

AUDIT ENERGI LISTRIK PENGGUNAAN PENDINGIN UDARA PADA GEDUNG BIRO REKTOR UNIVERSITAS ISKANDARMUDA

Syafriandi¹, Muliadi¹, Mahalla²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Iskandarmuda,
Banda Aceh, 23234, Indonesia

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe, 24301, Indonesia

*Email: andy.ancarra95@gmail.com, muliadi.tripa@gmail.com, mahalla_pnl@gmail.com

Abstrak

Audit energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan atau gedung. Pada penelitian ini audit energi dilakukan pada Universitas Iskandarmuda (UNIDA) yaitu pada gedung Biro Rektor dan fokusnya pada pendingin udara. Selama ini penggunaan pendingin udara (AC) pada gedung Biro Rektor Unida belum pernah dilakukan audit energi sehingga belum diketahui efisien atau tidaknya nilai intensitas konsumsi energi (IKE) dan berapa kebutuhan penggunaan pendingin udara serta di ruang mana saja terdapat sumber pemborosannya. Oleh sebab itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya intensitas konsumsi energi (IKE), kebutuhan penggunaan pendingin udara dengan luas ruangan, dan sumber pemborosan pemakaian peralatan pendingin pada gedung Biro Rektor UNIDA. Hal ini dilakukan agar konsumsi energi listrik sesuai dengan kebutuhan dan penggunaan pendingin ruangan lebih efisien. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah melakukan observasi pengukuran dan perhitungan. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa nilai IKE berada pada kriteria sangat efisien yaitu sebesar 49,23 kWh/m²/tahun dan konsumsi energi listrik untuk pendingin udara pertahunnya sebesar 16.458,0 kWh/tahun. Pada gedung Biro Rektor UNIDA pemborosan energi listrik disebabkan oleh penggunaan pendingin ruangan (AC) yang tidak sesuai dengan kebutuhan dan luas ruangnya.

Kata kunci : Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Audit Energi, Pendingin Udara, Refrigeran, Peluang Penghematan (PHE)

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu anggota dari (ASEAN Centre for Energy), untuk itu dalam penggunaan energi diperlukan beberapa upaya salah satunya yaitu dengan melakukan konservasi energi. Konservasi energi adalah salah satu kebijakan energi nasional yang dilakukan pemerintah Indonesia untuk mengurangi konsumsi dan pertumbuhan energi tanpa harus mengurangi percepatan pembangunan. Adapun beberapa kebijakan atau regulasi yang dilakukan pemerintah Indonesia untuk dapat mencapai ketahanan energi nasional yaitu UUD No. 30 Tahun 2007 tentang Energi, PP No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, Instruksi Presiden dan beberapa peraturan menteri sebagai petunjuk operasionalnya [1] [2].

Definisi konservasi energi menurut PP No. 70 Tahun 2009 merupakan upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Oleh sebab itu, semua pihak dituntut untuk dapat melaksanakan konservasi energi dalam setiap tahap pelaksanaannya, menggunakan teknologi yang efisien energi, dan menghasilkan produk atau jasa yang hemat energi [3]. Adapun peluang penghematan energi yang cukup tinggi di Indonesia adalah pada bangunan atau gedung. Konsumsi energi yang terbesar pada bangunan atau gedung adalah energi listrik dimana dari total keseluruhan energi listrik yang digunakan, diperkirakan sekitar 50%-70% berasal dari sistem tata udara sehingga perlu dilakukan efisiensi energi. Efisiensi energi merupakan istilah umum yang digunakan pada penggunaan energi yang lebih sedikit sehingga menghasilkan jumlah layanan yang sama [4]. Oleh karena itu diperlukan suatu solusi yang memungkinkan

untuk melakukan penghematan konsumsi energi di sektor tersebut, hal yang paling mungkin dilakukan adalah dengan cara melakukan audit energi sehingga mampu memanfaatkan pemakaian pendinginan udara atau *Air Conditioner* (AC) dengan baik dan efisien serta tidak terjadi pemborosan. Pada Universitas Iskandarmuda (UNIDA) penggunaan energi listrik terbesar juga dihasilkan oleh pendingin udara sehingga membutuhkan pengelolaan energi dengan baik dan seefisien mungkin tanpa mengurangi kenyamanan ataupun produktivitas dilingkungan kuliah maupun kerja.

Pada beberapa penelitian sebelumnya, pelaksanaan audit energi telah dilakukan mengenai konsumsi energi per tahun, hasil audit energinya dapat memberikan gambaran bagi perusahaan dan dapat memberikan rekomendasi Program Hemat Energi (PHE) untuk periode selanjutnya [5]. Audit energi juga dilakukan untuk mengidentifikasi jumlah energi yang digunakan peralatan AC, hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik masih di bawah standar IKE dan masih dapat menghemat untuk sistem pencahayaannya [6]. Begitu juga audit energi dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi, penghematan energi dan besarnya nilai IKE serta tingkat efisiensi pada gedung perkantoran, dimana penggunaan energi pada beberapa gedung perkantoran belum dapat dikatakan efisien, untuk itu memerlukan upaya lebih lanjut agar mampu meningkatkan nilai efisiensinya [7].

Berdasarkan beberapa hasil review tersebut, untuk mengefisienkan pemakaian energi perlu dilakukan konservasi energi agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan audit energi pendingin udara pada Universitas Iskandarmuda agar dapat diketahui sumber-sumber pemborosan dalam penggunaan energi listrik. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan nilai IKE, kebutuhan penggunaan pendingin udara dengan luas ruangan, dan sumber pemborosan pemakaian peralatan pendingin. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu mengaudit energi dan kebutuhan konsumsi energi penggunaan pendingin udara yang dipasang pada gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda serta merekomendasikan (PHE).

2. STUDI LITERATUR

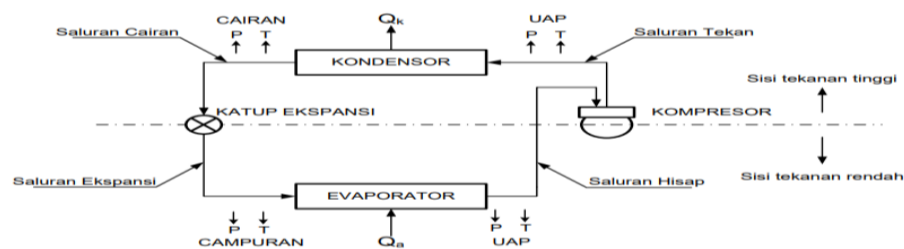
Manajemen energi merupakan suatu sistem yang memiliki tujuan untuk melakukan *maintenance* yang berkelanjutan bagi perusahaan yang terorganisir dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen supaya dapat dilakukan konservasi energi sehingga dapat mengurangi biaya operasi dengan serendah-rendahnya [1]. Performa energi diukur menggunakan *tools* dan alat ukur yang berkaitan dengan konsumsi energi, pemanfaatan energi dan efisiensi energi. Mengacu kepada ISO 50001 manajemen energi adalah suatu elemen yang saling terkait dan berinteraksi untuk membuat suatu tujuan dan kebijakan yang berhubungan dengan energi [8].

2.1. Pendingin Udara

Pendingin udara atau lebih dikenal dengan *Air Conditioning* (AC) sangat erat hubungannya dengan bagaimana mengatur kondisi udara dalam suatu ruangan tertentu. Selain untuk pengaturan suhu, pendingin udara sering juga digunakan untuk pengaturan kelembaban dan pergerakan udara dalam ruangan serta untuk penyaringan udara agar mendapatkan udara ruang yang bersih dan bebas polutan. Pada dasarnya pendingin udara memiliki dua fungsi, yaitu untuk kenyamanan dan untuk keperluan proses produksi di industri. Pendingin udara yang digunakan untuk kenyamanan biasanya digunakan pada rumah tangga, sekolah, kampus, hotel, restoran, mobil, kereta api, pesawat terbang, kapal laut, dan bangunan lainnya [9]. Oleh sebab itu pendingin udara harus mampu mengontrol suhu udara yang diinginkan setiap waktu sesuai dengan prinsipnya karena menyangkut dengan panas yaitu untuk menambah atau membuang sejumlah panas dari tempat yang dikondisikan.

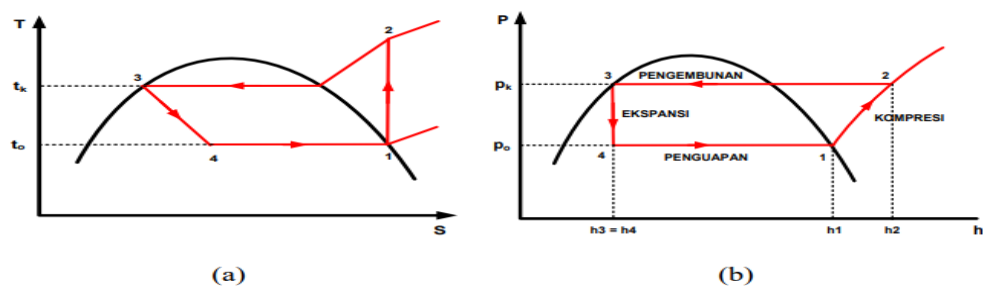
Refrigerasi atau pendinginan merupakan penerapan dan pemeliharaan tingkat suhu suatu ruangan pada tingkat yang lebih rendah pada suhu lingkungan sekitarnya dengan cara pembuangan atau penyerapan panas dari ruangan tersebut. *Refrigerasi* juga sering disebut dengan pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan kepada bahan atau ruangan lainnya. Proses penyerapan panas pada suatu benda atau ruangan tersebut terjadi karena proses penguapan bahan pendingin (*refrigerant*). Pemanfaatan sifat-sifat panas dari bahan *refrigerant* dilakukan selagi bahan tersebut berubah keadaan dari cairan ke bentuk gas atau uap maupun sebaliknya dari gas kembali ke bentuk cairan [9] [10].

Adapun siklus *refrigerant* yang terjadi pada kompresi uap standar secara umum dimulai dari proses kompresi isentropik (*adibatik* dan *reversible*) dari uap jenuh ke tekanan kondensasi; pelepasan panas reversibel pada tekanan konstan sampai kondisi cair jenuh; ekspansi irreversibel pada entalpi konstan sampai tekanan evaporasi; dan pemasukan panas reversibel pada tekanan konstan dari fasa campuran ke tingkat keadaan uap jenuh [10][11] [12]. Siklus *refrigerant* dan diagram suhu-entalpi ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Siklus *refrigerant* [12]

Dari siklus *refrigerant* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, jika pemanfaatannya dimulai dari sisi evaporator dimana evaporasi berlangsung pada temperatur rendah (dingin) disebut mesin refrigerasi sedangkan jika pemanfaatannya dimulai dari sisi kondensor dimana kondensasi berlangsung pada temperatur yang lebih tinggi (panas) disebut mesin pompa kalor.



Gambar 2. Diagram suhu-entalpi (a) T-S dan (b) P-H [12]

2.2 Audit Energi

Audit energi merupakan salah satu teknik yang dipakai untuk mengetahui besarnya konsumsi energi pada bangunan atau gedung. Audit energi dilakukan untuk menentukan cara yang terbaik agar dapat mengurangi pemakaian energi dan biaya operasi gedung [1]. Salah satu program untuk mendukung program konservasi energi disuatu fasilitas pengguna energi yaitu program kegiatan audit energi. Menurut Departemen Pertambangan dan Energi, audit energi pada bangunan atau gedung terdiri dari:

1. Survey energi yaitu jenis audit energy yang paling sederhana karena hanya dilakukan pada bagian-bagian utama atau pengguna energy terbesar. Tujuannya adalah untuk mengetahui pola penggunaan energi dan sistem yang mengkonsumsi energi serta

- untuk mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi atau *Energy Conservation Opportunity* (ECO).
2. Audit energi awal adalah untuk mengukur produktivitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi atau ECO. Tahapan audit energi awal yaitu:
 - a. Pengumpulan dan penyusunan data historis energy listrik tahun sebelumnya.
 - b. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik tahun sebelumnya.
 - c. Hasilnya berupa data historis energy listrik dan hasil perhitungan IKE.Kegiatan audit ini hanya melakukan pengumpulan data penggunaan energi bangunan dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran, dokumentasi bangunan (denah bangunan, gambar instalasi, diagram garis tunggal), pembayaran rekening listrik bulanan dan mengetahui kegiatan manajemen energi serta kriteria pengambilan keputusan dalam investasi penghematan energi.
 1. Audit energi rinci adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan pengukuran pada peralatan-peralatan listrik untuk dapat mengetahui besarnya konsumsi energi yang digunakan oleh peralatan-peralatan elektronik pada setiap ruangan dan melakukan pengukuran luas setiap ruangan gedung. Kegiatan ini diikuti dengan analisis rinci penggunaan energi beberapa sistem. Tujuan dari audit energi ini untuk mengevaluasi kemungkinan penghematan energi atau ECO. Berikut tahapan audit energi rinci yaitu:
 - a. Melakukan penelitian dan pengukuran konsumsi energi listrik.
 - b. Memeriksa nilai IKE
 - c. Mengukur nilai konsumsi pendingin udara.
 - d. Mengenali kemungkinan Peluang Hemat Energi (PHE).
 - e. Analisa PHE.
 - f. Rekomendasi PHE.
 - g. Implementasi PHE.
 - h. Hasilnya berupa nilai IKE.

2.3 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Menurut pedoman pelaksanaan konservasi energi dan pengawasannya di lingkungan departemen pendidikan nasional nilai IKE dari suatu bangunan atau gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC [13]. Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 telah memutuskan mengenai standar IKE untuk bangunan dalam suatu negara, khususnya Indonesia [14]. Selanjutnya, Nomor 14 Tahun 2012, audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi [15]. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energy pada suatu bangunan atau gedung. Adapun formula dari IKE adalah sebagai berikut [16]:

$$IKE = \left(\frac{kWh \text{ total } (kWh/Tahun)}{Luas \text{ ruangan } (m^2)} \right) \quad (1)$$

Ada dua kriteria nilai IKE dari suatu bangunan atau gedung menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di lingkungan Departemen Pendidikan Nasional, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC, selengkapnya terdapat dalam Tabel 1 dan Tabel 2 [1] [5].

Tabel 1. IKE Bangunan gedung tidak ber-AC

Kriteria	Keterangan
Efisien (10–20) kWh/ m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none">a) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konservasi energi listrik.b) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur.c) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi.
Cukup Efisien (20–30) kWh/ m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none">a) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi.b) Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan.
Boros (30–40) kWh/ m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none">a) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari.b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian belum mempertimbangkan konservasi energi.
Sangat Boros (40 – 50) kWh/ m ² /Tahun	<ul style="list-style-type: none">a) Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi.b) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energy dalam pengelolaan bangunan.c) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.

Tabel 2. IKE Bangunan gedung ber-AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (50 – 95) kWh/ m ² /Tahun	a) Desain gedung sesuai standar tata cara perencanaan teknis konservasi energi. b) Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip- prinsip manajemen energi
Efisien (95 – 145) kWh/ m ² /Tahun	a) Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur. b) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu.
Cukup Efisien (95 – 145) kWh/ m ² /Tahun	a) Penggunaan energi cukup efisien melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih memungkinkan. b) Pengoperasian dan pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi.
Agak Boros (145 – 175) kWh/ m ² /Tahun	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan. b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian belum mempertimbangkan konservasi energi.
Boros (175 – 285) kWh/ m ² /Tahun	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah - langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari. b) Instalasi peralatan dan desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi.
Sangat Boros (285 – 450) kWh/m ² /Tahun	a) Agar ditinjau ulang atas semua instalasi / peralatan energy serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan. b) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.

Pada umumnya banyak pengguna AC sering mengabaikan luas ruangan dengan tingkat kebutuhan AC karena masih menganggap ruangan yang kecil maka cukup menggunakan AC ½ PK, atau sebaliknya untuk ruangan yang besar maka cukup menggunakan AC 2 PK saja. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan ruangan maka penggunaan AC perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan formula berikut ini [17].

$$Kebutuhan (BTU/h) = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60} \quad (2)$$

Keterangan:

L = Panjang ruangan

W = Lebar ruangan

H = Tinggi ruangan

I = Nilai 10 jika ruangan berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain), nilai 18 jika ruangan tidak berinsulasi.

E = Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap utara, nilai 17 jika menghadap timur, nilai 18 jika menghadap selatan, dan nilai 20 jika menghadap barat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

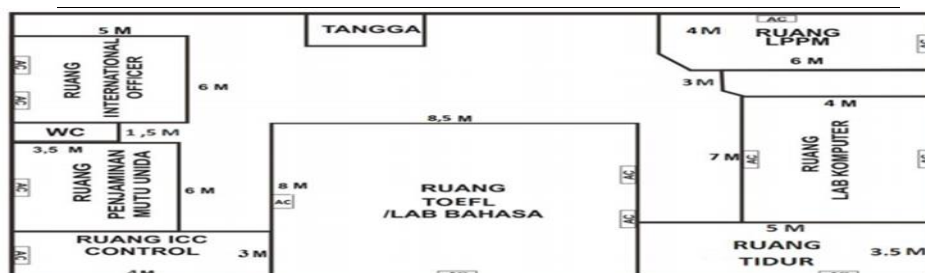
Dalam penelitian ini, audit energi listrik penggunaan pendingin udara dilakukan pada gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda (UNIDA). Denah gedung dan data pendingin udara pada Biro Rektor Universitas Iskandarmuda ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 serta Tabel 3 dan Tabel 4.



Gambar 3. Denah dan data pendingin udara pada lantai 1 gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda

Tabel 3. Data pendingin udara pada lantai 1

Lantai 1 (Ruang)	Merek AC (Split)	Daya AC (PK)	Jumlah (Unit)
ADM	Panasonic, Midea	1,5	3
Pemb. SPP	Midea	1	1
RKU	Panasonic	1,5	3
Tata Usaha	Midea	1,5	2
Total			9



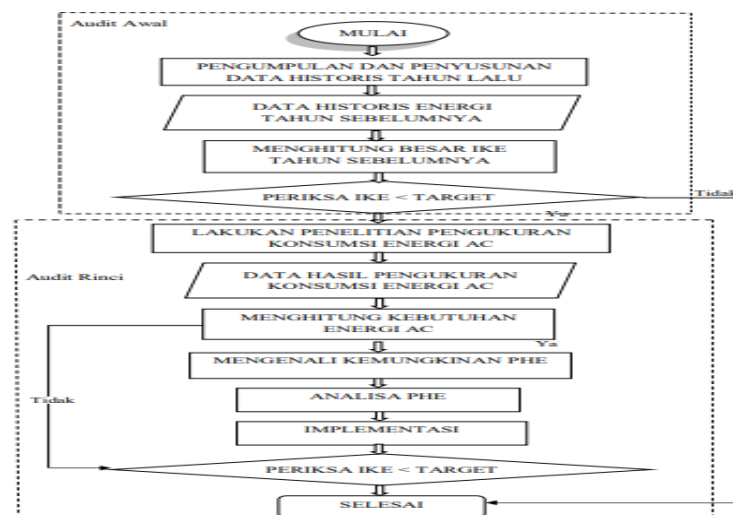
Gambar 4. Denah dan data pendingin udara pada lantai 2 gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda

Tabel 4. Data pendingin udara pada lantai 2

Lantai 2 (Ruang)	Merek AC (Split)	Daya AC (PK)	Jumlah (Unit)
<i>International Officer</i>	Midea	1,5	2
LPPM	Midea, Sharp	1,5	2
Lab. Komputer	Panasonic	1,5	2
BPMU	Midea	1,5	1
Toefl/Lab. Bahasa	Panasonic	1,5	4
ICC Control	Midea	1,5	1

Ruang Istirahat	Panasonic	1,5	1
Total			13

Pada penelitian ini audit energi dilakukan dengan dua tahapan, yaitu tahapan audit awal dan audit rinci. Adapun tahapan audit awal dilakukan melalui proses pengumpulan dan penyusunan data historis tahun lalu serta data historis energi tahun sebelumnya, memeriksa nilai IKE dengan cara menghitung besar IKE tahun sebelumnya. Setelah diketahui besarnya nilai IKE, penelitian dilanjutkan ketahapan audit rinci yaitu melakukan pengukuran konsumsi energi AC dan menghitung kebutuhan energi AC setiap ruangan. Kemudian melakukan pengumpulan data dan analisa, serta pengambilan kesimpulan. Diagram alir penelitian selengkapny ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda (UNIDA) memiliki dua lantai dengan luas total gedung 479 m². Pada gedung ini terdapat 11 ruang yang terdiri dari ruang kerja, ruang rapat, RKU, dan ruang pendukung kegiatan lainnya. Total pemakaian energi listrik (kWh) berdasarkan data tagihan rekening listrik pada bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Desember 2019 sebesar 23.580 kWh.

Dari data yang didapat, maka dengan menggunakan persamaan (1) besarnya IKE untuk pertahunnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$IKE = \left(\frac{23.580 \text{ kWh}}{479 \text{ m}^2} \right) = 49,23 \text{ kWh/m}^2 / \text{Tahun}$$

Jadi menurut Tabel 2, nilai 49,23 kWh/m²/Tahun yang didapat menunjukkan bahwa kriteria nilai IKE pada gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda yaitu masih berada pada tingkat sangat efisien.

4.2 Menghitung Penggunaan Kebutuhan Pendingin Ruangan

Pada tahapan ini, penelitian dilakukan untuk menghitung penggunaan kebutuhan AC pada tiap-tiap ruangan baik yang terdapat pada lantai 1 dan lantai 2. Adapun data yang dibutuhkan yaitu berupa panjang ruang, lebar ruang, tinggi

ruang, I (ruang berinsulasi dan tidak berinsulasi), dan E (jika dinding terpanjang menghadap utara, timur, selatan, dan barat). Penggunaan AC pada semua ruangan yang terdapat di Biro Rektor Universitas Iskandarmuda masing-masing sebesar 1,5 PK, total unit AC pada lantai 1 sebanyak 9 unit dan pada lantai 2 sebanyak 13 unit.

Dalam hal ini penulis hanya membuat contoh perhitungan untuk ruangan ADM saja sedangkan hasil perhitungan untuk ruang lainnya dapat dilihat dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Diketahui, ruang ADM memiliki panjang 8 m (27 ft), lebar 6 m (20 ft), dan tinggi 4 m (13 ft) serta berada di lantai 1 dengan posisi menghadap ke timur maka dengan menggunakan persamaan (2), kebutuhan kapasitas pendingin ruangan (AC) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan (BTU/h)} = \frac{27 \times 20 \times 13 \times 10 \times 17}{60}$$

$$\text{Kebutuhan (BTU/h)} = 19.890 \text{ BTU/h atau } 20.000 \text{ BTU/h}$$

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa ruang ADM hanya membutuhkan AC sebesar 20.000 BTU/h atau 2 PK sehingga bisa menghemat penggunaan kebutuhan AC pada ruang ADM sebesar 2,5 PK. Namun, jika dilihat dari jumlah unit AC yang dioperasikan per hari, ruang ADM selalu menghidupkan 2 unit AC dengan kapasitas masing-masing 1,5 PK setiap hari Senin sampai dengan hari Sabtu selama 7 jam/hari.

Tabel 5. Kebutuhan Pendingin Ruangan (AC) pada tiap ruang di gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda Lantai 1

Ruang	Luas (m ²)	Kondisi AC Terpasang		Jumlah AC yang Dioperasikan		Lama Waktu Penggunaan AC Jam/Hari	Hasil Perhitungan	
		Unit	PK	Unit	Hari		BTU/h	PK
ADM	48	3	4,5	2	Sen - Sab	7	20.000	2
Pemb. SPP	9	1	1,5	1	Sen - Sab	7	4.000	½
RKU	54	3	4,5	3	Sab – Min	5	26.000	3
Tata Usaha	28	2	3	1	Sen – Sab	7	13.000	2
Total		9	12,5	7			63.000	7,5

Pada lantai 1, nilai I yang digunakan adalah 10 karena ruangan berada dilantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain (berinsulasi). Tabel 5 menunjukkan bahwa kondisi AC terpasang semua ruangan di lantai 1 totalnya berjumlah 9 unit atau 12,5 PK. AC yang dioperasikan setiap hari Senin sampai dengan Sabtu yaitu pada ruang ADM sebanyak 2 unit, pada ruang pembayaran SPP dan tata usaha masing-masing 1 unit, sedangkan pada ruang RKU AC dioperasikan hanya hari Sabtu dan Minggu sebanyak 3 unit. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa total pemakaian AC pada semua ruangan hanya dibutuhkan sebanyak 7,5 PK sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 60%.

Tabel 6. Kebutuhan Pendingin Ruangan (AC) pada tiap ruang di gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda Lantai 2

Ruang	Luas (m ²)	Kondisi AC Terpasang	Jumlah AC yang Dioperasikan	Lama Waktu Penggunaan AC	Hasil Perhitungan
-------	------------------------	----------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------

		Unit	PK	Unit	Hari	Jam/Hari	BTU/h	PK
IO	30	2	3	-	-	-	27.000	3
LPPM	21	2	3	1	Sen - Sab	7	18.000	2
Lab. Kom	28	2	3	-	-	-	19.000	2
BPMU	21	1	1,5	1	Sen - Sab	7	18.000	2
Lab. Bahasa	68	4	6	4	Hari	4 Jam/Pekan	43.000	5
ICC Control	12	1	1,5	1	Sen - Sab	1	10.000	1
R. Ist	20	1	1,5	-	-	-	17.000	1,5
Total		13	19,5	7			152.00	16,5

Pada lantai 2, nilai *I* yang digunakan adalah 18 karena tidak berinsulasi. Tabel 6 menunjukkan bahwa penggunaan AC pada semua ruangan di lantai 2 sebanyak 13 unit atau 19,5 PK. Untuk ruang *International Office* (IO), laboratorium komputer, dan ruang istirahat tidak ada AC yang dioperasikan, sedangkan untuk ruang LPPM, Badan Penjamin Mutu UNIDA (BPMU), dan ICC control jumlah AC yang dioperasikan masing-masing sebanyak 1 unit. Namun dengan luas ruangan 21 m², hasil perhitungan menunjukkan bahwa ruang BPMU masih kurang 0,5 PK untuk kebutuhan pendingin ruangnya sehingga perlu ada penambahan AC yang sesuai yaitu 2 PK. Selanjutnya, untuk lamanya waktu penggunaan AC setiap hari Senin sampai dengan hari Sabtu yaitu untuk ruang LPPM, dan ruang BPMU masing-masing 7 jam/hari, sedangkan untuk ruang ICC control selama 1 jam/hari. Pada ruang laboratorium bahasa penggunaan AC pada kondisi terpasang sebanyak 4 unit AC 1,5 PK dan hidup hanya 4 jam/pekan. Jadi, dari hasil perhitungan didapatkan bahwa total pemakaian AC pada semua ruangan di lantai 2 hanya dibutuhkan sebanyak 16,5 PK sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 84,62%.

Berdasarkan data dalam Tabel 5 dan 6, maka penggunaan konsumsi energi listrik pada masing-masing ruang yang dioperasikan pada gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda ditunjukkan pada Tabel 7 dan 8 berikut ini.

Tabel 7. Penggunaan energi listrik (kWh) pada tiap ruang di gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda Lantai 1

Ruang	Luas (m ²)	Jumlah AC yang Dioperasikan		Lama Waktu Penggunaan AC	Penggunaan Energi Listrik
		Unit	Hari	Jam/Hari	kWh/Bulan
ADM	48	2	Sen - Sab	7	352,0
Pemb. SPP	9	1	Sen - Sab	7	137,5
RKU	54	3	Sab – Min	5	126,0
Tata Usaha	28	1	Sen – Sab	7	176,4
Total					791,9

Tabel 7 menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik terbesar dari penggunaan pendingin ruangan (AC) terdapat pada ruang ADM yaitu sebesar 352,0 kWh/bulan, sedangkan pada ruang Pemb. SPP, RKU, dan tata usaha rata-rata konsumsi energi listrik sebesar 146,63 kWh/bulan. Jadi total penggunaan energi listrik pada semua ruangan di lantai 1 yaitu sebesar 791,9 kWh/bulan.

Tabel 8. Penggunaan energi listrik pada tiap ruang di gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda Lantai 2

Ruang	Luas (m ²)	Jumlah AC yang Dioperasikan		Lama Waktu Penggunaan AC	Penggunaan Energi Listrik
		Unit	Hari	Jam/Hari	kWh/Bulan
LPPM	21	1	Sen - Sab	7	176,4
BPMU	21	1	Sen - Sab	7	176,4
Lab. Bahasa	68	4	Hari	4 Jam/Pekan	50,4
ICC Control	12	1	Sen - Sab	1	176,4
Total					579,6

Tabel 8 menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik dari penggunaan pendingin ruangan (AC) yang terdapat pada ruang LPPM, BPMU, dan ICC control masing-masing sebesar 176,4 kWh/bulan, sedangkan pada ruang Lab. Bahasa konsumsi energi listrik sebesar 50,4 kWh/bulan. Jadi berdasarkan Tabel 5 dan 6, total penggunaan energi listrik pada semua ruangan di lantai 1 dan 2 yaitu sebesar 1.371,5 kWh/bulan atau 16.458,0 kWh/tahun.

Untuk sumber pemborosan yang diakibatkan dari penggunaan peralatan pendingin ruangan (AC) pada lantai 1 gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda terdapat pada ruang ADM, ruang pembayaran SPP, RKU dan tata usaha, sedangkan pada lantai 2 terdapat pada ruang *International Office*, LPPM, Lab. Komputer, dan toefl. Sebagai contoh pada ruang ADM, jumlah pemakaian pendingin ruangan yaitu sebanyak 3 unit AC 1,5 PK, namun berdasarkan hasil perhitungan di dapatkan bahwa pada ruang ADM dengan luas ruangan 48 m² hanya membutuhkan 2 unit AC 1 PK. Hal tersebut juga berlaku untuk ruangan yang lainnya, baik yang terdapat pada lantai 1 maupun lantai 2.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda yaitu sebesar 49,23 kWh/m²/Tahun masih berada pada tingkat sangat efisien. Kebutuhan pendingin udara pada keseluruhan Gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda diperoleh sebesar 1.371,5 kWh/bulan atau 16.458,0 kWh/tahun. Selanjutnya, ruang yang paling boros dalam pemakaian pendingin ruangan (AC) yaitu terdapat pada ruang ADM sebesar 2,5 PK. Untuk merekomendasikan penghematan yaitu dengan cara menyesuaikan kebutuhan AC tiap ruangan dengan luas ruangan yang tersedia, melakukan penggantian jenis refrigeran dari R-22 ke MC-22, dan selalu melakukan maintenance secara berkala setiap 3 atau 4 bulan sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Kartika, "ANALISIS KONSUMSI ENERGI DAN PROGRAM KONSERVASI ENERGI (STUDI KASUS : GEDUNG PERKANTORAN DAN KOMPLEKS PERUMAHAN TI)," no. 30, pp. 41–51, 2017.
- [2] I. Overland *et al.*, "The ASEAN Climate and Energy Paradox," *Energy Clim. Chang.*, p. 100019, 2020, doi: 10.1016/j.egycc.2020.100019.
- [3] R. Indonesia, *Presiden republik indonesia*. 2009.
- [4] U. Kab, K. Propinsi, and K. Barat, "Audit Energi Pemakaian Air Conditioning (

- AC) Di Gedung Dinas Pekerjaan,” vol. 10, pp. 1–5, 2018.
- [5] J. Untoro, H. Gusmedi, and N. Purwasih, “Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila.”
- [6] I. J. Penelitian, “Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi di PT . Daikin Air Conditioning Makassar,” vol. 5, no. 2, pp. 115–121, 2018.
- [7] S. Riyadi and J. M. Tambunan, “Analisis peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan dan air conditioning di gedung graha mustika ratu,” pp. 107–121, 2013.
- [8] C. Cooremans and A. Schöenberger, “Energy Management : a key driver of energy-efficiency investment ?,” 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.333.
- [9] E. F. Kreith, B. Raton, C. R. C. Press, and S. K. Wang, “Air-Conditioning and Refrigeration,” 1999.
- [10] H. Abdurrachman, M. Sibarani, and J. V. Tuapetel, “Perancangan Air Conditioning (AC) Sentral pada Gedung G Institut Teknologi Indonesia,” vol. 2, no. 2, pp. 35–41, 2018.
- [11] Z. Djafar, W. H. Piarah, P. Bosowa, J. Mesin, F. Teknik, and U. Hasanuddin, “ANALISA KINERJA MESIN REFRIGERASI RUMAH TANGGA DENGAN VARIASI,” vol. 3, no. September, pp. 7–11, 2017.
- [12] R. H. S. R-, “Pengembangan Cold Storage Hemat Energi Sebagai Mesin Refrigerasi Hibrida Memanfaatkan Panas Buang Kondensor Pada Drying Room Menggunakan Pengembangan Cold Storage Hemat Energi Sebagai Mesin Refrigerasi Hibrida Memanfaatkan Panas Buang Kondensor Pada Drying Room Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 Oleh : Dibiayai oleh : Tahun 2008,” no. April, 2016, doi: 10.13140/RG.2.1.4776.7448.
- [13] T. Analysis *et al.*, “ANALISIS EFISIENSI ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG UNTUK,” vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [14] S. Amanat, P. Menteri, and P. P. Listrik, “Panduan Penghematan Energi di Gedung Pemerintah Panduan Penghematan Energi di Gedung Pemerintah,” no. 13, 2012.
- [15] M. Energi, D. A. N. Sumber, D. Mineral, and R. Indonesia, “Menteri energi dan sumber,” 2012.
- [16] E. Universitas, N. Surabaya, A. I. Agung, S. I. Haryudo, and A. C. Hermawan, “ANALISIS AUDIT ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA Ary Prastyawan,” pp. 237–243.
- [17] Najamudin, *Cara Menghitung Kebutuhan Daya dan Kapasitas AC (Air Conditioning) Berdasarkan Volume Ruang yang akan digunakan.* Jurusan Teknik Mesin Universitas Banda Lampung. Lampung: 2014.