

ANALISIS PEMAKAIAN DAN UPAYA UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK DI UNIVERSITAS LISTRIK DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Gilang Adhiaksa¹, Niken Adriaty Basyarach², Hadi Tasmono³,

^{1,2,3}.Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031) 5931800 , Faks. (031) 5927817

E-mail: ¹gilangadhiaksa@gmail.com, ²nikenbasyarach@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo merupakan salah satu perguruan tinggi swasta yang proses pembelajaran di bidang hard skill dicapai melalui konsep *learning by doing* berisikan materi teori 60% dan praktek 40%. Dengan bertambahnya jumlah mahasiswa/i setiap tahunnya akan memicu pembangunan gedung baru sebagai ruang kelas baru. Semakin bertambahnya gedung baru tentunya akan ada penambahan fasilitas baru untuk menunjang proses perkuliahan sehingga diperlukannya audit energi dan analisis pemakaian energi. Setelah dilakukan Audit energi pada sistem penerangan dan sistem pendingin pada lima gedung di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yaitu gedung A sebesar 118 kWh/m², Gedung B sebesar 140 kWh/m², Gedung C sebesar 151 kWh/m², Gedung D sebesar 86 kWh/m², dan Gedung E sebesar 179 kWh/m². dari ke lima gedung tersebut nilai IKE nya masih tergolong efisien karena masih di bawah standart ASEAN-USAID yaitu sebesar 240 kWh/m².

Kata Kunci : Analisis pemakaian, Audit Energi, Efisiensi, Energi Listrik, IKE.

1. PENDAHULUAN

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo adalah institusi pendidikan tinggi islam yang terletak di kota Sidoarjo. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo terus berkembang untuk menjadi institusi pendidikan islam yang superior dan siap bersaing di dunia global. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo memiliki sistem pendidikan yang inovatif dan ketrampilan kompetitif yang secara global dibutuhkan oleh industri, badan pemerintahan dan masyarakat. Ada beberapa jurusan di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yaitu Administrasi Negara, Ilmu Komunikasi, Manajemen, Akuntansi, Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Pendidikan Guru Bahasa Inggris dan Pendidikan Agama Islam, Teknik Industri, Teknik Informatika, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Pertanian, Psikologi, Hukum, Kebidanan dan Analisis Kesehatan. Dengan bertambahnya jumlah mahasiswa/i setiap tahunnya akan memicu pembangunan gedung baru sebagai ruang kelas yang baru.

Dengan bertambahnya gedung baru tentunya akan ada penambahan sarana dan prasarana baru untuk menunjang proses belajar mengajar. Dengan adanya beberapa gedung yang berumur lebih dari 10 tahun,

maka kemungkinan terjadi penurunan efisiensi peralatan kelistrikan dan kenaikan konsumsi energi. Akibat kebutuhan menggunakan energi listrik, mengakibatkan terjadi penambahan beban pada ruangan. Pemasangan penambahan beban yang tidak sesuai dengan standar kelistrikan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL, 2000) mengakibatkan terjadi ketidak seimbangan beban [1]. Bila ini dibiarkan saja maka akan mempengaruhi pada keamanan dan kenyamanan gedung, efisiensi energi, produktivitas, dan kinerja karyawan yang bekerja, serta mahasiswa yang ada pada gedung tersebut. Contoh pengukuran untuk tingkat pencahayaan di kelas dengan menggunakan Lux Meter yaitu sebesar 45 Lux, padahal untuk standart SNI 03-6197-2000 nilai tingkat pencahayaan untuk ruang kelas sebesar 250 Lux, dengan kenaikan Ampere pada lampu TL di setiap ruangan kelas maupun kantor yang dikarekan umur pemakaian lampu yang sudah lama.

Audit Energi merupakan langkah awal dalam mengidentifikasi potensi – potensi penghematan energi. Yang nantinya akan menghasilkan data – data penggunaan energi yang dapat digunakan sebagai landasan dalam program efisiensi energi disana. Audit

Energi Pemakaian akan dilakukan di beberapa gedung di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang nantinya akan dihitung pemakaian energi sesuai modul Pelatihan Audit Energi yang telah ditetapkan di berbagai Negara di ASEAN dan APEC. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID pada tahun 1987 yang laporannya baru dikeluarkan pada tahun 1992, standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik di Indonesia untuk Perkantoran dan Pendidikan (komersil) sebesar 240 kWh/m²/tahun. Jika dalam analisa energi tidak sesuai maka akan dilakukan penghematan energi agar sesuai standar IKE.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Konservasi Energi

Negara Indonesia kaya akan sumber energi tetapi pemanfaatannya selama ini belum seimbang karena terlalu banyak tergantung pada sumber energi minyak bumi. Padahal sumber minyak bumi ini merupakan pendapatan yang terpenting dan persediaannya terbatas. Ketergantungan pada satu sumber energi yaitu minyak bumi dan produk turunannya ini tidak dapat dibiarkan secara terus – menerus karena kebutuhan energi yang akan terus meningkat baik disebabkan meningkatnya industri maupun penambahan jumlah penduduk serta adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat [4].

2.2 Audit Energi

Audit energi merupakan salah satu kegiatan untuk mengetahui pola pemakaian energi dari alat yang menggunakan energi yang ada di gedung. Pola pemakaian energi ini diamati pada peralatan-peralatan utama penggunaan energi seperti *air conditioner*, *lift*, pencahayaan, boiler dan motor – motor listrik. Dengan didapat untuk menghasilkan program efisiensi yang sukses, audit energi mutlak dilaksanakan. Proses energi audit juga merupakan langkah awal dalam mengidentifikasi potensi – potensi penghematan energi. Audit ini akan menghasilkan data – data penggunaan energi yang dapat digunakan sebagai acuan dalam program efisiensi energy dalam hal ini meminimisasi kerugian daya yang terjadi pada jaringan yang ada hubungannya dengan jaringan distribusi. [3]. Secara otomatis, hasil audit juga akan memberikan informasi mengenai langkah – langkah yang tepat untuk menjalankan program efisiensi energi. Proses ini juga dasar dari penentuan target efisiensi yang akan menjadi acuan dalam penyusunan rencana aksi yang berisi berbagai rekomendasi penghematan energi. [2]

2.3 Audit Energi Awal

Audit energi awal merupakan pengumpulan data awal, tidak menggunakan instrumentasi yang canggih dan hanya menggunakan data yang tersedia. Dengan kata lain energi awal merupakan pengumpulan data dimana, bagaimana, berapa, dan jenis energi apa yang digunakan oleh suatu fasilitas. [2].

Audit energi awal perlu dilaksanakan bila audit energi singkat merekomendasikan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut pada seluruh bangunan gedung. Audit energi awal bisa juga secara langsung dilaksanakan tanpa audit singkat.

2.4 Audit Energi Rinci

Audit energi rinci merupakan survey data yang dilakukan menggunakan alat instrumentasi untuk mendapatkan data pemakaian energi, yang selanjutnya diteruskan dengan analisa data secara rinci guna mengidentifikasi jumlah energi yang dikonsumsi oleh peralatan, komponen, bagian – bagian tertentu dari bangunan, sehingga pada akhirnya dapat disusun aliran energi keseluruhan bangunan. [2]

Audit energi rinci perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaian energi cukup besar.

2.5 Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan perbandingan antara jumlah total energi yang digunakan dengan luas bangunan gedung dalam periode waktu tertentu (kWh/m² atau kWh/m²/tahun). Nilai IKE ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui potensi penghematan yang dapat dilakukan pada setiap ruangan atau sebuah gedung secara keseluruhan dalam rangka konservasi energi. Nilai IKE ini juga dapat digunakan sebagai nilai perbandingan dengan batas standar yang ada sehingga akan diketahui seberapa efisien sebuah ruangan atau gedung tersebut. [5]

Standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik di Indonesia adalah sebagai berikut. :

- a. IKE untuk perkantoran (komersil):
240 kWh/m²/tahun
- b. IKE untuk pusat belanja:
330 kWh/m²/tahun
- c. IKE untuk hotel /apartemen:

- 300 kWh/m²/tahun
- d. IKE untuk rumah sakit / industri:
380 kWh/m²/tahun
- e. Perkantoran Pemerintah (AC):
165 kWh/m²/tahun
- f. Perkantoran Pemerintah (non AC) :
65 kWh/m²/tahun

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan data dengan cara memonitoring pemakaian energi di gedung A,B,C,D,E di Univeristas Muhammadiyah Sidoarjo dengan membandingkan waktu beban puncak pagi hari dan waktu beban puncak di malam hari. Dalam dua waktu beban puncak yang berbeda ini nantinya akan di focus kan pada penghematan energi dengan cara melakukan pengambilan data dengan observasi ke seluruh ruangan yang ada di gedung. Yang kemudian setelah di lakukan perhitungan nilainya akan di bandingkan dengan standart yang ada, seperti standart penerangan pada ruangan dan standart sistem pendingin udara. Dalam proses ini meliputi audit energi suatu gedung dimana hasilnya akan dibandingkan dengan insitas konsumsi energi (IKE) dengan standart IKE. Dan kemudian akan di analisa penghematan energi jika tingkat konsumsi melebihi standartnya. Apabila nilai IKE masih memenuhi standar maka akan tetap dilakukan audit energi rinci mengingat akan dilkaukan upaya penghematan penggunaan energi dan standarisasi untuk penerangan dan sistem pendingin pada setiap ruangan pada semua gedung.

3.2 Pengambilan data

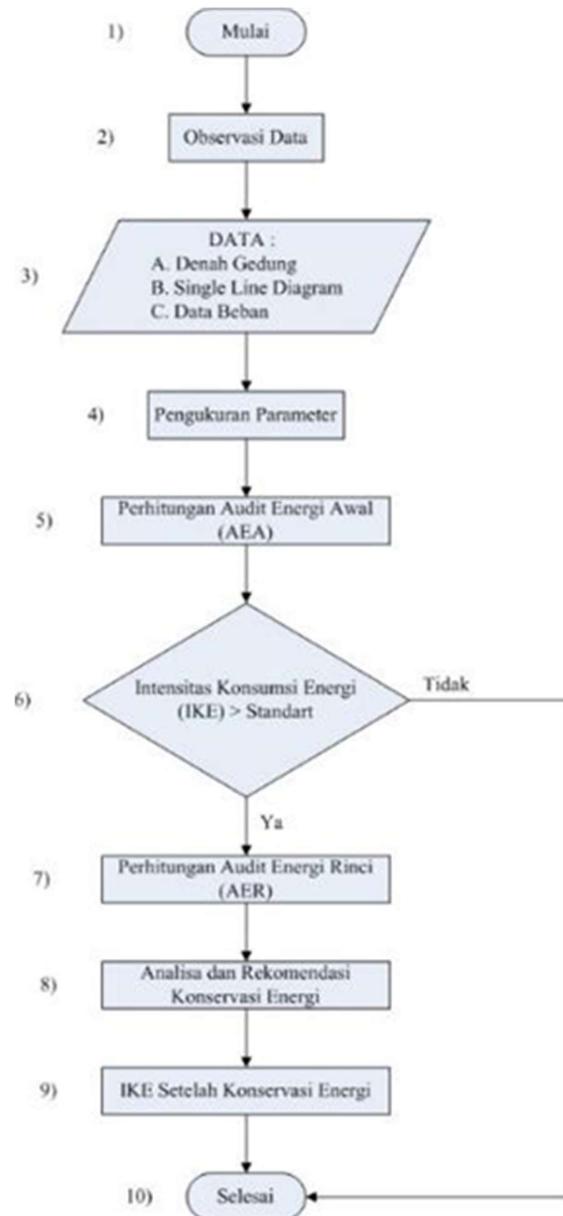
Prosedur umum perhitungan besarnya pemakaian energi listrik untuk sistem penerangan buatan dalam rangka penghematan energi sebagai berikut :

1. Menentukan tingkat penerangan rata-rata (lux) sesuai dengan fungsi ruangan.
2. Menentukan sumber cahaya (jenis lampu) yang paling efisien sesuai dengan penggunaan termasuk renderansi warnanya.
3. Menentukan tata letak armatur dan pemilihan jenis, bahan dan warna permukaan ruangan (dinding, lantai, langit-langit).
4. Menghitung jumlah Fluks Luminus (lumen) dan jumlah lampu yang diperlukan
5. Menentukan jenis penerangan, merata, atau setempat.

6. Menghitung jumlah daya terpasang dan memeriksa apakah daya terpasang per meter persegi tidak melampaui angka maksimum yang telah ditentukan.

3.3 Flowchart Pengerjaan Penelitian

Dalam pengerjaan penelitian ada beberapa yang perlu dilakukan dapat dilihat pada alur flowchart penelitian seperti pada gambar di bawah ini :



4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

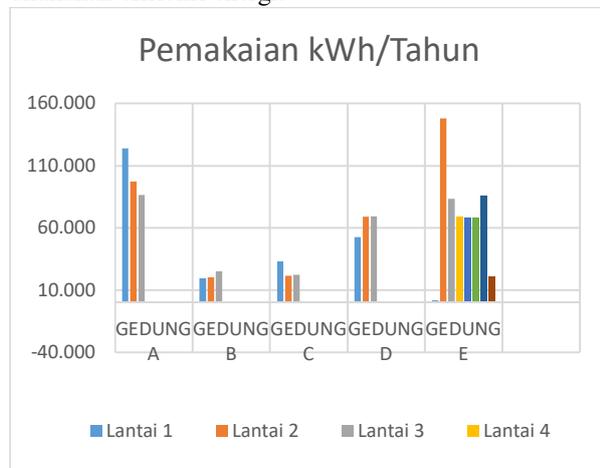
4.1 Sistem Kelistrikan di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo ini di suplai oleh sumber PLN dengan golongan tariff daya listrik (S2/TM) yang berjumlah dua transformator dengan kapasitas daya masing-masing sebesar 197 kVA.

4.2 Audit Energi Awal

4.2.1 Data Konsumsi Energi

Data konsumsi energi dibawah ini di dapat berdasarkan pengukuran pada panel LVMDP setiap hari senin sampai sabtu di beberapa gedung di Universitas Muhammadiyah sidorjo sebelum dilakukan efisiensi energi.



Gambar 1. Pemakaian Energi (kWh/Tahun)

4.2.2 Luas Gedung_Gedung Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

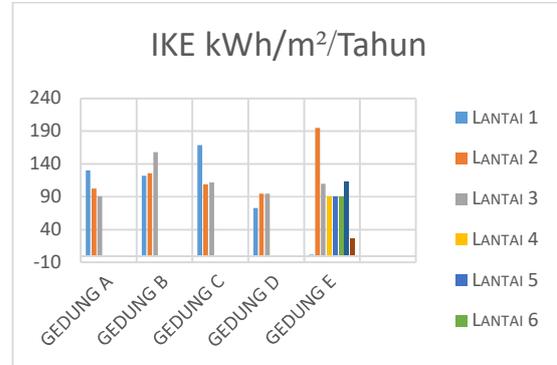
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo memiliki beberapa gedung fakultas, dari lima gedung yang akan dilakukan analisa energi mempunyai luasan yang berbeda-beda, untuk mengetahui luasan tiap gedung dilakukan perhitungan dengan cara mengalikan total panjang bangunan dengan total lebar bangunan.

- Gedung A memiliki luas bangunan 950 m²
- Gedung B memiliki luas bangunan 160 m²
- Gedung C memiliki luas bangunan 196 m²
- Gedung D memiliki luas bangunan 722 m²
- Gedung E memiliki luas bangunan 756 m²

Dari data luasan bangunan gedung A Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dengan persamaan rumus (3.7.5) selama satu tahun, berikut perhitungannya :

$$IKE \text{ kWh/tahun} = \frac{kWh \text{ total 1 tahun}}{\text{Luas Bangunan}}$$

$$= \frac{148.152}{756} = 195,9691 \text{ kWh/m}^2$$



Gambar 2. Grafik Penggunaan Energi Listrik dalam Setahun untuk Setiap Lantai.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) setiap gedung masih memenuhi standar sebagai contoh untuk gedung A lantai 1 nilai IKE sebesar 130,3027 kWh/Tahun. Nilai tersebut bisa dikatakan sangat efisien mengingat standar IKE untuk perkantoran dan pendidikan yaitu 240 kWh/Tahun. Nilai tersebut memungkinkan akan meningkat mengingat pengukuran kWh dilakukan pada saat perkuliahan sudah memasuki hari libur.

4.4 Audit Energi Rinci

Setelah didapatkan data untuk menghitung IKE rinci pada sistem penerangan berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan perhitungan sebagai berikut:

- Menghitung kuat penerangan ruangan pada setiap gedung
- Membandingkan IKE dengan standar yang berlaku.

4.5 Analisis Solusi Manajemen Energi

4.5.1. Sistem Penerangan

Pergantian lampu perlu dilakukan dikarenakan audit energi rinci yang dilakukan pada sistem penerangan di dapatkan nilai lumen pada sebagian ruang masih di bawah SNI 03—6197-2000 Konservasi Energi Pada Sistem Penerangan.

Contoh perhitungan kuat penerangan yang dilakukan di gedung A ruang kuliah lantai 3.

- Ruang Kuliah
 - Dimensi Ruang
 - Panjang (P) : 8 m

- Lebar (L) : 7 m
Tinggi : 3,5 m
Luas (A): 56 m²
- Komposisi lampu terpasang lampu TL LED 36 Watt berjumlah 6 buah.
 - Fluks lampu (Ql) : 5600 lumen (katalog lampu pada lampiran)
 - Jenis penerang : Langsung
 - Langit – langit : Terang
 - Dinding : Semi Terang
 - Rumus kuat penerangan adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{n \times l \times LLF \times CU}{P \times L}$$

$$E = \frac{6 \times 5600 \times 0,8 \times 65\%}{8 \times 7}$$

$$E = 312 \text{ Lux}$$

Setelah dilakukan penggantian lampu dapat dilihat besaran lux adalah 312 lux dimana nilai tersebut sudah dengan standar untuk ruang kelas yaitu 250 Lux

4.5.2 Sistem Pendingin

Setelah dilakukan perhitungan Audit Energi Rinci pada sistem pendingin, maka akan dilakukan perhitungan ulang pada system pendingin ruang kuliah gedung A lantai 3.

Contoh perhitungan kapasitas AC (*Air Conditioner*) yang dilakukan di gedung A lantai 3

- Ruang Kelas
Panjang (P) : 8 m
Lebar (L) : 7 m
Tinggi : 3,5 m
Luas (A): 56 m²
- Jumlah AC terpasang
AC split 1,5 PK 2 buah
- Kapasitas AC yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} PK \text{ AC yang dibutuhkan:} &= (PxLxTx\text{Faktor } 1 \times 37) + (\text{Jumlah orang} \times \text{Faktor } 2) \\ &= (8 \times 7 \times 3,5 \times 5 \times 37) + (40 \times 600) \end{aligned}$$

$$= 36260 + 24000 = 60260 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}}$$

Dari perhtiungan diatas penggunaan AC pada gedung A lantai 3 nilai Btu/Jam yang terpasang sebesar 24000 Btu/jam. Sedangkan nilai Btu/Jam yang di butuhkan ruangan tersebut pada perhitungan Audit Energi Rinci system pendingin sebesar 60260 Btu/Jam.

4.6 Hasil Perhitungan IKE Setelah Dilakukan Efisiensi

Tabel 2. IKE Setelah dilakukan Efisiensi

GEDUNG	PENGGUN AAN kWh/Tahun	LUAS BANGUN AN	IKE kWh/m ² /TA HUN	STANDAR T IKE (kWh/m ²)
A LANTAI 1	112,147	950	118,050	240
A LANTAI 2	87,290		92,093	240
A LANTAI 3	77,610		81,695	240
B LANTAI 1	17,716	160	110,727	240
B LANTAI 2	18,085		113,037	240
B LANTAI 3	22,421		140,135	240

GEDUN G	PENGGU NAAN kWh/Tahun	LUAS BANGU NAN	IKE kWh/m ² /TA HUN	STANDART IKE (kWh/m ²)
C LANTAI 1	29,649	196	151,272	240
C LANTAI 2	19,493		99,458	240
C LANTAI 3	19,810		101,047	240
D LANTAI 1	46,353	722	151,272	240
D LANTAI 2	62,032		99,458	240
D LANTAI 3	62,428		101,074	240
E LANTAI 1	1,478	756	1,956	240
E LANTAI 2	135,422		179,130	240
E LANTAI 3	76,109		100,674	240
E LANTAI 4	63,129		83.504	240
E LANTAI 5	62,409		82,552	240

E LANTAI 6	62,409		82,552	240
GEDUN G	PENGGUNAAN kWh/Tahun		IKE kWh/m²/TAHUN	STANDART IKE (kWh/m²)
E LANTAI 7	78,796		104,228	240
E LANTAI 8	18.877		24,970	240

4.7 Perhitungan Biaya Konsumsi Energi

Di karenakan di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo memiliki 5 gedung dengan dua buah transformator 197 KVA. Yaitu gedung ABCD tranformator 1 dan gedung E transformator 2, maka dari 2 transformator tersebut dapat di simpulkan :

Tabel 3. Biaya kWh/Bulan Sebelum Efisiensi

GEDUN G	TRAF O	TOTAL KWH/BULAN	BIAYA/KW H	TOTAL BIAYA KWH/BULAN
A	1	25,602.000	900.000	IDR 47,987,100.
B		5,415.000		
C		6,391.000		
D		15,911.000		
E	2	45,507.000	900.000	IDR 40,956,300.

Tabel 4. Biaya kWh/Bulan Setelah Efisiensi

GEDUNG	TRAF O	TOTAL KWH/BULAN	BIAYA/ KWH	TOTAL BIAYA KWH/BULAN
A	1	23,102.000	IDR 900.00	IDR 43,137,000
B		4,851.000		
C		5,744.000		
D		14,233.000		
E	2	41,549.000	IDR 900.00	IDR 37,394,100

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan tabel 2, nilai Konsumsi Energi akhir setelah dilakukan efisiensi energi terhadap seluruh ruangan terdapat perbandingan antara Konsumsi Energi sebelum dilakukan efisiensi gedung di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yaitu gedung A sebesar 118 kWh//m², Gedung B sebesar 140 kWh/m², Gedung C sebesar 151

kWh//m²,Gedung D sebesar 86 kWh//m², dan Gedung E sebesar 179 kWh//m². dari ke lima gedung tersebut nilai IKE nya masih tergolong efisien karena masih di bawah standart ASEAN-USAID yaitu sebesar 240 kWh/m².

- Setelah dilakukan pergantian lampu dan lux ruangan sudah memenuhi standart kuat penerangan SNI 03-6197-2000. Sebagai contoh pada gedung A lantai 3 masih kurang standar : ruang kuliah sebesar 45 Lux yang di ukur menggunakan Lux meter, sedangkan nilai standar sebesar 250 Lux untuk ruangkelas.
- Setelah dilakukan perhitungan kapasitas pendingin ruangan yang ada. Sebagai contoh pada gedung A lantai 3 masih kurang standar: ruang kuliah dengan luas 56m² dengan jumlah mahasiswa 40 orang yang terpasang sejumlah 24000 Btu/Jam, sedangkan menurut perhitungan standart untuk ruangan tersebut membutuhkan 67512 Btu/Jam.

5.2. Saran

Beberapa saran untuk perbaikan dan pengembangan penelitian adalah:

- Perlunya dilakukan pengukuran dengan alat yang terkini agar untuk pengukuran intensitas pencahayaan lebih akurat.
- Perlunya penggantian lampu dan pendingin ruangan agar dapat mencapai efisiensi energi.

PUSTAKA

- [1]. Persyaratan Umum Instalasi Tenaga Listrik (PUIL) 2000.
- [2] Firjatoellah, Royhan. 2018. “Analisis Pemakaian dan Audit Upaya Penghematan Energi Listrik Menggunakan DBMS (Database Management System) Di Politeknik Negeri Malang.
- [3]. Basyarach. N.A, Penangsang. Ontoseno. 2019 “Rekonfigurasi Jaringan distribusi radial untuk minimisasi rugi daya menggunakan binary particle swarm optimization”, JHP 17, Untag Surabaya.
- [4]. Wardani, Ayusta. Hartayu, Ratna. 2019. “ optimasi pemasangan kapasitor dengan mempertimbangkan biaya investasi kapasitor pada system distribusi menggunakan algoritma APSO”. JHP 17, Untag Surabaya.
- [5] Hasan, Shalahuddin. 2004. “Pelaksanaan Efisiensi Energi di Bangunan Gedung.