Sistem Pencahayaan pada seluruh ruangan di lantai 1 tersebut yaitu 914 Watt.

4.4 Sistem Pencahayaan Lantai 2

Berikut tabel perhitungan daya beban sistem pencahayaan pada lantai 2 gedung F7.

Ruangan	Jenis	Jumlah (Unit)	Daya (Watt)
R. HIMIKA	PHILIPS TL RING 22W	1	22
R. Amphitheatre 3 (F7.202)	Philips LED 12 W	42	504
R. CBT 3 (F7.201)	PHILIPS TL LED 16W	18	288
Toilet Pria	PHILIPS TL Ring 22W	2	44
	Philips TL Fluorescent 18W	1	18
Toilet Wanita	PHILIPS TL Ring 22W	2	44
	Philips TL Fluorescent 18W	1	18

Total	67	938
-------	----	-----

Lantai 2 F7 memiliki 71 unit Lampu pada setiap ruangan yang terdiri dari 42 Lampu LED berdaya 12 Watt, 5 Lampu TL Ring berdaya 22 Watt, dan 2 lampu TL Fluorescent berdaya 18 watt. Didapatkan total pemakaian daya untuk Sistem Pencahayaan pada seluruh ruangan di lantai 2 tersebut yaitu 938 Watt.

4.5 Sistem Tata Udara (AC) Lantai Dasar

Berikut tabel perhitungan daya beban sistem tata udara pada lantai dasar gedung F7.

Ruangan	Nama	Daya (Watt)	Daya (Pk)
Mini Hospital	National CS-C18BKN	1500	2pk
	DAIKIN FTNE25MV14	819	1pk
	DAIKIN FTNE50MV14	1650	2pk
	Panasonic CS-PC18MKH	1950	2pk
Total			22pk

Ruangan	Jumlah (Unit)	Total Daya (Watt)
Mini Hospital	4	6000
	6	4914
	3	4950
	1	1950
	14	17814

Sistem tata udara pada lantai dasar menggunakan 4 tipe AC yaitu National CS-C18BKN yang berjumlah 4 unit, DAIKIN FTNE25MV14 yang berjumlah 6 unit, DAIKIN FTNE50MV14 yang berjumlah 3 unit dan 1 unit Panasonic CS-PC18MKH.

Dari perhitungan total daya pada STU lantai dasar ini adalah 17814 Watt.

4.6 Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1

Berikut tabel perhitungan daya beban sistem tata udara pada lantai 1 gedung F7.

Ruangan	Nama	Daya (Watt)	Daya (Pk)
R. Kuliah PSIK 1 (F7 102)	Panasonic CS-PN18RKP	1940	2 pk
	Panasonic CS-PC18GKF	1489	2 pk
	DAIKIN FTC50NV14	1524	2 pk
	National CS-C18BKN	1500	2 pk
R. Kuliah PSIK 1 (F7 102)	Panasonic CS-YC18MKF	2090	2 pk
	Panasonic CS-PC18NKP	1920	2 pk
	National CS-C18BKN	1500	2 pk
Total			16pk

Ruangan	Jumlah (Unit)	Total Daya (Watt)
R. Kuliah PSIK 1 (F7 102)	2	3880
	2	2978
	1	1524
	1	1500
R. Kuliah PSIK 1 (F7 102)	2	4180
	3	5760
	1	1500
Total	12	21322

Pada lantai 1 gedung F7 ini menggunakan 6 tipe AC yaitu Panasonic CS-PN18RKP yang berjumlah 2 unit, Panasonic CS-PC18GKF yang berjumlah 2 unit, DAIKIN FTC50NV14 berjumlah 1

unit, National CS-C18BKN berjumlah 2 unit, Panasonic CS-YC18MKF berjumlah 2 unit, dan 3 unit Panasonic CS-PC18NKP. Semua tipe tersebut berkapasitas 2 pk dengan total daya 21322 Watt.

4.7 Sistem Tata Udara (AC) Lantai 2

Berikut tabel perhitungan daya beban sistem tata udara pada lantai 1 gedung F7.

Ruangan	Nama	Daya (Watt)	Daya (Pk)
Amphi Theater 3 (F7.2 02)	DAIKIN FTNE50MV14	1650	2 pk
	National CS-C18BKN	1500	2 pk
	Panasonic CS-PN18RKP	1940	2 pk
R. CBT 3 (F7.2 01)	Panasonic CS-YC18MKF	1950	2 pk
	Panasonic CS-PC12NKP	1170	1½ pk
	DAIKIN FTC50NV14	1524	2pk
Total			16pk

Ruangan	Jumlah (Unit)	Total Daya (Watt)
Amphi Theater 3 (F7.202)	3	4950
	2	3000
	3	5820
R. CBT 3 (F7.201)	2	3900
	1	1170
	2	2048
Total	13	20888

Lantai 2 gedung F7 ini menggunakan 6 tipe AC yaitu DAIKIN FTNE50MV14 yang berjumlah 3 unit, National CS-C18BKN yang berjumlah 2 unit, Panasonic CS-PN18RKP berjumlah 3 unit, Panasonic CS-YC18MKF berjumlah 2 unit,

Panasonic CS-PC12NKP berjumlah 1 unit, dan 2 unit DAIKIN FTC50NV14. Semua tipe tersebut berkapasitas 2 pk kecuali Panasonic CS-PC12NKP yaitu berkapasitas 1,5 pk. Total daya yang digunakan lantai 2 ini untuk 13 AC yaitu sebesar 20888 Watt.

4.8 Pemakaian Energi (kWh)

Berikut ini rincian dan perhitungan pemakaian energi (kWh) pada lantai dasar sampai dengan lantai 2 gedung F7.

Lt	Ruangan	Daya beban	
		Lampu (Watt)	AC (Watt)
Lt. Dasar	Mini Hospital	960	6000
	R. Equipment	22	4914
	Toilet Wanita	42	4950
	Toilet Pria	42	1950
Total Lt. Dasar			
Lt. 1	R. Kuliah PSIK 1 F7.102	384	9882
	R. Kuliah PSIK 2 F7.101	384	11440
	NCC Emergency	22	-
	Toilet Wanita	62	-
	Toilet Pria	62	-
Total Lt. 1			
Lt. 2	R. HIMIKA	22	4950
	R. Amphitheatre 3 (F7.202)	504	3000
	R. CBT 3 (F7.201)	288	5820
	Toilet Pria	44	3900

		18	1170
	Toilet Wanita	44	2048
Total Lt.2			

Ruangan	Waktu (Jam)	Energi (kWh)
Mini Hospital	230	4342,4
R. Equipment	230	
Toilet Wanita	230	
Toilet Pria	230	
Total Lt. Dasar		
R. Kuliah PSIK 1 F7.102	147	1150,13
R. Kuliah PSIK 2 F7.101	147	1150,13
NCC Emergency	161	3,542
Toilet Wanita	322	19,96
Toilet Pria	322	19,96
Total Lt. 1		3290,7
R. HIMIKA	147	1509,102
R. Amphitheatre 3 (F7.202)	147	1738,128
R. CBT 3 (F7.201)	161	3,542
Toilet Pria	322	19,96

Toilet Wanita	322	19,96
Total Lt.2		911,334

Dari tabel diatas diketahui total energi pada lantai dasar yaitu 4342,4 kWh / bulan, lalu pada lantai 1 yaitu 3290,7 kWh / bulan, sedangkan pada lantai 2 yaitu 911,334 kWh / bulan. Jadi total pemakaian energi seluruh ruangan pada gedung F7 yaitu 8545,584 kWh / bulan.

4.9 Kebutuhan Daya Pk AC Untuk Gedung F7

Untu mengetahui dan melakukan penggantian AC, dilakukan perhitungan daya Pk rekomendasi pada setiap ruangan pada gedung F7 agar sistem tata udaranya lebih efisien. Untuk perhitungan kebutuhan daya PK AC dapat dicari dengan persamaan berikut ini.

Kebutuhan AC

$$= \text{Luas Ruangan} \times \text{Koefisien BTU}$$

Keterangan :

Koefisien BTU standard = 500 BTU

Berikut ini tabel kebutuhan daya AC Gedung F7.

Lantai	Ruangan	Luas (m ²)	Kapasitas daya PK Terpasang
Lt. Dasar	Mini Hospital	466,52	22 pk
Lt. 1	R. Kuliah PSIK 1 (F7.102)	204,48	12 pk
	R. Kuliah PSIK 1 (F7.102)	204,47	12 pk
Lt. 2	Amphitheatre 3 (F7.202)	238,49	16 pk
	R. CBT (F7.201)	100,28	9½ pk

Ruangan	Perhitungan BTUh	Kebutuhan daya PK ruangan
Mini Hospital	233260	25,91 pk
R. Kuliah PSIK 1 (F7.102)	102240	11,36 pk
R. Kuliah PSIK 1 (F7.102)	102235	11,35 pk
Amphitheatre 3 (F7.202)	119245	13,25 pk
R. CBT (F7.201)	50140	5,57 pk

Dari tabel diatas dapat diketahui ruangan yang dihitung melebihi kebutuhan ruangan yaitu pada ruang amphitheatre dengan pk terpasang ±2 pk lebih tinggi karena ruangan amphitheatre tersebut juga memiliki ketinggian ruangan yang lebih tinggi dari ruang lainnya dan ruang CBT dengan pk terpasang ±4pk lebih tinggi, namun ruang CBT juga termasuk ruangan tinggi. Jadi pengurangan unit AC pada ruang CBT 1 unit AC ber kapasitas 2 PK. Pada ruang kuliah PSIK 1 dan ruang kuliah PSIK 2 juga memiliki daya PK terpasang lebu tinggi, namun masih wajar. Selanjutnya untuk mini hospital memiliki nilai daya PK lebih rendah 3 PK lebih namun itu dikarenakan pendinginan ruang tengah pada mini hospital tersebut tidak menggunakan AC, namun memanfaatkan sisa pendinginan dari ruang ruang di dalamnya.

4.10 Perubahan Sistem Tata Udara Gedung F7

Perubahan pada sistem tata udara di gedung F7 dengan pergantian AC konvensional menjadi AC inverter. Berikut ini rincian dan perhitungan beban sistem tata udara setelah pergantian.

Ruangan	Tipe	Daya (PK)	Daya (Watt)
Mini Hospital	Daikin FTKM50SV M4 Inverter	2 pk	1240
	Daikin FTKM25SV M4 Inverter	1 pk	520
Lt. Dasar			
R. Kuliah PSIK 1 (F7 102)	Daikin FTKM50SV M4 Inverter	2 pk	1240
R. Kuliah PSIK 2 (F7 101)	Daikin FTKM50SV M4 Inverter	2 pk	1240
Lt. 1			
Amphi Theater 3 (F7.2 02)	Daikin FTKM50SV M4 Inverter	2 pk	1240
R. CBT 3 (F7.2 01)	Daikin FTKM50SV M4 Inverter	2 pk	1240
	Daikin FTKM35SV M4 Inverter	1,5 pk	900
Lt. 2			

Ruangan	Jumlah Unit	Jumlah Daya (Watt)
Mini Hospital	8	9920
	6	3120
Total Lt. Dasar		13040
R. Kuliah PSIK 1 (F7 102)	6	7440

R. Kuliah PSIK 2 (F7 101)	6	7440
Total Lt. 1		14880
Amphi Theater 3 (F7.202)	8	9920
R. CBT 3 (F7.201)	3	3720
	1	900
Total Lt. 2		14540

Maka selisih daya STU pada lantai dasar terpasang dengan setelah penggantian yaitu 17814 Watt dikurang 13040 Watt adalah 4774 Watt. Lalu untuk selisih daya STU lantai 1 terpasang dengan setelah penggantian yaitu 21322 Watt dikurang 14880 Watt, adalah 6442 Watt. Sedangkan selisih daya STU lantai 2 terpasang dengan setelah penggantian yaitu 20888 Watt dikurang 14540 Watt adalah 6348 Watt.

4.11 Konsumsi Energi (kWh) Gedung F7 Setelah Perubahan

Berikut ini rincian dan perhitungan pemakaian energi (kWh) pada lantai dasar sampai dengan lantai 2 gedung F7 setelah perubahan.

Lt	Ruangan	Daya beban	
		Lampu (Watt)	AC (Watt)
Lt. Dasar	Mini Hospital	1066	13040
	R. Equipment		
	Toilet Wanita		
	Toilet Pria		
Total Lt. Dasar			
Lt. 1	R. Kuliah PSIK 1 F7.102	384	7440
	R. Kuliah PSIK 2 F7.101	384	7440

	NCC Emergency	22	-
	Toilet Wanita	62	-
	Toilet Pria	62	-
Total Lt. 1			
Lt. 2	R. HIMIKA	504	9920
	R. Amphitheatre 3 (F7.202)	288	4620
	R. CBT 3 (F7.201)	22	-
	Toilet Pria	62	-
	Toilet Wanita	62	-
Total Lt.2			

Ruangan	Waktu (Jam)	Energi (kWh)
Mini Hospital	230	3244,38
R. Equipment		
Toilet Wanita		
Toilet Pria		
Total Lt. Dasar		
R. Kuliah PSIK 1 F7.102	147	1150,13
R. Kuliah PSIK 2 F7.101	147	1150,13
NCC Emergency	161	3,542

Toilet Wanita	322	19,96
Toilet Pria	322	19,96
Total Lt. 1		3290,7
R. HIMIKA	25	260,6
R. Amphitheatre 3 (F7.202)	69	318,78
R. CBT 3 (F7.201)	161	3,542
Toilet Pria	322	19,964
Toilet Wanita	322	19,964
Total Lt.2		622,85

Maka selisih total kWh lantai 1 terpakai dengan energi (kWh) setelah perubahan yaitu 4343,55 kWh dikurang 3244,38 kWh yaitu 1099,17 kWh. Lalu selisih total energi (kWh) terpakai dengan energi (kWh) setelah perubahan yaitu 3290,7 kWh dikurang 2343,72 kWh yaitu 946,98 kWh. Kemudian selisih total energi (kWh) terpakai dengan energi (kWh) setelah perubahan yaitu 911,334 kWh dikurang 622,85 kWh yaitu 288,48 kWh.

4.12 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung F7

Dari perhitungan konsumsi energi gedung F7 sebelumnya, maka dapat diketahui perhitungan nilai IKE dari seluruh gedung F7. Berikut tabel nilai IKE setelah perubahan.

No	Nama Area	Luas Area (m ²)	Konsumsi Energi (kWh)
1	Lantai Dasar	502,37	3244,38
2	Lantai 1	444,4	2343,72

3	Lantai 2	374,5	622,85
4	Total Gedung F5	1321,32	6210,95

Nama Area	IKE (kWh/m ² /bln)	Kategori
Lantai Dasar	6,45	Sangat Efisien
Lantai 1	5,27	Sangat Efisien
Lantai 2	1,66	Sangat Efisien
Total Gedung F5	4,7	Sangat Efisien

Jadi selisih nilai IKE lantai dasar terpasang dengan sesudah perubahan pada lantai 2 adalah 8,64 kWh/m²/bulan dikurang 6,45 kWh/m²/bulan, yaitu 2,19 kWh/m²/bulan. Kemudian untuk selisih nilai IKE terpasang dengan sesudah perubahan pada lantai 1 adalah 7,40 kWh/m²/bulan dikurang 5,27 kWh/m²/bulan, yaitu 2,13 kWh/m²/bulan. Kemudian selisih nilai IKE terpasang dengan sesudah perubahan pada lantai 2 adalah 2,433 kWh/m²/bulan dikurang 1,662 kWh/m²/bulan, yaitu 0,771 kWh/m²/bulan. Sedangkan untuk selisih nilai IKE seluruh gedung F7 dari sebelum perubahan dengan sesudah perubahan tergolong baik dimana 6,4 kWh/m²/bulan dikurang 4,7 kWh/m²/bulan yaitu 1,7 kWh/m²/bulan.

4.13 Peluang Hemat Energi dan Biaya (PHE & PHB) Gedung F7

Diketahui selisih nilai dari IKE sebelum dan sesudah perubahan pada gedung F7 dimana 6,4 kWh/m²/bulan dikurang 4,7 kWh/m²/bulan yaitu 1,7 kWh/m²/bulan. Maka dapat diketahui perhitungan PHE (Peluang Hemat Energi) dengan persamaan.

$$PHE = \Delta IKE \times Area$$

$$= 1,7 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan} \times 1321,32 \text{ m}^2 \\ = 2246,24 \text{ kWh/ bulan}$$

Persentase PHE :

$$= (2246,24 \text{ kWh/Bulan}) / (8545,584 \text{ kWh/Bulan}) \times 100\% \\ = 26,28\%$$

Jadi untuk peluang hemat energi pada seluruh gedung F7 yaitu 2246,24 kWh/bulan. Sedangkan untuk persentase PHE nya adalah 26,28%.

Selanjutnya pada peluang hemat biaya gedung F7, untuk tariff UMY sendiri karena sosial komersial jadi per kWh adalah Rp 1060. Maka berikut perhitungan PHB (Peluang Hemat Biaya) Gedung F7 :

$$PHB = PHE \times \text{Tariff} \\ = 2246,24 \text{ kWh/ bulan} \times \text{Rp } 1060 \\ / \text{kWh} \\ = 2.381.014,4 \\ = \text{Rp } 2.381.014 \text{ dalam sebulan} \\ (\text{pada bulan April 2019})$$

Jadi dalam satu bulan, gedung F7 memiliki peluang hemat biaya hingga Rp 2.381.014

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, yaitu audit energi sistem pencahayaan dan sistem tata udara pada gedung F7 UMY maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsumsi energi pada gedung F7 dengan luas ruangan total 1321,32 m², yaitu 8545,584 kWh / bulan (April 2019). Sedangkan untuk nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) adalah 6,4 kWh/m²/bulan dengan kategori yang sangat efisien.

2. Peluang hemat energi pada gedung F7 ini adalah 31,37%, dimana dengan penghematan 2334,634 kWh / bulan. Sehingga nilai IKE turun menjadi selisih 1,7 kWh/m²/bulan. Dan untuk penghematan biaya juga turun selisih Rp 2.381.014 per bulan (April 2019).

3. Dengan penggantian AC konvensional dengan AC inverter maka dapat mengurangi dan menghemat konsumsi energi listrik karena AC Inverter memiliki daya yang lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

Biantoro, Agung W. dan Permana, Dadang S. (2017). "ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI DI GEDUNG AB, KABUPATEN TANGERANG, BANTEN"
<https://publikasi.mercubuana.ac.id/> diakses pada tanggal 4 April 2019 pukul 15.09 WIB.

Effendi, Asnal dan Miftahul (2013). "EVALUASI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK MELALUI AUDIT AWAL ENERGI LISTRIK DI RSJ.PROF.HB.SAANIN PADANG"
<https://ejournal.itp.ac.id/> diakses pada tanggal 4 April 2019 pukul 15.23 WIB.

Mulyadi, Yadi, Anggi, Rizki dan Sumarto (2013). "ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI GEDUNG FPMIPA JICA UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA"
ejournal.upi.edu/ diakses pada tanggal 1 April 2019 pukul 21.26 WIB.

SNI 03-6196-2000. "Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung". Jakarta: Biro Umum Sekretariat Jendral Departemen Pendidikan Nasional. Oktober 2005.

Suhendar, Ervan, Evendi dan Herudin (2013). "Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruangan di Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon"
<http://jurnal.untirta.ac.id/> diakses pada tanggal 4 April 2019 pukul 15.22 WIB.

Untoro, Jati, Herri, Gusmedi dan Nining, Purwasih (2014). "Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila"
<https://electrician.unila.ac.id/> diakses pada tanggal 5 April 2019 pukul 18.04 WIB.

Widiastuti, Avrin N., Sasongko, Pramono H. dan Bayu, Aji W. (2017). "Audit Energi pada Gedung Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan FT UGM"
citee.ft.ugm.ac.id/ diakses pada tanggal 4 April 2019 pukul 15.19 WIB.