

Audit Energi Sistem Tata Cahaya dan Tata Udara pada *Basement* dan Lantai 1 Toko Buku Pekanbaru

Awaludin Martin^{1,a)}, Reza Asrian^{2,b)}, Jamal Suriyadi^{3,c)}

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin UNRI,
Kampus Bina Widya KM.12,5, Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru, Riau, Indonesia, 28293

^{a)}awaludinmartin@yahoo.com (corresponding author), ^{b)}reza.asrian1398@student.unri.ac.id,
^{c)}jamal.suriyadi1190@student.unri.ac.id

Abstrak

Audit energi merupakan suatu langkah yang tepat untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi di sebuah bangunan. Toko Buku Pekanbaru menjadi tempat yang dipilih untuk dilakukan proses audit energi, dengan mengambil area *basement* dan lantai 1. Proses audit ini bertujuan untuk mengetahui nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) apakah sudah sesuai dengan Permen ESDM No.13 Tahun 2012 dan mencari peluang konservasi energinya. Proses audit dimulai dengan survei langsung untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Hasil yang didapatkan dari proses audit menyatakan bahwa area ber-AC (*air conditioning*) tergolong kriteria boros dengan IKE sebesar 24,33 kWh/m².bulan dan area tanpa AC tergolong kriteria sangat efisien dengan IKE sebesar 1,68 kWh/m².bulan. Rekomendasi yang dapat diberikan pada bangunan ini adalah dengan mengurangi penggunaan lampu pada beberapa tempat yang melebihi standar dan mengurangi penggunaan jumlah AC. Dengan menerapkan rekomendasi tersebut, Toko Buku Pekanbaru yang awalnya membayar listrik sebesar Rp. 411.148.410,00, dapat mengurangi biayanya menjadi Rp. 246.104.170,00, sehingga dapat menghemat biaya sebesar Rp. 165.044.240,00. Nilai IKE yang didapatkan juga menjadi menurun, pada area ber-AC turun menjadi 14,64 kWh/m².bulan tergolong kriteria cukup efisien dan area tanpa AC turun menjadi 1,03 kWh/m².bulan.

Kata kunci: *audit energi, IKE, konservasi*

Abstract

Energy audit is the right step to optimize energy use in a building. Pekanbaru Bookstore is the place chosen for the energy audit process, taking the basement and 1st floor areas. This audit process aims to determine whether the IKE (Energy Consumption Intensity) is in accordance with the Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No. 13 of 2012 and looking for opportunities energy conservation. The audit process begins with a direct survey, to obtain the necessary data. The results obtained from the audit process state that the air-conditioned area is classified as wasteful with an IKE of 24.33 kWh/m².month and the area without air-conditioning is classified as very efficient with an IKE of 1.68 kWh/m².month. Recommendations that can be given are to reduce the use of lights in several places that exceed the standard and reduce the use of air conditioning (AC). By implementing these recommendations, the Pekanbaru Bookstore, which initially paid for electricity of Rp. 411,148,410.00, was able to reduce its costs to Rp. 246,104,170.00, thus saving costs of Rp. 165,044,240.00. The IKE value obtained also decreased, in the air-conditioned area it fell to 14.64 kWh/m².month classified as quite efficient criteria and the area without air conditioning decreased to 1.03 kWh/m².month.

Keywords: *conservation, energy audit, IKE*

I. PENDAHULUAN

Energi adalah kebutuhan mendasar untuk mendorong hampir setiap aktivitas ekonomi dan sosial dalam masyarakat. Walaupun begitu, cadangan energi dunia semakin habis, permintaan akan energi meningkat dari waktu ke waktu. Konsumsi energi yang boros dan berlebihan, berdampak pada lingkungan, membuat produk kurang kompetitif dan menyebabkan gejolak sosial ekonomi jangka panjang [1].

Pemborosan energi juga dapat mengakibatkan terjadinya krisis energi. Krisis energi listrik menjadi salah satu jenis krisis energi yang sedang terjadi. Krisis energi

ini disebabkan oleh kurangnya ketersediaan energi, dan juga tidak efisiensinya penggunaan dari energi tersebut [2], [3]. Seiring masalah energi yang semakin kompleks, manajemen konsumsi energi menjadi salah satu faktor penting yang harus diperhitungkan [1].

Selama ini, sumber energi di Indonesia masih didominasi oleh sumber energi tak terbarukan, yaitu bahan bakar fosil dan batu bara sebesar 59,6%. Sumber energi yang tidak terbarukan, artinya jika digunakan terus menerus cadangan energi akan semakin berkurang. Klass menyatakan bahwa sejak tahun 2002 sumber energi berbahan bakar fosil diperkirakan bertahan

untuk minyak bumi setidaknya 40 tahun, untuk gas alam 60 tahun dan batu bara 200 tahun. Semua pihak harus mengupayakan efisiensi energi untuk mengatasi masalah berkurangnya cadangan energi tersebut [4], [5]. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi adalah metode konservasi energi [6].

Pemerintah Indonesia telah mencanangkan kebijakan konservasi energi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Konservasi energi menjadi upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri. Di dalam konservasi energi terdapat proses audit yang merupakan metode penghitungan konsumsi energi dari satu atau lebih bangunan [5]. Jika penggunaan daya tidak efisien, mengakibatkan penggunaan listrik tinggi, tidak terkendali, dan biaya listrik yang harus dibayarkan menjadi besar. Oleh karena itu perlu dilakukan audit energi.

Salah satu penghematan energi yang dapat dilakukan pada sebuah bangunan adalah penghematan peralatan pencahayaan. Pada sistem pencahayaan, terutama penggunaan cahaya alami dari fajar hingga siang hari, dapat mengurangi pencahayaan buatan untuk menghemat konsumsi daya yang digunakan [7]. Untuk sistem tata udara, penghematan yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi jumlah *air conditioner* (AC) yang digunakan, selain itu juga dapat mengurangi jam operasional dari *air conditioner* (AC) tersebut. Konservasi energi pada sistem udara ini memberikan pengaruh yang paling besar, dikarenakan dari total keseluruhan energi listrik yang digunakan, diperkirakan sekitar 50%-70% berasal dari sistem tata udara [8].

Berdasarkan hal di atas, maka perlu dilakukan kajian terkait audit energi pada area *basement* dan lantai 1 Toko Buku Pekanbaru, yang bertujuan untuk mengetahui besar pemakaian energi listrik, mengetahui nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) serta mencari peluang-peluang penghematan energi dan penghematan biaya yang dapat dilakukan.

II. LANDASAN TEORI

A. Energi

Energi yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan, tetapi dapat dirasakan adanya. Energi atau yang sering disebut tenaga, adalah suatu pengertian yang sering sekali digunakan orang. Menurut Caffal (1995) energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, dapat dikonversikan atau berubah dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain, misalnya pada kompor di dapur, energi yang tersimpan dalam minyak tanah diubah menjadi api. Jadi energi adalah kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan kerja pada sistem yang lain [9].

Energi dapat diibaratkan seperti uang, karena sangat vital bagi kebutuhan suatu perusahaan atau industri dan juga kini persediaan dari energi yang tidak dapat diperbaharui sudah mulai menipis. Pemakaian haruslah bijaksana, se-produktif dan se-efisien mungkin. Karena harga dari energi tersebut tidaklah murah, maka sebagai suatu perusahaan atau industri haruslah melakukan upaya

yang bertitik berat pada penghematan pemakaian energi [9].

B. Manajemen Energi

Manajemen energi didefinisikan sebagai pendekatan yang sistematis dan terintegrasi untuk membuat penggunaan sumber daya energi secara efisien, efektif dan rasional tanpa mengurangi kuantitas dan kualitas fungsi bangunan utama. Fungsi manajemen berguna untuk memantau, menganalisis, dan mengontrol aliran energi dalam sistem untuk efisiensi energi maksimum. Manajemen energi sebenarnya adalah kombinasi dari teknik dan keterampilan manajemen bisnis dengan penekanan pada rekayasa bisnis. Dengan kenaikan harga energi baru-baru ini, manajemen energi semakin diperlukan. Karena dengan menerapkan manajemen energi ini, biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi dapat ditekan [10]. Ada beberapa program manajemen energi yang dapat diterapkan, antara lain adalah sebagai berikut [11]:

1. Melakukan proses audit energi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi,
2. Menerapkan penghematan energi,
3. Mengumpulkan dan menganalisis data pemakaian energi saat ini.,
4. Mempersiapkan sumber-sumber energi yang dibutuhkan pada anggaran energi.

Ada dua strategi pokok manajemen energi yang dapat untuk dilakukan, yaitu [11]:

1. Konservasi energi.
Pemakaian energi yang tidak perlu dapat dihindari atau diminimalkan,
2. Efisiensi energi.
Pengurangan pemakaian energi pada saat penggunaan.

C. Konservasi Energi

Konservasi energi adalah langkah kebijakan yang paling mudah dilakukan dan biaya termurah, dan sekarang bisa dilakukan di semua lapisan masyarakat. Kebijakan energi ini bertujuan untuk memanfaatkan sumber daya energi secara maksimal yang tersedia, juga untuk mengurangi ketergantungan pada minyak bumi, dengan memahami bahwa penghematan energi tidak boleh menjadi hambatan untuk pekerjaan operasional atau rencana pengembangan [12].

Dalam pelaksanaan penghematan energi terdapat 3 bagian penting yaitu pertama pengamatan sumber energi seperti genset dan listrik PLN, kedua konservasi dan distribusi yaitu pemilihan teknologi seperti peralatan listrik dan optimalisasi dan efisiensi penggunaan energi, dan pada akhirnya konsumsi energi, yaitu perilaku konsumen dalam penggunaan sumber daya energi sesuai dengan kebutuhannya atau tidak [13].

Kebijakan mengenai konservasi energi juga diatur dalam Undang-Undang Energi No 30 Tahun 2007 Pasal 25 yang mengatur mengenai Konservasi Energi, yaitu [14]:

1. Konservasi Energi Nasional menjadi tanggung jawab Pemerintah, Pemerintah Daerah, penguasa, dan masyarakat;
2. Pengguna energi dan produsen peralatan hemat energi yang melaksanakan konservasi energi diberi kemudahan dan/atau insentif oleh Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah;
3. Pengguna sumber energi dan pengguna energi yang tidak melaksanakan konservasi energi diberi disinsentif oleh Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah.

D. Audit Energi

Audit energi adalah upaya atau kegiatan untuk menentukan jenis dan jumlah energi yang digunakan di bagian operasional suatu industri, pabrik atau bangunan dan upaya untuk mengidentifikasi penghematan energi [15]. Tujuan dari audit energi adalah menemukan cara untuk mengurangi konsumsi energi per unit produksi dan mengurangi biaya operasi. Dan dapat mengetahui diagram distribusi energi suatu bangunan dari audit energi, untuk menentukan bagian yang paling banyak mengkonsumsi energi. Dari hasil audit energi, terlihat adanya potensi peluang penghematan energi dalam hal peningkatan efisiensi.

Menurut SNI 03-6196-2011 adapun jenis-jenis audit energi dapat dibagi menjadi beberapa bentuk, seperti *walk-through audit*, *preliminary audit*, *detailed audit*, dan *energy management plan and implementation action*[16]:

1. *Walk-through audit*
Walk through audit biasa juga disebut dengan mini audit. Audit jenis ini dilakukan secara sederhana, tanpa ada perhitungan secara rinci, analisis yang dilakukan juga sederhana. Secara umum fokus audit ini adalah pada bidang pemeliharaan dan penghematan yang tidak terlalu memerlukan biaya investasi yang besar.
2. *Preliminary audit*
Audit ini hanya dilakukan pada bagian penting saja. Perhitungan yang dilakukan cukup kompleks. *Preliminary audit* sendiri meliputi indentifikasi mesin, analisis kondisi aktual, menghitung konsumsi energi, menghitung pemborosan energi dan beberapa usulan.
3. *Detailed audit*
Audit energi untuk semua aspek konsumsi daya dan kemungkinan penghematan. Proses audit jenis ini biasanya dilakukan oleh lembaga akuntansi khusus (lembaga auditor) dalam jangka waktu tertentu. Sebelum audit, analisis biaya audit energi, identifikasi mesin, analisis status aktual, dan semua perhitungan konsumsi energi harus dilakukan.
Konsumsi energi ini meliputi energi primer dan energi sekunder. Selain itu, perhitungan dilakukan pada pemborosan energi, peluang konservasi energi, beberapa usulan konservasi energi hingga dampak dari usulan tersebut. Untuk mencari penghematan, perlu mengetahui terlebih dahulu

cara menganalisis biaya audit energi, cara mengidentifikasi bangunan, cara menganalisis kondisi aktual, dan cara menghitung total konsumsi energi..

4. *Energy management plan and implementation action*

Audit energi yang dilakukan merupakan sarana pengelolaan energi. Audit ini pada dasarnya sama dengan audit rinci, tetapi berjalan terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Audit energi ini diawali dengan pembentukan organisasi manajemen energi. Hasil audit tersebut menjadi masukan utama sistem manajemen energi untuk melakukan manajemen energi terintegrasi.

E. Sistem Tata Cahaya

Audit sistem pencahayaan adalah untuk mengetahui tingkat penerangan ruangan, apakah sesuai atau tidak dengan fungsi ruangan tersebut. Penghematan pemakaian tenaga listrik melalui system cahaya sebagaimana dimaksud pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber daya mineral Republik Indonesia nomor 13 tahun 2012 tentang penghematan energi listrik pada pasal 4 ayat 1 huruf b dilakukan dengan cara [17]:

- a. Menggunakan lampu hemat energi sesuai dengan peruntukannya
- b. Mengurangi penggunaan lampu hias (*accessoris*)
- c. Menggunakan ballast elektronik pada lampu TL (*neon*)
- d. Mengatur daya listrik maksimum untuk pencahayaan (termasuk rugi rugi ballast) sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk:
 1. Ruang resepsionis 13 Watt/m² dengan tingkat pencahayaan paling rendah 300 lux;
 2. Ruang kerja 12 Watt/m² dengan tingkat pencahayaan paling rendah 350 lux;
 3. Ruang rapat, ruang arsip 12 Watt/m² dengan tingkat pencahayaan paling rendah 300 lux;
 4. Gudang arsip 6 Watt/m² dengan tingkat pencahayaan paling rendah 150 lux;
 5. Ruang tangga darurat 4 Watt/m² dengan tingkat pencahayaan paling rendah 150 lux;
 6. Tempat parkir 4 Watt/m² dengan tingkat pencahayaan paling rendah 100 lux.
- e. Menggunakan rumah lampu (*armature*) reflector yang memiliki pantulan cahaya tinggi
- f. Mengatur saklar berdasarkan kelompok area, sehingga sesuai dengan pemfaatan ruangan.
- g. Menggunakan saklar otomatis dengan menggunakan pengatur waktu (*timer*) dan atau sensor cahaya (*photocell*) untuk lampu taman, koridor, dan teras.
- h. Mematikan lampu ruangan di bangunan gedung jika tidak dipergunakan.
- i. Memanfaatkan cahaya alami (matahari) pada siang hari dengan membuka tirai jendela secukupnya sehingga tingkat cahaya memadai untuk melakukan kegiatan pekerjaan

- j. Memberihkan lampu dan rumah lampu (*armature*) jika kotor dan berebu agar tidak menghalangi cahaya lampu.

F. Sistem Tata Udara

Penyesuaian temperatur dan kelembaban dapat dilakukan sesuai dengan standar nasional Indonesia yang ada, karena kondisi suhu dan kelembaban ruang sangat mempengaruhi kenyamanan penghuni ruang. Hal ini dilakukan agar AC di dalam gedung dapat berfungsi secara efisien [18]. Persyaratan termal yang ditetapkan dalam keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia tentang pengelolaan energi adalah [19]:

Temperatur : 24°C - 27°C
Kelembaban : 55% - 65%

Penghematan pemakaian tenaga listrik melalui sistem tata udara ditetapkan berdasar Permen ESDM No.13 tahun 2012 dilakukan dengan cara [17]:

- a. Untuk Bangunan Gedung Negara serta Bangunan Gedung BUMN, BUMD, dan BHMN, apabila menggunakan AC dilakukan dengan cara:
 1. Menggunakan AC hemat energi (berteknologi inverter) dengan daya sesuai dengan besarnya ruangan;
 2. Menggunakan refrigerant jenis hidrokarbon;
 3. Menempatkan unit kompresor AC pada lokasi yang tidak terkena langsung sinar matahari;
 4. Mematikan AC jika ruangan tidak digunakan;
 5. Memasang thermometer ruangan untuk memantau suhu ruangan;
 6. Mengatur suhu dan kelembaban relatif sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu:
 - a) ruang kerja dengan suhu berkisar antara 24°C hingga 27°C dengan kelembaban relatif antara 55% (lima puluh lima persen) sampai dengan 65% (enam puluh lima persen);
 - b) ruang transit (lobby, koridor) dengan suhu berkisar antara 27°C hingga 30°C dengan kelembaban relatif antara 50% (lima puluh persen) sampai dengan 70% (tujuh puluh persen).
 7. Mengoperasikan AC central:
 - a) 30 (tiga puluh) menit sebelum jam kerja unit fan AC dinyalakan, satu jam kemudian unit kompresor AC dinyalakan;
 - b) 30 (tiga puluh) menit sebelum jam kerja berakhir unit kompresor AC dimatikan pada saat jam kerja berakhir unit fan AC dimatikan;
 8. Memastikan tidak adanya udara luar yang masuk ke dalam ruangan ber AC yang mengakibatkan efek pendinginan berkurang;
 9. Melakukan perawatan secara berkala sesuai panduan pabrikan;

- a) Menggunakan jenis kaca tertentu yang dapat mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan namun tidak mengurangi pencahayaan alami;
- b) Mengurangi suhu udara pada atau sekitar gedung dengan cara penanaman tumbuhan dan/atau pembuatan kolam air.

Kebutuhan kapasitas pendinginan bangunan/gedung dapat dihitung menggunakan persamaan (1),

$$\text{Kebutuhan pendinginan (BTU)} = \frac{p \times t \times l \times I \times E}{60} \quad (1)$$

Dimana: p = Room Length (feet)
l = Room Width (feet)
t = Room Height (feet)
I = 10 (Ruangan Berinsulasi) (Nilai 18 jika ruangan tidak berinsulasi)
E = 17 (Dinding terpanjang menghadap ke timur) (Nilai 16 jika menghadap utara, nilai 18 jika menghadap selatan dan nilai 20 jika menghadap barat)

G. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas konsumsi energi (IKE) adalah nilai yang dipakai untuk menjelaskan besarnya pemakaian energi dalam suatu gedung (bangunan). Pada hakekatnya IKE ini merupakan *output* antara konsumsi tenaga total selama periode tertentu (satu tahun) dibagi luasan bangunan [20]. IKE pada suatu bangunan atau gedung bisa dijadikan acuan yang berguna mengetahui koefisien penggunaan energi pada pada sebuah gedung atau bangunan [21]. Standar yang digunakan untuk Intensitas Konsumsi Energi adalah Permen ESDM No.13 tahun 2012. Nilai IKE dapat dihitung menggunakan persamaan (2) :

$$IKE \left(\frac{kWh}{m^2 \cdot bulan} \right) = \frac{\text{Total Konsumsi Energi} \left(\frac{kWh}{bulan} \right)}{\text{Luas Bangunan} (m^2)} \quad (2)$$

Tabel 1. Kriteria IKE untuk bangunan ber-AC [17]

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m ² .bulan)
Sangat Efisien	Lebih kecil dari 8,5
Efisien	8,5 sampai dengan lebih kecil dari 14
Cukup Efisien	14 sampai dengan lebih kecil dari 18,5
Boros	Lebih besar sama dengan 18,5

Tabel 2. Kriteria IKE untuk bangunan tanpa AC [17]

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m ² .bulan)
Sangat Efisien	Lebih kecil dari 3,4
Efisien	3,4 sampai dengan lebih kecil dari 5,6
Cukup Efisien	5,6 sampai dengan lebih kecil dari 7,4
Boros	Lebih besar sama dengan 7,4

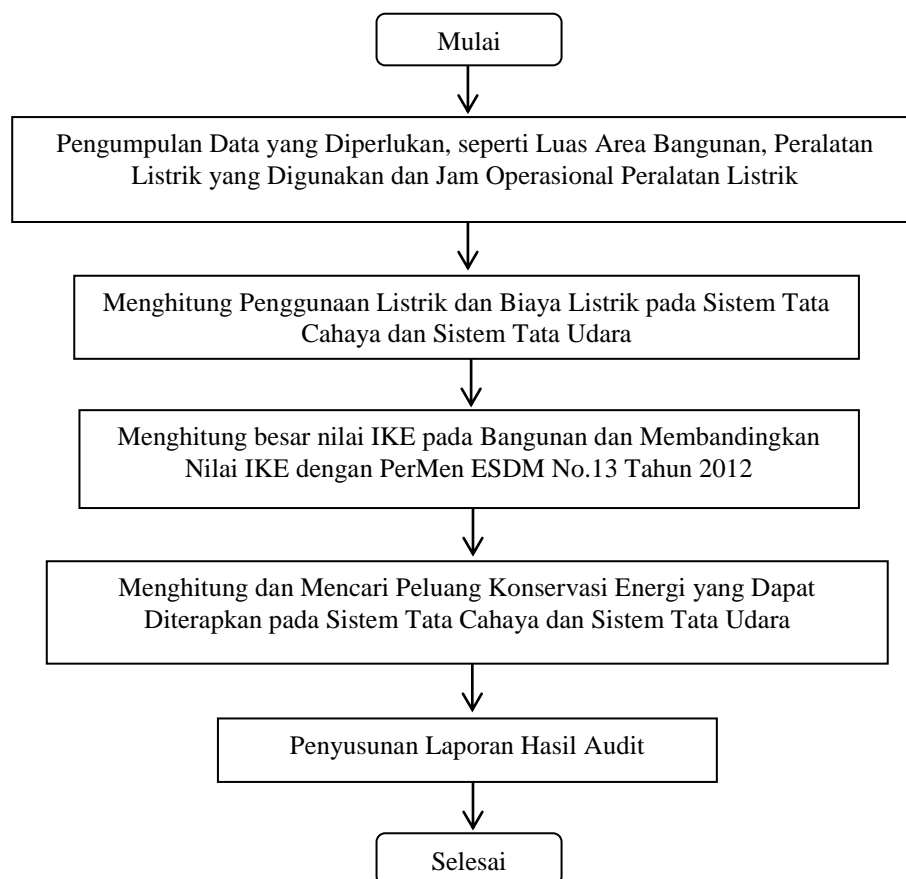
H. Analisis Peluang Hemat Energi

Setelah peluang penghematan energi telah diidentifikasi, peluang penghematan perlu dianalisis lebih lanjut. Artinya, potensi manfaat penghematan energi dibandingkan dengan biaya yang dibayarkan untuk melaksanakan rencana konservasi energi yang direkomendasikan. Dalam hal penghematan energi dalam sebuah bangunan, kenyamanan penghuni harus diperhitungkan. Analisis peluang hemat energi mencakup upaya meminimalkan konsumsi energi (mengurangi instalasi atau konsumsi daya dan waktu kerja), meningkatkan kinerja perangkat, dan menggunakan sumber energi yang lebih murah. [22].

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

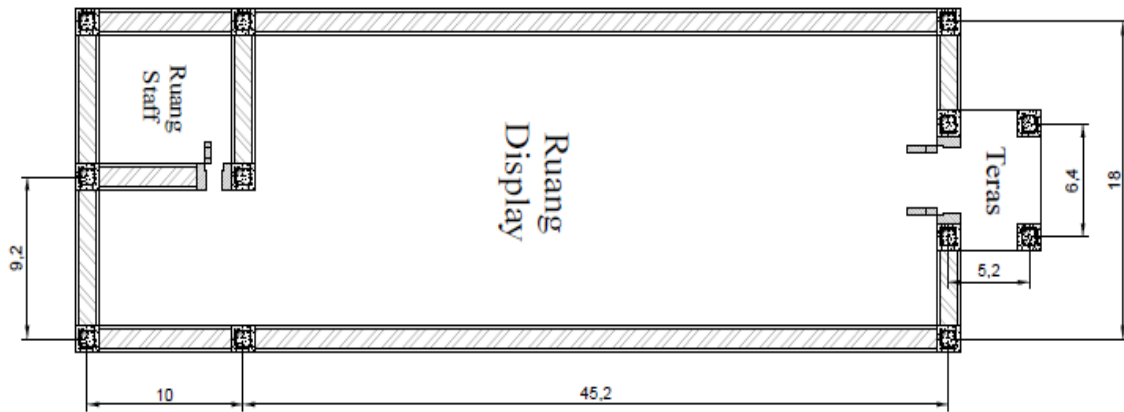
Metode yang digunakan adalah metode survei secara langsung dan konservasi energi. Dalam proses ini meliputi adanya audit energi, dimana pada awal proses audit energi sebelumnya dilakukan persiapan audit energi

yaitu mendatangi bangunan Toko Buku Pekanbaru dilanjutkan dengan survei pada bangunan serta melakukan wawancara dengan pengelola bangunan sehingga didapatkan gambaran umum bangunan, peralatan elektronik yang digunakan dan sistem operasional bangunan untuk melihat potensi peluang penghematan energi pada bangunan toko buku tersebut. Alur dari penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



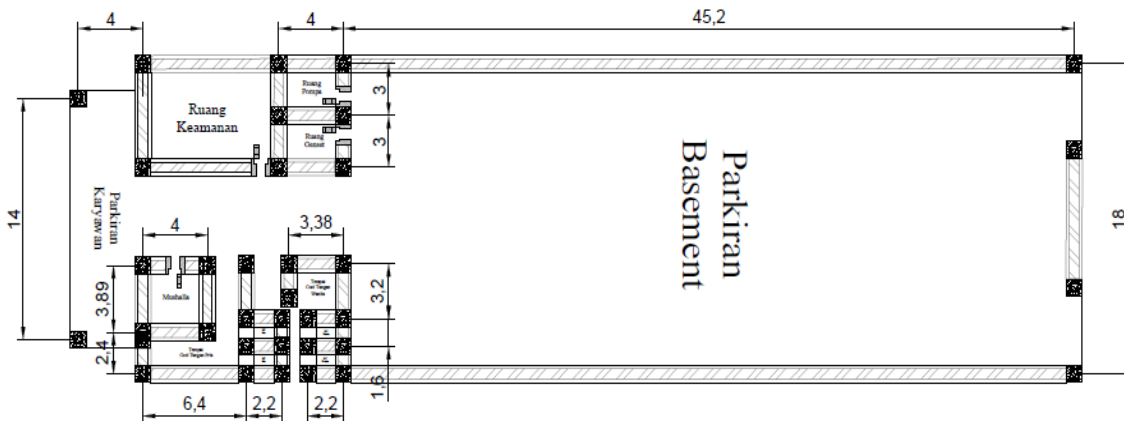
Gambar 1. Alur penelitian

Proses audit pada bangunan ini dilakukan pada dua lantai yaitu lantai 1 dan lantai *basement*. Pada lantai 1, proses audit dilakukan hanya untuk area teras dan ruang *display* saja. Sketsa area dan ukuran area (dalam ukuran meter) pada lantai 1 bangunan ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Sketsa area lantai 1

Pada area *basement*, area yang dilakukan proses audit yaitu parkir *basement*, parkir karyawan, ruang pompa, mushalla, WC pria dan WC wanita, serta tempat cuci tangan pria dan tempat cuci tangan wanita. Sketsa area dan ukuran area untuk lantai *basement* bangunan ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Sketsa area lantai *basement*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Luas Bangunan Gedung

1. Lantai Basement

Pada lantai *basement* terdapat beberapa area yang dilakukan proses audit. Luas area masing-masing ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Luas area masing-masing yang terdapat pada *basement*

No	Area	Luas Area (m ²)
1	Parkiran Basemen	813,6
2	Parkiran Karyawan	56
3	Mushalla	15,56
4	WC Pria (2 buah)	3,52
5	WC Wanita (2 buah)	3,52
6	Tempat Cuci Tangan Pria	16,44

7	Tempat Cuci Tangan Wanita	10,8
8	Ruang Pompa	12

2. Lantai 1

Lantai 1 memiliki dua area yang dilakukan proses audit, area tersebut adalah bagian *display* dan teras. Luas masing-masing area ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Luas area masing-masing yang terdapat pada lantai 1

No	Area	Luas Area (m ²)
1	Ruang Display	905,6
2	Teras	33,28

B. Data Spesifikasi Peralatan Listrik yang Digunakan

1. Sistem Tata Cahaya

Spesifikasi peralatan sistem tata cahaya yang digunakan pada lantai *basement* dan lantai 1 bangunan ini ditunjukkan pada tabel 5. Peralatan-peralatan inilah yang mempengaruhi besarnya konsumsi energi yang

digunakan.

Tabel 5. Spesifikasi peralatan sistem tata cahaya

No	Jenis	Daya (Watt)	Lumen (Lm)	Unit
1	Lampu LED TL	36	2850	240
2	Lampu Essential	14	812	20
3	Lampu LED Bulb	16	1800	6

2. Sistem Tata Udara

Spesifikasi peralatan tata udara yang digunakan pada lantai *basement* dan lantai 1 bangunan ini ditunjukkan pada tabel 6. Terdapat dua jenis *air conditioner* yang digunakan.

Tabel 6. Spesifikasi peralatan sistem tata udara

No	Jenis	Daya	Unit
1	AC Split Duct 10 PK	11,4 kW	5
2	AC 1,5 PK Low Watt	40 Watt	1

C. Tata Letak dan Jam Operasional Peralatan Listrik

1. Sistem Tata Udara

Peralatan sistem tata udara hanya tersebar pada dua area saja, hal tersebut ditunjukkan pada tabel 7. Diketahui juga jam operasional dari masing-masing peralatan per harinya.

Tabel 7. Letak dan jam operasional peralatan sistem tata udara

No	Area	Jenis AC		Jam Operasional
		Split Duct 10 PK	1,5 PK Low Watt	
1	Ruang Display	5 unit	-	12 jam
2	Mushalla	-	1	2 jam

2. Sistem Tata Cahaya

Distribusi letak peralatan tata cahaya dapat dilihat pada Tabel 8. Pada tabel ini juga terdapat berapa lama jam operasional peralatan dalam sehari.

Tabel 8. Letak dan jam operasional peralatan sistem tata cahaya

No	Area	Jumlah Lampu			Jam Operasional
		Lampu 36 Watt	Lampu 14 Watt	Lampu 16 Watt	
1	Ruang Display	190 buah	-	-	12 jam
2	Teras	-	20 buah	-	3 jam
3	Parkiran Basemen	36 buah	-	-	12 jam
4	Parkiran Karyawan	6 buah	-	-	12 jam
5	Mushalla	2 buah	-	-	12 jam
6	WC Pria (2)	-	-	1 buah	12 jam

7	WC Wanita (2)	-	-	1 buah	12 jam
8	Tempat Cuci Tangan Pria	2 buah	-	-	12 jam
9	Tempat Cuci Tangan Wanita	2 buah	-	-	12 jam
10	Ruang Pompa	-	-	1 buah	12 jam

D. Total Penggunaan dan Biaya Listrik

1. Sistem Tata Cahaya

Besarnya penggunaan listrik per tahun dan biaya listrik per tahun pada masing-masing area bangunan ini disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Total penggunaan dan biaya listrik sistem tata cahaya

No	Area	Penggunaan Listrik per Tahun (kWh)	Biaya Listrik per Tahun (Rp)
1	Ruang Display	29.959,20	43.650.350,00
2	Teras	306	446.395,00
3	Parkiran Basemen	5.675,75	8.269,440,00
4	Parkiran Karyawan	946,08	1.378.240,00
5	Mushalla	313,9	457.345,00
6	WC Pria	138,7	201.845,00
7	WC Wanita	138,7	201.845,00
8	Tempat Cuci Tangan Pria	313,9	457.345,00
9	Tempat Cuci Tangan Wanita	313,9	457.345,00
10	Ruang Pompa	69,35	100.740,00
Jumlah		38.175,48	47.351.450,00

2. Sistem Tata Udara

Sistem udara menjadi beban energi terbesar pada bangunan ini, hal tersebut dapat dilihat pada total penggunaan dan biaya listrik pada tabel 10.

Tabel 10. Total penggunaan dan biaya listrik sistem tata udara

No	Peralatan	Penggunaan Listrik per Tahun (kWh)	Biaya Listrik per Tahun (Rp)
1	AC Split Duck 10 PK	249.660	363.754.620,00
2	AC 1,5 PK Low Watt	29,20	42.340,00
Jumlah		249.689,20	363.796.960,00

3. Keseluruhan

Total keseluruhan penggunaan dan biaya listrik dari bangunan ini ditampilkan pada tabel 11.

Tabel 11. Total penggunaan dan biaya listrik keseluruhan

No	Sistem	Penggunaan Listrik per Tahun (kWh)	Biaya Listrik per Tahun (Rp)
1	Tata Cahaya	38.175,48	47.351.450,00
2	Tata Udara	249.689,20	363.796.960,00
Jumlah		287.864,68	411.148.410,00

E. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

1. Area Ber-AC

Konsumsi energi pada area ber-AC bangunan ini tergolong sangat besar, hal ini dapat dilihat dari nilai IKE yang didapatkan. Nilai IKE tersebut ditampilkan pada tabel 12.

Tabel 12. Nilai IKE area ber-AC

Sistem	Penggunaan	Luas	IKE
--------	------------	------	-----

F. Peluang Konservasi Energi (ECO)

1. Sistem Tata Cahaya

Rencana *energy conservation oppurtunities* (ECO) pada sistem tata cahaya telah didapatkan. Hal tersebut ditampilkan pada tabel 14. Pada tabel 14 juga terdapat total penggunaan dan biaya listrik per tahunnya yang bisa dibandingkan dengan total penggunaan dan biaya listrik sebelumnya.

Tabel 14. Total penggunaan dan biaya listrik sistem tata cahaya berdasarkan rencana ECO

No	Area	Pengurangan Lampu	Penggunaan Listrik per Tahun (kWh)	Biaya Listrik per Tahun (Rp)
1	Ruang Display	78	17.658,7	25.728.485,00
2	Teras	15	76,65	111.325,00
3	Parkiran Basemen	8	4.416,5	6.434.585,00
4	Parkiran Karyawan	4	313,9	457.345,00
5	Mushalla	0	313,9	457.345,00
6	WC Pria	0	138,7	201.845,00
7	WC Wanita	0	138,7	201.845,00
8	Tempat Cuci Tangan Pria	0	313,9	457.345,00
9	Tempat Cuci Tangan Wanita	1	156,95	228.490,00
10	Ruang Pompa	0	69,35	100.740,00
Jumlah			23.597,25	34.379.350,00

2. Sistem Tata Udara

Rencana ECO untuk sistem tata udara ialah pengurangan unit AC jenis *split duct* menjadi 3 unit AC. Hal ini dipilih karena disesuaikan dengan luas area ber-AC bangunan ini. Dengan pengurangan tersebut total penggunaan dan biaya listrik dapat dikurangi tanpa mempengaruhi kenyamanan yang dibutuhkan. Sehingga total penggunaan listrik untuk sistem tata udara

	Listrik (kWh/bulan)	Area (m ²)	(kWh/m ² .bulan)
Tata Cahaya	3.137,71		
Tata Udara	20.522,40	1.870,32	24,33
Jumlah	23.659,57		

2. Area tanpa AC

Pada area tanpa AC bangunan ini nilai IKE-nya termasuk kecil, berbanding terbalik dengan area ber-AC. Nilainya dapat dilihat pada tabel berikut,

Tabel 13. Nilai IKE area tanpa AC

Sistem	Penggunaan Listrik (kWh/bulan)	Luas Area (m ²)	IKE (kWh/m ² .bulan)
Tata Cahaya	3.137,71		
Tata Udara	20.522,40	1.870,32	1,68
Jumlah	23.659,57		

berdasarkan rencana ECO adalah sebesar 149.825,20 kWh/tahun dan biaya listrik yang harus dibayarkan sebesar Rp. 211.724.820,00/tahun.

3. Keseluruhan

Total penggunaan dan biaya listrik berdasarkan rencana ECO yang direkomendasikan dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Total penggunaan dan biaya listrik berdasarkan rencana ECO

Sistem	Penggunaan Listrik per Tahun (kWh)	Biaya Listrik per Tahun (Rp)
Tata Cahaya	23.597,25	34.379.350,00
Tata Udara	149.825,20	211.724.820,00
Jumlah	173.422,45	246.104.170,00

4. IKE Area Ber-AC

Nilai IKE pada area ber-AC pada bangunan ini setelah dilakukan ECO mengalami penurunan yang cukup signifikan. Menandakan besarnya potensi penghematan yang dapat dilakukan. Nilai IKE tersebut ditampilkan pada tabel 16.

Tabel 16. Intensitas konsumsi energi (IKE) setelah ECO pada area ber-AC

Sistem	Penggunaan Listrik (kWh/bulan)	Luas Area (m ²)	IKE (kWh/m ² .bulan)
Tata Cahaya	1.939,50	1.870,32	14,63
Tata Udara	12.314,40		
Jumlah	14.255,32		

5. IKE Area Tanpa AC

Pada area tanpa AC, nilai IKE berdasarkan ECO tidak terlalu besar perbedaannya dengan sebelum ECO, dimana ditampilkan pada tabel 17.

Tabel 17. Intensitas konsumsi energi (IKE) setelah ECO pada area tanpa AC

Sistem	Penggunaan Listrik (kWh/bulan)	Luas Area (m ²)	IKE (kWh/m ² .bulan)
Tata Cahaya	1.939,50	1.870,32	1,03
Tata Udara	12.314,40		
Jumlah	14.255,32		

G. Pembahasan

1. Sistem Tata Cahaya

mengurangi lux setiap ruangan agar tidak melebihi standar yang ditetapkan. Salah satu caranya adalah dengan mencari peluang konservasi energi (ECO) yang dapat dilakukan pada sistem tata cahaya tersebut.

2. Sistem Tata Udara

Sistem tata udara pada Toko Buku Pekanbaru ini menggunakan 5 unit *air conditioner* dengan tipe *split duct* 10 PK. Didapatkan total penggunaan listrik untuk sistem tata udara adalah sebesar 249.689,20 kWh/tahun dan biaya listrik yang dibayarkan untuk sistem tata udara adalah sebanyak Rp. 363.796.960,00/tahun. Dari hasil tersebut, sistem tata udara menghabiskan biaya listrik sebanyak 88,48% dari total keseluruhan biaya listrik untuk bangunan ini. Melihat besarnya pemakaian untuk sistem tata udara ini, diperlukan penghematan energi yang sesuai dengan kebutuhan bangunan.

Sistem tata cahaya di Toko Buku Pekanbaru jika diamati secara langsung oleh peneliti cukup berlebihan, ini disebabkan oleh banyaknya penggunaan lampu pada bangunan ini. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil pengolahan data yang didapatkan. Hasil audit didapatkan bahwa lux pada setiap ruangan melebihi lux standar yang telah ditetapkan oleh Kementerian ESDM yang tercantum pada Permen No.14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi. Hasil tersebut ditunjukkan pada tabel 18.

Tabel 18. Hasil dan Perbandingan Lux Masing-Masing Ruangan

No	Area	Lux	
		Terukur	Standar
1	Ruang Display	597,95	350
2	Teras	487,97	100
3	Parkiran Basemen	126,1	100
4	Parkiran Karyawan	305,35	100
5	Mushalla	366,32	350
6	WC Pria (2)	511,36	150
7	WC Wanita (2)	511,36	150
8	Tempat Cuci Tangan Pria	346,71	150
9	Tempat Cuci Tangan Wanita	527,78	150
10	Ruang Pompa	150	150

Dari hasil tersebut juga dapat dikatakan bahwa pada sistem tata cahaya ini diperlukan suatu tindakan lanjut untuk

3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Total penggunaan listrik dari lantai *basement* dan lantai satu bangunan ini mencapai 287.864,68 kWh/tahunnya dan biaya listrik yang dibayarkan sebesar Rp. 411.148.410,00. Angka tersebut tergolong cukup besar untuk luas area yang ada. Berdasarkan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang telah dilakukan pun, pada area ber-AC bangunan ini masuk ke dalam kriteria boros berdasarkan Permen ESDM No.13 tahun 2012 dengan angka IKE mencapai 24,33 kWh/m².bulan untuk seluruh sistem, dan untuk area tanpa AC masuk ke kriteria sangat efisien dengan nilai IKE 1,68. Pada area ber-AC menandakan pemakaian listriknya tergolong berlebihan. Penggunaan alat elektronik pada sistem tata cahaya dan sistem udara harus dikurangi untuk mengurangi nilai IKE bangunan tersebut. Dibutuhkan

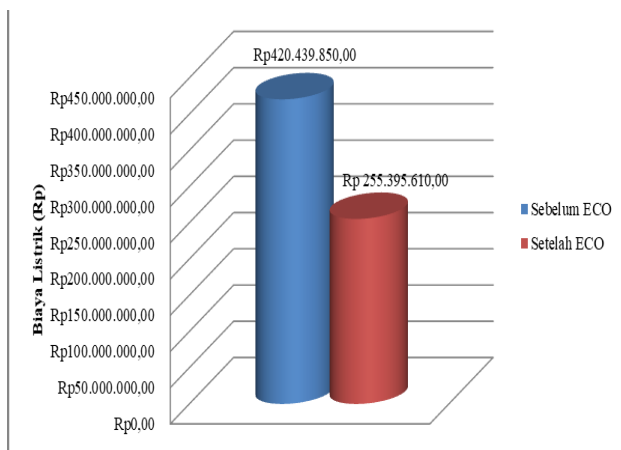
rencana ECO yang harus dilakukan agar IKE yang dihasilkan semakin kecil dan dapat menghemat biaya listrik.

4. Rencana Konservasi Energi (ECO)

Perhitungan *Energy Conservation Opportunities* (ECO) telah dilakukan, hasilnya didapatkan beberapa langkah yang dapat diterapkan untuk mengurangi penggunaan listrik di lantai *basement* dan lantai 1 bangunan ini. Pada sistem tata cahaya, langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi jumlah lampu yang digunakan. Langkah tersebut merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi penggunaan listrik pada sistem tata cahaya, tanpa mempengaruhi kenyamanan pencahayaan, karena walaupun jumlah lampunya dikurangi, lux yang didapatkan sesuai standar.

Pada sistem tata udara, rekomendasi peluang konservasi energi yang dapat diberikan adalah dengan mengurangi jumlah AC yang digunakan. Dengan luas area 905,6 m², penggunaan jumlah AC yang optimal adalah sebanyak 3 unit dengan spesifikasi AC yang digunakan sekarang, sehingga dapat mengurangi 2 AC dari penggunaan sekarang. Dengan melakukan langkah tersebut, penghematan energi listrik yang didapatkan cukup besar. Karena pemakaian listrik terbesar untuk bangunan ini adalah pada sistem tata udara.

Rencana konservasi energi (ECO) yang diberikan untuk sistem tata cahaya dan sistem udara pada bangunan ini adalah rencana ECO tanpa investasi (*no-cost*). Investasi *no-cost* adalah peluang penghematan energi tanpa memerlukan biaya, hal ini dapat dilakukan dengan merubah kebiasaan perilaku para pengguna energi agar dapat menerapkan perilaku hemat energi dan juga mengurangi jumlah perangkat yang digunakan.



Gambar 4. Perbandingan total biaya listrik per tahun sebelum dan setelah ECO

Dapat dilihat pada diagram di atas, besar penghematan yang didapatkan jika bangunan ini melakukan rekomendasi peluang konservasi energi yang diberikan. Bangunan tersebut dapat menghemat biaya sebesar Rp. 165.044.240,00 per tahunnya. Dan nilai IKE yang awalnya bernilai 24,33 kWh/m².bulan pada area ber-AC, dapat dikurangi menjadi 14,63 kWh/m².bulan, yang

berdasarkan Permen No.13 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi, nilai IKE tersebut masuk ke dalam kriteria cukup efisien. Dan untuk area tanpa AC, nilai IKE juga berkurang dari 1,68 kWh/m².bulan, menjadi 1,03 kWh/m².bulan. Walaupun sudah termasuk kriteria sangat efisien, tetapi dengan melakukan rekomendasi ECO, IKE nya juga masih dapat dikurangi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil audit energi secara keseluruhan yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pemakaian listrik di lantai *basement* dan lantai 1 Toko Buku Pekanbaru adalah sebesar 287.881,97 kWh/tahun dengan biaya listrik mencapai Rp 420.439.850,00/tahun.
2. Nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) pada lantai *basement* dan lantai Toko Buku Pekanbaru adalah 24,33 kWh/m².bulan, yang mana berdasarkan Peraturan Menteri No.13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Energi Listrik, nilai IKE sebesar itu masuk dikategori boros.
3. Rekomendasi peluang konservasi energi yang dapat dilakukan pada lantai *basement* dan lantai 1 Toko Buku Pekanbaru adalah mengurangi jumlah lampu dan jumlah AC. Pada area *display* lampu dikurangi sebanyak 78 buah, area teras sebanyak 15 buah, parkir *basement* sebanyak 8 buah, parkir karyawan 4 buah, tempat cuci tangan wanita 1 buah, dan pada area lain jumlah lampu dipertahankan. Untuk penggunaan AC yang awalnya menggunakan 5 unit AC *split duct*, dapat dikurangi menjadi 3 unit AC *split duct*. Sehingga IKE yang diperoleh setelah ECO, didapatkan dengan nilai 14,63 kWh/m².bulan pada area ber-AC, yang mana itu termasuk kedalam cukup efisien. Pada area tanpa AC turun menjadi 1,03 kWh/m².bulan. Dan biaya listrik yang dapat dihemat jika rencana ECO diterapkan adalah sebesar Rp.165.044.240,00 per tahunnya.

REFERENSI

- [1] A. Marzuki dan Rusman, Audit energi pada bangunan gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero), *Vokasi*, vol. 8, no. 3, 2012, pp 184-196.
- [2] W.L. Samosir dan A. Martin. Analisis energy pada combustion chamber pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU) Teluk Lembu 30 MW, *JOM FTEKNIK*, vol.2 no. 2 2015.
- [3] P. Wahyuni dan A. Martin, Analisis exergoeconomic pada ruang bakar pembangkit listrik tenaga Gas Uap (PLTGU) Teluk Lembu 30 MW, *JOM FTEKNIK*, vol.2 no. 2 2015.
- [4] F. Afif dan A. Martin, Tinjauan potensi dan kebijakan energi surya di Indonesia, *Jurnal Engine*, vol. 6, no. 1, 2022, pp. 43-52.
- [5] A. Machmud, Audit energi dan peluang konservasi energi listrik Di PT. Arelsi Karya Sejahtera, *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, 2019.
- [6] J.Untoro, H. Gusmedi, N. Purwasih, Audit energi dan analisis penghematan konsumsi energi pada sistem peralatan listrik di gedung pelayanan unila, *Electrician*, vol. 8, no.2, 2014.

-
- [7] S. Amin, N. Jamala dan J. Luizjaya, Analisis pencahayaan alami pada ruang kuliah Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, vol. 6, no.1, 2017, pp. 33-38.
- [8] S. Loekita, Analisis konservasi energi melalui selubung bangunan, *Civil Engineering Dimension*, vol. 8, no. 2, 2006, pp. 93-98.
- [9] M.A. Raharjo dan S.Riadi, Audit konsumsi energi untuk mengetahui peluang penghematan energi pada gedung PT. Indonesia Caps and Closures, *Jurnal PASTI*, vol. x, no. 3, 2019, pp: 342-356.
- [10] A.D. Arianto, Audit energi listrik gedung Indomaret Tamantirto, Kasihan, Bantul, *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2019.
- [11] A.D. Aprilian, Audit energi penggunaan beban dinamis untuk optimasi sistem kelistrikan pada unit terminal Bandara Internasional Kualanam, *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, 2018.
- [12] Badan Koordinasi Energi Nasional, *Buku Pedoman Tentang Cara-Cara Melaksanakan Konservasi Energi dan Pengawasannya*. Jakarta, 1983.
- [13] C.P. Rengganis, Audit energi pada perkantoran di Jakarta Selatan, *Skripsi*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Indonesia, 2009.
- [14] Undang-Undang Energi No. 30 Tahun 2007 Pasal 25.
- [15] M. Faruq, Audit energi listrik dan analisis efisiensi penghematan konsumsi energi listrik pada gedung sayap timur Kampus III IST Akprind Yogyakarta, *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi Akprind, 2020.
- [16] Badan Standar Nasional, SNI 03-6196-2011, *Prosedur Audit Energi Pada Gedung*, BSN: Jakarta, 2011.
- [17] Menteri ESDM, *Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik*, 2012.
- [18] F.P. Djamaludin, V.C. Poekoel, M. Rumbayan, Audit energi gedung rektorat Universitas Sam Ratulangi Manado, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7 no.4, 2018, ISSN : 2301-8402.
- [19] Menteri ESDM, *Peraturan Menteri ESDM No. 14 Tentang Manajemen Energi*, 2012.
- [20] Muslimin, Hardiansyah, M.I. Arsyad, Audit energi listrik pada pusat perbelanjaan department store Matahari A. Yani Mega Mall Pontianak, *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no.1, 2016.
- [21] D.S. Indarto, Audit energi Di PT. Nasmoco Majapahit Semarang, *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Semarang, 2019.
- [22] F. Hazrina, V. Prasetia, A.A. Musyafiq, Audit dan analisis penghematan energi sistem tata cahaya gedung E dan F (Studi Kasus di Politeknik Negeri Cilacap), *Jurnal ECOTIPE*, vol. 7 no.1, 2020, pp 12-19.