

TUGAS AKHIR

EVALUASI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK UNTUK PENGHEMATAN AC PADA RSU MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

DISUSUN OLEH:

WANDA AHMALI SIREGAR

2007220063



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wanda Ahmali Siregar

NPM : 2007220063

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk
Penghematan AC pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

Bidang Ilmu : Sistem Tenaga

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Mei 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



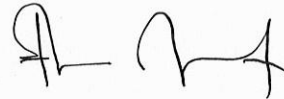
Partaon Harahap, S.T., M.T

Dosen Penguji I



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Dosen Peguji II



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Wanda Ahmali Siregar

Tempat/ Tanggal Lahir : Suka Jadi, 03 Januari 2003

NPM : 2007220063

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan AC pada RSU Muhammadiyah Sumatera Utara”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Mei 2025

Sa
an,


Wanda Ahmali Siregar

ABSTRACT

Indonesia is a country that has abundant and varied energy sources. Ironically, these energy sources are not able to be used to meet the needs of its citizens. This is because not all energy sources can be managed properly. This study aims to evaluate the intensity of electricity consumption at the Muhammadiyah General Hospital of North Sumatra, especially in the air conditioning (AC) system, in order to identify potential energy savings. The methods used include analysis of monthly energy consumption data and calculation of Energy Consumption Intensity (IKE) by comparing the building area and total electricity consumption. The results of the analysis show that monthly electricity consumption reaches 68,792.94 kWh with a cost of Rp. 104,763,392,-. From a building area of 2,671.63 m², the IKE value is 25.7 kWh/m²/month, which is categorized as "Wasteful". Further evaluation revealed that the AC capacity exceeded the recommended BTU/h standard, with a total AC system energy consumption of 46,596 kWh/month. Saving efforts were made by replacing excess capacity ACs with more efficient units, resulting in savings of 11,455.2 kWh/month. In conclusion, optimizing the AC system has significant potential to reduce energy consumption and operational costs at the Muhammadiyah General Hospital of North Sumatra.

Keywords: *Energy Consumption Intensity (IKE), Energy Saving, Air Conditioning System (AC). Electricity Consumption, Energy Efficiency.*

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber energi yang melimpah dan bermacam-macam. . Ironisnya, sumber-sumber energi tersebut tidak mampu digunakan untuk mencukupi kebutuhan warganya. Hal ini dikarenakan belum semua sumber energi dapat dikelola dengan baik Penelitian ini bertujuan mengevaluasi intensitas konsumsi energi listrik di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara, khususnya pada sistem tata udara (AC), guna mengidentifikasi potensi penghematan energi. Metode yang digunakan meliputi analisis data konsumsi energi bulanan serta perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dengan membandingkan luas bangunan dan total konsumsi listrik. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsumsi listrik bulanan mencapai 68.792,94 kWh dengan biaya sebesar Rp. 104.763.392,-. Dari luas bangunan 2.671,63 m², diperoleh nilai IKE sebesar 25,7 kWh/m²/bulan, yang tergolong dalam kategori “Boros”. Evaluasi lebih lanjut mengungkapkan bahwa kapasitas AC melampaui standar BTU/h yang direkomendasikan, dengan total konsumsi energi sistem AC sebesar 46.596 kWh/bulan. Upaya penghematan dilakukan dengan mengganti AC berkapasitas berlebih menggunakan unit yang lebih efisien, menghasilkan penghematan sebesar 11.455,2 kWh/bulan. Kesimpulannya, pengoptimalan sistem AC berpotensi signifikan dalam mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kata kuncinya : Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Penghematan Energi, Sistem Tata Udara (AC). Konsumsi Listrik, Efisiensi Energi.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan AC Pada RSU Muhammadiyah Sumatera Utara**” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan tugas akhir ini dan seluruh manusia dimuka bumi yang selalu membanggakan dan mendukung penulis baik dari moril maupun materil yang tidak pernah lelah juga dalam menasehati dan menyayangi penulis.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara..
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd, selaku sekretaris Program Studi TeknikElektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Partaonan Harahap S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
11. Teman – teman teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektro.

Medan, 21Maret 2025



Wanda Ahmali Siregar

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematis penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Relevan	5
2.2 Energi Listrik	7
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.2.2 Daya Listrik	8
2.3 Klasifikasi Beban Listrik.....	10
2.3.1 Beban Penerangan Lampu.....	10
2.3.2 Beban Pendingin Udara (AC)	13
2.4 Audit Energi	15
2.4. 1 Audit Awal.....	16
2.4. 2 Audit Rinci	17
2.4. 3 Evaluasi dan Analisis Hasil Studi	18
2. 5 Pemborosan Energi.....	18
2. 6 Intensitas Konsumsi Energi	19
2. 7 Peluang Hemat Energi	23
2. 8 Pengukuran Kualitas Daya	24
2. 9 Tarif Daya Listrik.....	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat.....	27
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	27
3.2.1 Bahan-bahan Penelitian	27
3.3 Data Penelitian	28
3.3.1 Observasi Data RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara	28
3.4 Rancangan Penelitian	28
3.4.1 Prosedur Penelitian.....	28
3.4.2 Audit Energi Listrik	29
3.4.3 Analisis Peluang Hemat Energi (PHE)	29
3.5 Diagram Alir Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Total luas wilayah gedung RSUD MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA	32
4.2 Konsumsi Pemakaian Energi RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara	35
4.2.1 Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin Ruangan / AC	36
4.2.2 Konsumsi energi listrik pada sistem pencahayaan.....	40
4.2.3 Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya.....	48
4.3 Intensitas Konsumsi Energi di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara	56
4.3.1 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Ber AC.....	56
4.3.2 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Tidak Ber AC	57
4.3.3 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara.....	58
4.4 Analisis Sistem Tata Udara	59
4.5 Analisis Sistem Penerangan Ruangan	63
4.6 Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)	67
4.6.1 Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)	67
4.6.2 Nilai IKE Setelah PHE	68
4.6.3 Estimasi Biaya Pembayaran Listrik	68
BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 SNI Intensitas Cahaya	12
Tabel 2.2 Konvesi PK Ke BTU	14
Tabel 2.3 Nilai Standar IKE Pada Bagun Gedung	21
Tabel 2.4 Standar IKE Gedung Ber AC Dan Gedung Tidak Ber AC	21
Tabel 4.1 Luas Keseluruhan Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara	30
Tabel 4.2 Ukuran Ruang Lantai 1	30
Tabel 4.3 Ukuran Ruang Lantai 2	31
Tabel 4.4 Ukuran Ruang Lantai 3	32
Tabel 4.5 Ukuran Ruang Lantai 4	33
Tabel 4.6 Konsumsi Energi Listrik Sistem Tata Udara Pada Lantai 1	34
Tabel 4.7 Konsumsi Energi Listrik Sistem Tata Udara Pada Lantai 2	35
Tabel 4.8 Konsumsi Energi Listrik Sistem Tata Udara Pada Lantai 3	36
Tabel 4.9 Konsumsi Energi Listrik Sistem Tata Udara Pada Lantai 4	37
Tabel 4.10 Konsumsi Energi Listrik Sistem Pencahayaan Pada Lantai 1	38
Tabel 4.11 Konsumsi Energi Listrik Sistem Pencahayaan Pada Lantai 2	40
Tabel 4.12 Konsumsi Energi Listrik Sistem Pencahayaan Pada Lantai 3	42
Tabel 4.13 Konsumsi Energi Listrik Sistem Pencahayaan Pada Lantai 4	44
Tabel 4.14 Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya Pada Lantai 1	46
Tabel 4.15 Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya Pada Lantai 2	48
Tabel 4.16 Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya Pada Lantai 3	51
Tabel 4.17 Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya Pada Lantai 4	52
Tabel 4.18 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Ber AC	55
Tabel 4.19 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Tidak Ber AC	55
Tabel 4.20 Intensitas Konsumsi Energi Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara	56
Tabel 4.21 Kapasitas AC Yang Dibutuhkan Di lantai 1	58
Tabel 4.22 Kapasitas AC Yang Dibutuhkan Di lantai 2	59
Tabel 4.23 Kapasitas AC Yang Dibutuhkan Di lantai 3	59
Tabel 4.24 Kapasitas AC Yang Dibutuhkan Di lantai 4	60
Tabel 4.25 Tingkat Pencahayaan Di lantai 1	61
Tabel 4.26 Tingkat Pencahayaan Di lantai 2	62
Tabel 4.27 Tingkat Pencahayaan Di lantai 3	63
Tabel 4.28 Tingkat Pencahayaan Di lantai 4	64

Tabel 4.29 PHE Sistem Pendingin Ruangan	66
Tabel 4.30 Konsumsi Energi AC Setelah PHE	66
Tabel 4.31 Selisih pembayaran Listrik Sebelum Dan sesudah PHE	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tarif daya Listrik PLN	25
Gambar 3.1 Lokasi penelitian	26
Gambar 4.1 Diagram pie Konsumsi Energi RSUD Muhammadiyah Sumatera utara	34
Gambar 4.2 persentase BTU/h seluruh ruangan ber AC	61
Gambar 4.3 Persentasi Standar Lux Ruangan RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber energi yang melimpah dan bermacam-macam. Ironisnya, sumber-sumber energi tersebut tidak mampu digunakan untuk mencukupi kebutuhan warganya. Hal ini dikarenakan belum semua sumber energi dapat dikelola dengan baik. Sementara itu, peningkatan jumlah penduduk yang begitu pesat membawa Indonesia menjadi salah satu negara dengan konsumsi energi yang tinggi. Usaha pemerintah dalam menghadapi krisis energi salah satunya dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konsevasi Energi [1].

Pertumbuhan manusia terus mengalami peningkatan diikuti oleh tumbuhnya kebutuhan listrik dan energi. Hal tersebut berhubungan erat dalam pemenuhan kebutuhan kehidupan sehingga berpengaruh secara signifikan pada pertumbuhan kebutuhan energi di bidang rumah tangga, industri, dan transportasi. Tentunya, bidang ekonomi merupakan bidang yang mengalami peningkatan konsumsi energi dalam supply chain keberlangsungan hidup manusia. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa Indonesia memiliki kebutuhan energi sebesar 44% dan menduduki peringkat teratas di antara negara Asia Tenggara lainnya. Hal tersebut juga diikuti oleh fakta bahwa kebutuhan energi fosil masih mendominasi sebesar 80%

Salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan adalah bidang industri, dimana bidang tersebut mengambil peringkat kedua terbesar dalam hal kebutuhan energi negara. Hal tersebut menunjukkan perlunya dilakukan audit energi agar penggunaan energi tetap terencana, terkendali, dan sesuai kebutuhan energi tanpa adanya pemborosan penggunaan. Hal tersebut dilakukan dengan memeriksa dan mengawasi konsumsi energi suatu bangunan secara terperinci sehingga dapat membuat solusi dan melakukan usaha efisiensi untuk mengurangi penggunaan energi. Hal tersebut dijelaskan dalam perhitungan dan analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bangunan yang dihitung dalam satuan kWh/m²/tahun atau kWh/m²/bulan dengan hasil akhir yang menunjukkan tingkat efisiensi penggunaan

energi pada bangunan tersebut sesuai dengan standar yang diterapkan di Indonesia[2].

Pertumbuhan kebutuhan energi pada tahun 2011 – 2030 diperkirakan akan naik sebesar 4,7% per tahun, dari sebelumnya yang memiliki rata – rata 3% per tahun. Data ini diambil dari Outlook Energi Indonesia pada tahun 2013 . Ada empat sektor utama yang menjadi konsumen energi listrik terbesar di suatu negara, yaitu sektor transportasi, sektor rumah tangga, sektor industri, dan sektor komersial. Industri merupakan subsektor dari sektor komersial. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan parameter indikator efisiensi energi yang digunakan untuk mengetahui besar konsumsi energi listrik pada sektor gedung. Analisis IKE dilakukan agar tidak terjadi pemborosan konsumsi energi listrik[3] .

Energi mempunyai peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan, RSUD MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi listrik sebagai operasional. Tidak ada satu aktifitas pun yang dapat terlaksana tanpa menggunakan energi, oleh karena itu keberadaan energi senantiasa menjadi sebuah keniscayaan. Salah satu persoalan yang muncul dalam penggunaan energi adalah efisiensi. Efisiensi energi merupakan tanggung jawab bersama untuk mencegah terjadinya defisit energi dimasa yang akan datang. Bila dilihat dari hirarkinya, tanggung jawab untuk melaksanakan efisiensi energi yang paling utama ada di pundak pemerintah pusat, pemerintah daerah, pengusaha dan masyarakat, sedangkan sektor-sektor yang wajib melaksanakan efisiensi energi adalah semua sektor pengguna energi [4].

Evaluasi intensitas konsumsi energi untuk penghematan listrik pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara dapat membantu mengidentifikasi sumber penggunaan energi listrik yang tidak efisien dan melakukan penghematan dengan cara mengevaluasi penggunaan peralatan listrik, dari latar belakang tersebut maka penulis mencoba melakukan penelitian. Dengan menyusun dalam sebuah judul tugas akhir, yaitu “Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Untuk Penghematan Listrik Pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka peneliti menentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Daya beban pencahayaan, daya pendingin ruangan Dan Peralatan Listrik pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Bagaimana Menganalisis Intensitas Konsumsi Energi listrik pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara?
3. Bagaimana Menganalisis peluang Hemat Energi untuk efisiensi penggunaan energi listrik Pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, dapat disimpulkan beberapa tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan Audit intensitas konsumsi energi listrik Pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Menganalisa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Menganalisis Peluang Penghematan energi yang akan dilakukan oleh manajemen RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian tugas akhir ini lebih terarah dan tanpa mengurangi maksud dan tujuannya, maka ditetapkan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Pada analisis intensitas konsumsi energi listrik
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara
3. Daya yang dihitung adalah ruangan yang menggunakan energi listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu:

1. Bagi RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara penelitian ini bisa menjadi masukan tentang peluang penghematan energi.
2. Bagi Penulis penelitian ini sebagai referensi dalam menambah ilmu pengetahuan di bidang evaluasi konsumsi energi listrik.
3. Penelitian ini diharapkan mampu mendorong pihak yang bersangkutan segera menjadi pertimbangan dalam penghematan energi listrik agar mampu mengurangi pemborosan energi listrik

1.6 Sistematis penulisan

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematis penulisan tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian serta sistematis penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membuat tentang kutipan dari penelitian terdahulu serta menguraikan tentang teori dasar-dasar umum tentang evaluasi IKE.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tempat data riset serta langkah-langkah pemecahan masalah yang akan di bahas, meliputi langkah-langkah pengumpulan data dengan cara riset serta pengolahan data.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Relevan

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan evaluasi Intensitas Konsumsi Energi (IKE) diantaranya yang dilakukan oleh Fery Bernadiktus dan Amir Hamzah dengan judul “Analisa Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Melalui Audit Energi Listrik Di Gedung Rektorat Universitas Riau”. Penelitian tersebut menggunakan metode peninjauan langsung ke lokasi observasi selama 7 hari, yang dimana 5 hari pada penelitian tersebut digunakan untuk memperoleh data pengukuran kualitas listrik dan 3 hari untuk memperoleh data penggunaan beban yang digunakan. Dari perhitungan audit energi awal didapat hasil Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung rektorat Universitas Riau sebesar 4,93kWh/m²/bulan. Hasil tersebut untuk ruangan non-AC termasuk kedalam kriteria yang sangat tidak efisien. Sedangkan untuk ruangan dengan AC didapat nilai sebesar 10,53kWh/m²/bulan, nilai ini termasuk dalam kriteria efisien [5].

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi listrik pada suatu system (bangunan). Pada hakikatnya intensitas konsumsi energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu dengan luasan bangunan. Satu IKE adalah kWh/m² pertahun. Dan pemakaian IKE ini sudah ditetapkan di berbagai negara diantaranya ASEAN dan APEC[6]. Upaya nyata dari suatu proses penghematan energi listrik adalah dengan manajemen energi dan audit energi. Penggunaan energi listrik pada gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia, termasuk kedalam pemakaian energi listrik yang cukup besar dalam pembayaran tagihan listrik di Universitas Pendidikan Indonesia. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut melakukan audit energi merupakan Langkah yang baik. Banyaknya tagihan pada gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia berkisar Rp.618.308.196,- per tahun atau sekitar 51.525.683,- per bulan. Oleh karena itu perlu dilakukannya penghematan energi terhadap intensitas konsumsi energi listrik dari data periode sebelumnya pemakaian gedung apakah masih hemat dan efficient

atau belum maka hasil audit dapat dianalisa Dimana letak pembengkakan biaya yang di sebabkan pemakaian energi secara berlebihan[7].

Audit Energi bertujuan mengetahui "Potret Penggunaan Energi" dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi. Audit energi teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Konservasi energi, adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Pengelolaan energi, yaitu segala upaya untuk mengatur dan mengelola penggunaan energi seefisien mungkin pada bangunan gedung tanpa mengurangi tingkat kenyamanan di lingkungan hunian ataupun produktivitas di lingkungan kerja. Peluang hemat energi (PHE) (Energy conservation opportunity) merupakan cara yang mungkin bisa diperoleh dalam usaha mengurangi pemborosan energi. Potret penggunaan energi, adalah gambaran menyeluruh tentang pemanfaatan energi pada bangunan gedung, meliputi: jenis, jumlah penggunaan energi, peralatan energi, intensitas energi, profil beban penggunaan energi, kinerja peralatan energi, dan peluang hemat energi, serta keseluruhan maupun per-area di bangunan gedung pada periode tertentu. Pemakaian energi perencanaan, yaitu seluruh pemakaian energi tahunan yang dihitung untuk suatu gedung yang direncanakan.

Kualitas daya listrik adalah suatu konsep yang memberikan gambaran tentang baik atau buruknya mutu daya listrik akibat adanya beberapa jenis gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan. Permasalahan yang berkaitan dengan kualitas daya diantaranya adalah fluktuasi tegangan. Hal lain yang berkaitan dengan kualitas daya yaitu sag, swell, transient, variasi frekuensi, ketidakseimbangan tegangan, ketidakseimbangan arus pada sistem tiga fasa, beban induktif yang berdampak pada turunnya faktor daya, efisiensi beban rendah dan sebagainya. Masalah kualitas daya listrik ini dapat menimbulkan kerugian-kerugian seperti: kesalahan operasi peralatan, menaikkan arus netral pada jaringan bintang, menimbulkan rugi energi yang lebih besar, juga kerugian lainnya, sehingga penurunan kualitas daya dapat dikatakan sebagai salah satu komponen pemborosan energi listrik pada aspek teknis[8].

2.2 Energi Listrik

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha. energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motor-motor listrik dan lain-lain[9].

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan Volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain [10].

Energi listrik merupakan energi yang berkaitan dengan perhitungan arus elektron yang dinyatakan dalam satuan Watt-Jam atau KiloWatt-Jam. Perpindahan energi listrik terjadi dalam bentuk aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektostatik melalui medan listrik yang dihasilkan oleh terkumpulnya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Total energi medan listrik ditambah dengan energi medan elektromagnetik, sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi[11]. energi hanya dapat berubah bentuk seperti energi mekanik berubah bentuk menjadi energi listrik serta energi listrik ini dapat digunakan dengan maksimal dimana contoh kegunaan energi listrik seperti penerangan, pemanas, motor-motor listrik dan lain-lain. Apabila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$P = w/t \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

P = Daya dalam watt

W = Energi dalam jam

T = Waktu dalam watt Watt jam (wathour = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakanselama 1 jam.

2.2.1 Sistem Tenaga Listrik

penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, memerlukan berbagai peralatan listrik untuk membentuk suatu sistem tenaga listrik dimana kebutuhan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah setiap waktu sehingga sistem tenaga listrik perlu terus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Kemudian, diperlukan analisa dan evaluasi yaitu:

1. Bilamana, beberapa besar dan dimana perlu dibangun pusat listrik baru, GI baru serta saluran transmisi baru.
2. Menambah unit pembangkit dan menambah transformator dan lain-lain. Bilamana dan dimana saja perlu penggantian PMT dengan yang lebih besar sebagai konsekuensi dari butir a dan b [12].

2.2.2 Daya Listrik

Daya didefinisikan sebagai energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha, seperti panas, cahaya, mekanik, suara. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt[13]. Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt. Di mana 1 Watt = 1 Joule/detik. Pada dasarnya daya listrik dibagi menjadi 3 yaitu :

1) Daya Nyata atau Daya Aktif (Watt)

Daya nyata merupakan daya Sebenarnya yang dibutuhkan beban dan biasanya daya aktif nilainya lebih rendah dibandingkan dengan daya semu. Daya Aktif dihasilkan dari hasil perkalian Daya Semu dengan Faktor Daya (Cosphi). Daya aktif akan mengalami penurunan nilai yang diakibatkan adanya beban-beban listrik yang menghasilkan daya reaktif.

$$P = V \times I \cos \phi \dots\dots\dots(2)$$

keterangan :

P = Daya Aktif

V = Tegangan

I = Arus Listrik

Cos ϕ = Faktor Daya.

2) Daya Semu (VA)

Daya Semu merupakan daya yang dihasilkan dari perhitungan-perhitungan listrik sebelum dibebani dengan bebanbeban listrik. Satuan daya nyata adalah VA (Volt.ampere). beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resistansi (R). Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat dihemat karena tegangan dan arus listrik memiliki nilai factor daya adalah

$$S = V \times I \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

S = Daya semu

V = Tegangan

I = Arus

3) Daya Reaktif

Daya Reaktif merupakan daya yang mengakibatkan terjadinya kerugiankerugian daya, sehingga daya dapat mengakibatkan terjadinya penurunan nilai faktor daya (Cosphi). Satuan daya reaktif adalah VAR (Volt. Amper Reaktif). Untuk menghemat daya reaktif dapat dilakukan dengan memasang kapasitor pada rangkaian yang memiliki beban bersifat induktif.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Q = Daya reaktif

S = Daya semu

P = Daya Aktif.[14].

2.3 Klasifikasi Beban Listrik

Peningkatan pembangunan di berbagai sektor tidak terlepas dari perkembangan peralatan listrik maupun elektronika. Peralatan-peralatan tersebut tidak saja menjadi kebutuhan sekunder tetapi sudah menjadi kebutuhan primer. Namun demikian banyak peralatan-peralatan listrik maupun elektronika dalam rumah tangga maupun industri umumnya bersifat induktif sehingga akan menimbulkan beda fase antara tegangan dan arus yang mengalir[15].

2.3.1 Beban Penerangan Lampu

Pencahayaan merupakan faktor penting dalam setiap ruangan. Pencahayaan merupakan jumlah cahaya yang jatuh pada bidang permukaan (SNI 03-6575-2001). Apabila sumber cahayanya bisa memberikan penyebaran yang cukup baik, maka sistem penggunaan lampu tersebut dapat di minimalisis sehingga tidak terjadi pencahayaan yang dapat mengganggu pengelihatan[16].

Sistem pencahayaan adalah suatu sistem yang amat penting di suatu bangunan karena berkaitan dengan tata cahaya sehingga sangat mempengaruhi kenyamanan dalam bekerja.

Sistem pencahayaan dibagi menjadi dua, yaitu: sistem pencahayaan yang berasal dari sinar matahari (alami) dan sistem pencahayaan yang berasal dari selain sinar matahari (buatan). Pemanfaatan cahaya alami harus dipertimbangkan dan direncanakan secara optimal karena sangat bermanfaat dalam upaya penghematan energi listrik.

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam sistem pencahayaan buatan, yaitu: Pertama, tingkat pencahayaan termasuk juga koefisien penggunaan dan penyusutan. Kedua, pengukuran tingkat pencahayaan. Ketiga, daya pencahayaan. Keempat, jenis lampu yang digunakan[17]

Salah satu factor pendukung yang paling penting yaitu penahayaan. Pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang dapat kita lihat objeknya

dengan cepat, jelas dan tanpa alat bantu. Hal-hal yang memengaruhi penerangan baik yaitu

- 1) pembagian lumensi dalam lapangan penglihatan.
- 2) pencegahan kesilauan
- 3) panas penerangan terhadap keadaan lingkungan
- 4) arah sinar dan warna.[18]

Cahaya adalah sebuah energi yang dihasilkan oleh sumber cahaya (alami atau buatan) dalam bentuk menyerupai gelombang elektromagnetik yang dapat merambat di dalam ruang hampa udara (vakum). Menurut James Maxwell (1831-1897), cahaya adalah gelombang elektromagnetik, sehingga cepat rambat cahaya sama dengan cepat rambat gelombang elektromagnetik, yaitu $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$. Panjang gelombang cahaya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{v}{f} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan:

λ = Panjang gelombang (Meter)

v = Kecepatan cahaya (Meter/Detik)

f = Frekuensi (Hz)

1. Arus Cahaya (Φ)

adalah jumlah cahaya total yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya dalam satu detik, satuannya Lumen (lm).

$$\Phi = E \times A \text{ Atau } \Phi = W \times \frac{l}{w} \dots \dots \dots (6)$$

dimana :

W = daya Lampu.

L/w = *Luminous efficacy Lamp* / Lumen per Watt.

Untuk Menentukan nilai Luminous Efficacy/Lumen Per Watt dapat dilihat pada Box/kotak lampu yang di beli secara umum.

2. Kepadatan cahaya adalah arus cahaya yang dipancarkan ke satu arah tertentu per satuan sudut ruangnya, satuannya Candela (cd). Dengan persamaan

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana

ω = sudut ruang satuan steradian

3. Intensitas Cahaya/ Iluminasi (E) adalah Arus cahaya yang jatuh pada permukaan sebuah bidang per meterpersegi, satuannya Lux atau Lumen/m².

Dengan persamaan

$$E = \frac{\Phi}{A} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

A = luas permukaan yang di terangi satuan m² atau cm

Kuat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan pada bidang kerja.[19]

Tabel 2.1 SNI Intensitas Cahaya

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K–5300K	Daylight > 5300 K
Rumah sakit/ Balai pengobatan					
Ruang rawat inap	250	1 atau 2		+	+
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1		+	+
Laboratorium	500	1 atau 2		+	+
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	+	+	
Pertokoan/Ruang Pamer :					
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	+	+	+
Toko kue dan makanan.	250	1	+	+	
Toko bunga	250	1		+	
Toko buku dan alat tulis/ gambar.	300	1	+	+	+
Toko perhiasan, arloji.	500	1	+	+	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	+	+	
Toko pakaian.	500	1	+	+	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	+	+	
Toko mainan	500	1	+	+	
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dan lain-lain)	250	1 atau 2	+	+	+
Toko alat musik dan olahraga	250	1	+	+	+
Industri (Umum) :					
Gudang	100	3		+	+
Pekerjaan kasar	100 – 200	2 atau 3		+	+
Pekerjaan menengah	200 – 500	1 atau 2		+	+
Pekerjaan halus	500 – 1000	1		+	+
Pekerjaan amat halus	1000–2000	1		+	+
Pemeriksaan warna	750	1		+	+
Rumah ibadah :					
Masjid	200	1 atau 2		+	
Gereja	200	1 atau 2		+	
Vihara	200	1 atau 2		+	

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
Rumah tinggal:					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	120 ~ 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 ~ 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
Perkantoran :					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Gudang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦
Lembaga Pendidikan :					
Ruang kelas	250	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	
Hotel dan Restoran :					
Lobi, koridor	100	1	♦	♦	
Ruang serba guna	200	1	♦	♦	
Ruang makan	250	1	♦	♦	
Kafetaria	200	1	♦	♦	
Kamar tidur	150	1 atau 2	♦		
Dapur	300	1	♦	♦	

2.3.2 Beban Pendingin Udara (AC)

AC adalah penyerapan panas oleh evaporator, pemompaan panas oleh kompressor, pelepasan panas oleh kondensor serta proses ekspansi. Proses-proses ini berkaitan erat dengan temperatur didih dan temperatur kondensasi Refrigerant. Refrigerant adalah zat yang mudah berubah bentuk (menjadi uap atau cair) sehingga cocok jika digunakan sebagai media pemindah panas dalam mesin pendingin. Temperatur didih dan temperatur kondensasi berkaitan dengan

tekanan. Titik didih dan titik embun dapat digeser naik atau turun dengan mengatur besarnya tekanan yang diberikan. Hal ini berpengaruh besar terhadap proses perpindahan panas yang terjadi pada AC. Untuk menghitung kebutuhan AC sesuai ukuran ruangan menggunakan persamaan:

$$BTU = \frac{p \times t \times l \times i \times e}{60}$$

dimana: BTU = British Thermal Unit (BTU/hour)

p = Panjang ruangan dalam feet (1 meter = 3,28 feet)

l = Lebar ruangan dalam feet

t = tinggi ruangan dalam feet

i = Nilai 10 jika ruangan berinsulasi (terhimpit oleh ruangan lain atau berada di lantai bawah)

=Nilai 18 untuk ruangan yang tidak berinsulasi (ruangan lantai atas

= Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap ke utara

e =Nilai 17 jika dinding terpanjang menghadap ke timur

=Nilai 18 jika dinding terpanjang menghadap ke selatan

=Nilai 20 jika dinding terpanjang menghadap ke barat

Untuk menentukan PK AC, ada faktor yang harus di perhatikan yaitu BTU/hour, daya yang terpakai (watt). Secara umum orang lebih mengenal PK (Paard Kracht/Horse Power) pada AC. Namun PK lebih dikenal dibandingkan BTU/hour di masyarakat awam, untuk menghitung dan menyesuaikan daya pendingin AC maka dikonversi dahulu PK ke BTU [20]seperti pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.2 Konversi PK ke BTU

No	PK AC	BTU/hour
1	½	5.000
2	¾	7.000
3	1	9.000
4	1,5	12.000
5	2	18.000

Standar Suhu dan kelembapan untuk ruangan ICU di rumah sakit diatur oleh kementrian Kesehatan republic indonesia berikut ringkasan standar tersebut

Tabel 2.3 Parameter standar ICU

Parameter	Standa
Suhu	22-23 C
Kelembapan	35-60%
Tekanan Udara	Positif

Pentingnya menjaga suhu dan kelembapan dalam rentang tersebut adalah memastikan kenyamanan dan keselamatan pasien, serta mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi. Selain itu tekanan udara positif di ruangan ICU berfungsi untuk mencegah masuknya kontaminan dari luar ke dalam ruangan.

2.4 Audit Energi

Usaha-usaha untuk menghemat energi di segala bidang makin dirasakan perlu karena semakin terbatasnya sumber-sumber energi yang tersedia dan semakin mahal biaya pemakaian energi. Usaha-usaha penghematan energi pada suatu bangunan komersial seperti gedung perkantoran atau suatu pabrik hanya dapat dilakukan jika telah diketahui untuk apa energi di tiap-tiap bangunan tersebut.

Untuk mengetahui hal tersebut maka diperlukan pengetahuan tentang audit energi atau kesetimbangan energi. Audit energi didefinisikan sebagai kegiatan untuk mendefinisikan besarnya energi yang digunakan pada bagian bagian operasi atau industri/pabrik atau sebuah bangunan serta mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi.

Sasaran dari audit energi adalah memperoleh pola penggunaan energi, yaitu mendapatkan data tentang fluktuasi penggunaan energi. Data fluktuasi penggunaan energi dapat didapatkan dengan cara mengukur penggunaan energi listrik tiap waktu sehingga didapatkan grafik yang menghasilkan gambaran tentang kapan waktu penggunaan listrik terbesar dan kapan waktu penggunaan listrik terkecil di perusahaan tersebut. Selain itu kita akan memperoleh neraca energi dari penggunaan listrik (input = output). Neraca ini akan menggambarkan seberapa besar penggunaan energi dan mengidentifikasi pemborosan dari sistem tersebut.

Dalam audit energi Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan hal yang paling penting. IKE adalah patokan untuk mengklasifikasikan jenis penggunaan konsumsi energi di gedung tersebut, apakah boros atau sesuai dengan standar. Untuk nilai-nilai IKE pada bangunan gedung dapat diperoleh dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Output lainnya dalam audit energi adalah mengidentifikasi sumber-sumber pemborosan energi, hal ini bisa didapatkan dengan melakukan pengukuran terhadap penggunaan energi. Setelah itu maka didapat langkah-langkah penghematan, penghematan yang direncanakan harus rasional dan optimal, maksudnya adalah kembali pada konsep konservasi energi yaitu, melakukan penghematan tanpa mengurangi kebutuhan.

Setelah merencanakan penghematan, langkah selanjutnya adalah Peningkatan efisiensi penggunaan energi dengan cara melakukan manajemen perawatan dan operasi peralatan sehingga kerusakan dan kerugian-kerugian pada sistem dapat dikurangi. Peningkatan efisiensi juga dapat dilakukan dengan cara membuat/instalasi peralatan baru yang teknologinya hemat energi sehingga dapat mengurangi penggunaan energi listrik .

Audit energi diawali dengan audit awal (preliminary audit) jika hasil dari audit awal mengatakan bahwa bangunan tersebut efisien (kurang dari nilai IKE) maka tinggal dilakukan monitoring. Tetapi jika hasil audit awal mengatakan bahwa IKE gedung tersebut lebih besar dari standard maka harus diberikan rekomendasi awal dan keluar hasil bahwa pemakaian energi listrik pada gedung tersebut low cost, medium cost atau high cost. Kemudian dilaksanakan audit rinci (detail audit) untuk mengetahui penggunaan energi secara terperinci dan akhirnya keluarlah rekomendasi dan pengelompokan pemakaian energi listrik pada gedung tersebut low cost, medium cost atau high cost. Setelah itu dilakukan studi kelayakan dan kemudian diimplementasikan sebagai penghematan energi. Setelah dilakukan penghematan energi maka sistem tersebut masih harus dilakukan monitoring untukunjuk menjaga agar tidak terjadi lagi pemborosan.

2.4. 1 Audit Awal

Audit awal dilakukan untuk memperoleh gambaran umum pola penggunaan energi, melakukan identifikasi kasar potensi penghematan serta menyusun rekomendasi awal yang sifatnya segera dapat dilakukan. Output audit awal

menentukan lokasi dan kebutuhan untuk melakukan audit rinci.

Audit awal menggunakan data-data sekunder dan questioner sebagai dasar untuk melakukan evaluasi penggunaan energi secara umum dan cepat. Pengukuran dibutuhkan untuk verifikasi beberapa angka yang dianggap kurang rasional.

Adapun metodologi audit awal sebagai berikut:

1. Persiapan
 - a. Pembentukan tim dan koordinasi
 - b. Penyusunan jadwal
2. Survei Lapangan
 - a. Pengumpulan data lapangan (data energi, disain proses dan operasional peralatan)
 - b. Pengamatan lapangan (potensi pemborosan, peralatan ukur dan kondisi peralatan)
 - c. Interview dengan operator
 - d. Presentasi singkat hasil survey lapangan (titik-titik pemborosan energi)
3. Evaluasi Data
 - a. Profil penggunaan energi (flukuasi dan neraca)
 - b. Benchmarking (intensitas konsumsi energi)
 - c. Status manajemen energi
4. Kesimpulan dan Rekomendasi
 - a. Gambaran awal peluang penghematan energi
 - b. Rekomendasi awal

Kebutuhan audit rinci (lokasi objek, parameter dan titik pengukuran)

2.4. 2 Audit Rinci

Audit energi rinci dilakukan untuk menginventigasi lebih lanjut lokasi terjadinya pemborosan energi dan mengkuantifikasi besarnya peluang penghematan yang dapat dilakukan secara lebih spesifik. Dalam audit rinci harus dapat kesimpulan tentang lokasi dan besar peluang penghematan serta rekomendasitindak lanjut yang dapat dilakukan berdasarkan criteria: no/low cost, medium cost dan high cost. Dalam audit rinci dilakukan pengukuran-pengukuran lebih rinci, sebagai dasar untuk melakukan evaluasi lebih

lengkap.

5. Persiapan
 - a. Pembentukan Tim dan Koordinasi
 - b. Evaluasi hasil pre-audit
 - c. Identifikasi titik pengukuran, kebutuhan alat dan personal
 - d. Penyusunan Jadwal
6. Pengumpulan Data
 - a. Pengukuran Lapangan
7. Evaluasi Data
 - a. Efisiensi Penggunaan Energi
 - b. Lokasi dan besar potensi penghematan energi
 - c. Analisa Teknoekonomis
8. Kesimpulan dan Rekomendasi
 - a. Rekomendasi

2.4. 3 Evaluasi dan Analisis Hasil Studi

1. Benchmarking

Membandingkan dengan standart efesiensi untuk proses/alat yang sama.
2. Analisis Biaya Tambahan

Menghitung biaya energi terkait dengan seluruh proses menjadi focusaudit.
3. Keseimbangan massa dan Energi

Menyusun neraca energi dan neraca mass untuk mencari pemborosanenergi.
4. Sankey Diagram

Diagram sistematik yang menggambarkan aliran dan bersaran energi dikeseluruhan proses.
5. Analisis Manajemen Energi
6. Mengevaluasi status manajemen energi yang diterapkan

2. 5 Pemborosan Energi

Pemborosan energi pada peralatan gedung dapat disebabkan oleh dua hal yaitu spesifikasi peralatan yang memang boros energi dan pola pemakaian peralatan yang

salah atau tidak dikendalikan. Keberhasilan penghematan energi sangat bergantung pada kedua faktor tersebut yaitu konsumsi daya peralatan individu dan pola pemakaian fasilitas yang terkendali. Penggunaan fasilitas yang hemat energi merupakan cara yang paling mudah di saat warga kampus belum mempunyai kesadaran mengenai hemat energi listrik. Misal, penggantian komputer 250 watt dengan laptop 45 watt akan menghemat energi sebesar 205 watt/jam/orang. Faktor kedua yang mempengaruhi konsumsi energi di gedung perkuliahan adalah perilaku pengguna yang tidak mempunyai kepentingan untuk menghemat energi.

Biaya langganan listrik telah dianggarkan oleh Universitas, sehingga pengguna tidak perlu khawatir membayar terhadap listrik yang digunakannya. Akibatnya adalah komputer tidak dimatikan saat ditinggal, seluruh lampu, dan AC tetap menyala jika ada 1-2 orang yang lembur dan sebagainya. Penghematan energi listrik tidak dapat terlaksana tanpa adanya dukungan dari manajemen (pengurus jurusan) dan semua pengguna energi, sehingga diperlukan adanya Standar Operasional (SOP) untuk mengurangi pemborosan.

2. 6 Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas konsumsi Energi (IKE) adalah suatu nilai/besaran yang dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur pemakaian energi pada suatu bangunan. Intensitas konsumsi energi pada suatu bangunan didefinisikan sebagai konsumsi energi per satuan luas bangunan (kWh/m^2 /tahun atau kWh/m^2 /bulan)[21]. Indikator penghematan energi yang paling penting pada sebuah bangunan biasanya adalah penggunaan IKE. IKE menunjukkan konsumsi energi (kWh)/meter persegi (m^2) setiap bulan. Angka IKE (kWh/m^2 /bulan) diperoleh dengan membagi jumlah kWh listrik yang digunakan dalam sebulan dengan luas bangunan yang digunakan[22].

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksud disini adalah energi listrik. Pada hakekatnya IKE ini adalah hasil bagi antara total konsumsi energi untuk suatu periode tertentu (satu tahun) dan luas bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m^2 /tahun. Setiap gedung memiliki standar IKE sesuai dengan tujuan gedung tersebut. IKE dapat dihitung menggunakan rumus

sebagai berikut :

$$IKE = \frac{\text{Pemakaian Energi Listrik (kWh)}}{\text{Luas Bangunan}} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

IKE : Intensitas Konsumsi Energi

Kwh : Total kWh

L : Luas Bangunan (m²)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung dan telah diterapkan di berbagai negara (ASEAN-APEC), di nyatakan dalam satuan kWh/m² Tahun. Sebagai target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia, menggunakan hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN_USAID pada tahun 1987 yang laporannya dikeluarkan pada tahun 1992, dengan target (IKE) listrik untuk Indonesia.

IKE digunakan sebagai acuan untuk mengetahui berapa banyak energi yang dihemat oleh sebuah bangunan. Istilah yang digunakan dan sesuai dengan tujuannya adalah konsumsi energi spesifik, yaitu. jumlah energi yang dikonsumsi per unit produksi[23]. Audit Energi pada Bangunan Gedung, besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung dapat dilakukan dengan menghitung:

- 1) Rincian luas gedung dan luas total bangunan Gedung (m²).
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung dalam per tahun (kWh/tahun).
- 3) Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan Gedung per tahun (kWh/m² tahun).
- 4) Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh). Ketentuan penggunaan suhu ruangan menggunakan standar sesuai peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI nomor 28 tahun 2016 yang mengatur standar suhu udara yang baik pada suatu ruangan. Untuk menetapkan suatu gedung berkategori hemat energi dan tidak hemat energi mengacu pada standar nilai IKE yang ditetapkan sesuai Peraturan Menteri ESDM No. 28 Tahun 2016.

Analisis penggunaan energi listrik ruangan ber-AC menggunakan metode IKE ber- AC sesuai persamaan.

$$\text{IKE Ber AC} = \frac{\text{konsumsi energi ac}}{\text{luas lantai ber ac (m}^2\text{)}} + \frac{\text{total konsumsi energi} - \text{konsumsi energi AC}}{\text{luas lantai total m}^2} \dots (10)$$

Analisis penggunaan energi listrik ruangan tidak ber- AC menggunakan metode IKE tidak ber – AC sesuai persamaan.

$$\text{IKE tidak ber AC} = \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)} - \text{konsumsi energi AC (kWh)}}{\text{Luas lantai total (m}^2\text{)}} \dots (11)$$

Berdasarkan Inpres No. 10/2005 tentang penghematan energi, Manajemen energy merupakan hal yang perlu dilakukan agar konsumsi energi terutama energi listrik menjadi lebih efisien. Langkah awal pelaksanaan manajemen energi adalah melaksanakan audit energi. Audit energi merupakan proses untuk mengevaluasi kebutuhan energi dan identifikasi peluang untuk mengefisiensi konsumsi energi pada suatu ruang/bangunan, perusahaan, proses, atau kegiatan (Thumann & Younger, 2007). Dari hasil audit energi diharapkan:

- a) Nilai IKE (intensitas konsumsi energy) pada ruang/bangunan tersebut dapat diketahui.
 - b) Pemborosan energi dapat diperkecil dengan tanpa harus mengurangi kenyamanan.
 - c) Profil penggunaan energy dapat diketahui.
 - d) Upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi.
- IKE Listrik menunjukkan besarnya penggunaan energi dalam ruang/bangunan. Nilai IKE ini sudah digunakan di beberapa negara di ASEAN dan APEC yang dinyatakan dalam satuan kWh/m² /tahun.

Tabel 2.4 Standar IKE Bangunan Gedung di Indonesia:

NO	Jenis Gedung	Ike (kwh/m ² /tahun)
1	Perkantoran	240
2	Pusat perbelanjaan	330
3	Hotel dan apartemen	300
4	Rumah sakit	380

Sebagaimana pada tabel 2.4 telah ditetapkan standard IKE gedung ber AC dan gedung tidak ber AC

Tabel 2.5 Nilai Standar IKE Pada Bangunan Gedung

Kriteria	Konsumsi Energi Perkantontoran ber- AC (kwh/m2/bulan)	Konsumsi Energi Perkantoran tidak ber- AC (kwh/m2/bulan)
Sangat Efisien	<8,5	<3,4
Efisien	8.5-14	3,4-5,6
Cukup Efisien	14-18,5	5,6-7,4
Boros	>=18,5	>=7,4

Tabel 2.6 Standard IKE gedung ber AC dan gedung tidak ber AC

NO	Gedung Ber AC (kWh/m2 /bln)		NO	Gedung Tidak Ber AC (kWh/m2 /bln)	
1	Sangat efisien	4,17 – 7,92	1	Sangat efisien	0,84 – 1,67
2	Efisien	7,92 – 12,08	2	Efisien	1,67 – 2,50
3	Cukup Efisien	12,08–14,58	3	Cukup Efisien	1,67-2,5
4	Agak Boros	14,58–19,17	4	Agak Boros	
5	Boros	19,17–23,75	5	Boros	2,50 – 3,34
6	Sangat Boros	23,75–37,5	6	Sangat Boros	3,34–4,17

Standar IKE dalam tabel 2.5 dan 2.6 digunakan sebagai rujukan tingkat penggunaan energi pada gedung yang berbeda-beda, nilai IKE juga bersifat dinamis dan dapat berubah sesuai dengan penelitian terbaru, pengembangan perangkat teknis hemat energi dan kesadaran hemat energi (pengguna bangunan). Perhitungan IKE menggunakan hasil standar IKE gedung perkantoran adalah 240 Kwh/m2/tahun. Saat IKE lebih besar dari IKE normal, dapat melakukan penghematan energi. Apabila hasil perhitungan telah dibandingkan dengan nilai IKE dan hasilnya sama atau lebih rendah dari nilai IKE target, maka kegiatan pemeriksaan energi selanjutnya dapat ditunda atau dilanjutkan dengan harapan

nilai IKE lebih rendah.

2. 7 Peluang Hemat Energi

Identifikasi peluang hemat energi dilakukan setelah audit energi awal dan audit energi rinci. Hasil dari pengumpulan data perhitungan besar nilai IKE dan mengetahui konsumsi energi bangunan gedung. Besar nilai IKE hasil perhitungan ternyata sama atau kurang dari target maka kegiatan audit energi rinci tidak perlu dilaksanakan atau dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai IKE yang lebih rendah. Jika besar nilai lebih dari IKE target maka dapat diartikan terdapat peluang untuk melakukan proses audit energi rinci dengan tujuan memperoleh efisiensi konsumsi energi. Peluang hemat energi telah diidentifikasi dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan peluang hemat energi dengan biaya yang harus dibayar dalam pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

- a. mengurangi konsumsi energi listrik serendah mungkin (memangkas daya yang terpasang/terpakai dan jam operasional),
- b. memperbaiki kinerja peralatan dengan sistem kerja peralatan yang lebih hemat energi.

Rekomendasi yang akan diajukan meliputi manajemen energi dengan program manajemen yang telah diperbaiki, implementasi audit energi yang lebih baik, dan

peningkatan kesadaran penghematan energi. Adapun pemanfaatan yang dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. melakukan perbaikan efisiensi konsumsi energi tanpa biaya, misal perubahan prosedur pengoperasian
- b. melakukan perbaikan dengan biaya yang rendah
- c. melakukan dengan investasi kecil melakukan dengan investasi besar[24]

2. 8 Pengukuran Kualitas Daya

Selain mencari nilai efikasi melalui pengukuran intensitas cahaya lampu, tolak ukur lain dalam mengukur efisiensi kinerja sebuah lampu adalah daya, faktor daya, dan distorsi harmoniknya[25].

1. Daya

Daya listrik (Electrical Power) adalah jumlah energi yang diserap oleh sebuah beban (load) dalam sebuah rangkaian listrik. Daya listrik dihasilkan oleh sebuah sumber energi kemudian beban yang terhubung akan menyerap daya listrik tersebut. Daya dibagi menjadi tiga macam yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu.

2. Faktor daya

Faktor daya atau power factor (PF) merupakan perbandingan antara daya aktif (P) dan daya semu (S) atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu. Semakin besar sudut yang dihasilkan, maka akan semakin rendah faktor dayanya. Nilai faktor daya mempunyai rentang antara 0 hingga 1 (0 – 1).

$$PF = P/S \dots\dots\dots (12)$$

Dengan:

PF = Faktor Daya

P = Daya aktif (watt)

S = Daya Semu (VA)

3. Harmonisa

Gelombang pada tegangan, arus, maupun daya yang terdistorsi secara periodik disebut juga dengan harmonisa. Frekuensi harmonisa merupakan kelipatan dari frekuensi fundamentalnya (dasar), sehingga bentuknya tidak lagi sinusoidal melainkan terdapat distorsinya. Hubungan antara frekuensi harmonik dan frekuensi dasarnya dapat ditulis pada persamaan sebagai berikut:

$$f_h = n f_i \dots\dots\dots (13)$$

Dengan :

f_h = frekuensi harmonik (Hz)

n = kelipatan gelombang

f_i = frekuensi dasar (Hz)

Harmonisa yang ada pada sistem tenaga listrik memberikan dampak yang buruk. Harmonisa akan membuat alat-alat yang terdapat pada sistem tenaga listrik seperti generator dan transformator menjadi panas. Hal tersebut dikarenakan harmonisa akan mengalir ke tempat dengan impedansi yang lebih rendah. Parameter besarnya harmonisa disebut juga Total Harmonic Distortion (THD).

2.9 Tarif Daya Listrik

Listrik merupakan kebutuhan dasar setiap orang untuk melangsungkan kegiatannya sehari-hari. Bahwa dalam rangka mempertahankan kelangsungan perusahaan penyediaan tenaga listrik, peningkatan mutu pelayanan kepada konsumen, peningkatan rasio elektrifikasi, dan mendorong subsidi listrik yang lebih tepat sasaran untuk golongan pelanggan rumah tangga dengan daya 900 (sembilan ratus) VA, serta penerapan penyesuaian tarif tenaga listrik (tariff adjustment), perlu menyesuaikan tarif tenaga listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2014 tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 09 Tahun 2015 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2014 tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara



**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

JANUARI - MARET 2025

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR, TM	6.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM, TT	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVArh = 1.522,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
13.	L/TR, TM, TT	-	-	Blok WBP dan Blok LWBP = N x 1.644,52 kVArh = N x 1.644,52 ****)	1.644,52

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

**) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

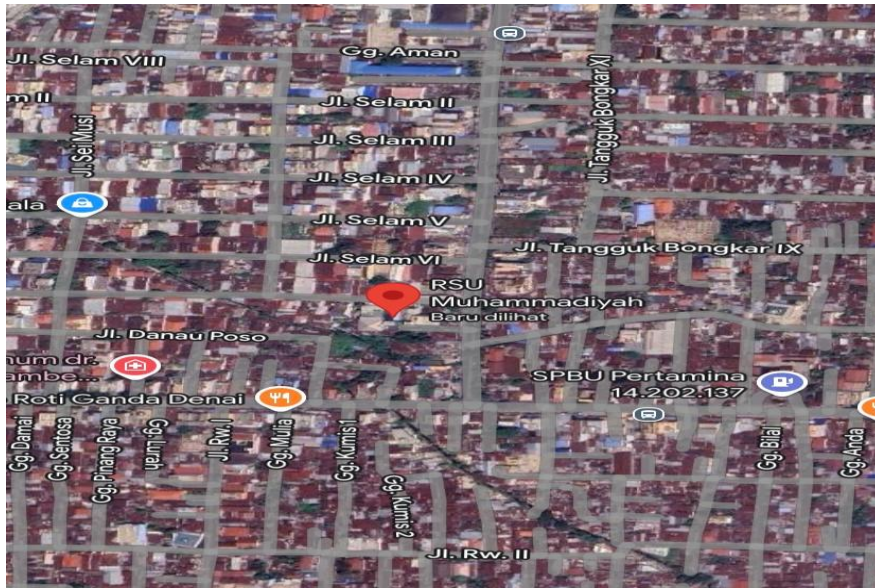
WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Gambar 2.1 Tarif Daya Listrik PLN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Mandala By pass No.27, Tegal Sari Mandala I Kec. Medan Denai, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan dan alat penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.2.1 Bahan-bahan Penelitian

1. Data Penggunaan inventaris penerangan ruangan.
2. Data penggunaan inventaris AC
3. Jurnal yang berkaitan dengan audit energi, konservasi energi, intensitas konsumsi energi (IKE), dan (PHE)

3.2.2 Peralatan Penelitian

1. Laptop ASUS-89SA06VB dengan prosesor Intel(R) Core (TM) i3-1115G4 @ 3.00GHz 3.00 GHz sebagai media analisi menghitung data ruangan dengan aplikasi;
 - Microsoft word
 - Microsoft excel
2. Alat-alat ukur yang digunakan untuk memudahkan peneliti dalam menghitung intensitas cahaya, suhu ruangan dan konsumsi listrik di Rumah Sakit umum muhammadiyah sumatera utara :
 - a. Laser Distance Meter
 - b. Lux Meter

3.3 Data Penelitian

3.3.1 Observasi Data RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

Langkah audit energi awal dengan observasi wawancara kepada sistem instalasi, konsumsi energi, dan pendistribusian listrik. Sehingga data yang harus di dapatkan dalam analisis riset evaluasi intensitas konsumsi energi listrik RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara.

- Tata letak lampu, AC, dan juga total konsumsi dalam kWh.
- Membuat pola pemakaian energi listrik yang didasarkan atas pengamatan secara langsung (observasi), interview dengan pihak-pihak terkait tentang pemakaian energi listrik yang terdapat Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

3.4 Rancangan Penelitian

3.4.1 Prosedur Penelitian

Setelah mendapatkan keseluruhan data dan penyusunan konsumsi energi listrik, maka perlu dilakukan adalah:

- a. Mengaudit data konsumsi energi listrik.
- b. Menghitung biaya penggunaan energi listrik.
- c. Analisis nilai efisien kriteria Intensitas Konsumsi Energi.
- d. Analisis untuk mendapatkan Peluang Hemat Energi

3.4.2 Audit Energi Listrik

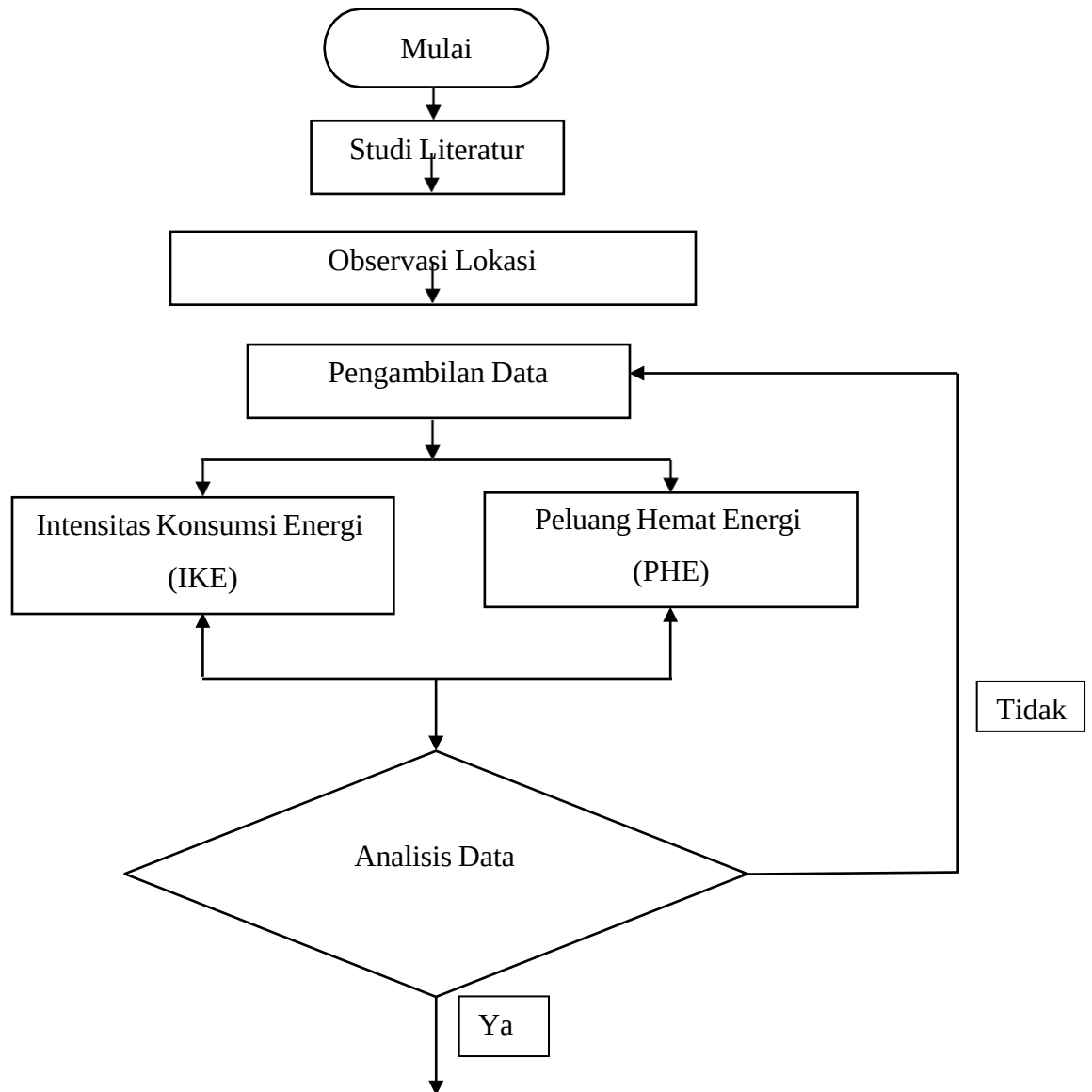
Apabila nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) lebih besar dari target maka perlu dilakukan audit energi rinci dengan diadakan:

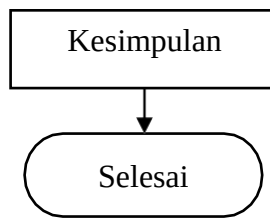
1. Perhitungan dan Penggunaan Energi Listrik Bertujuan untuk mengidentifikasi profil konsumsi energi listrik RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara maka pada tahap ini merupakan proses awal dari audit energi. Dengan menganalisis data konsumsi semua instrumen listrik AC, lampu, dan lain sebagainya.
2. Pengenalan Peluang Hemat Energi (PHE) Jika riset sudah didapatkan secara benar maka tinggal mengimplementasikan pada standard IKE untuk mengindikasikan profil RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara apakah sudah termasuk kategori “efisien“. Maka kesempatan inilah yang harusnya dianalisis oleh berbagai engineer dalam audit energi listrik Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

3.4.3 Analisis Peluang Hemat Energi (PHE)

Analisis peluang hemat energi (PHE) dilaksanakan dengan menggunakan metode perbandingan potensi perolehan hasil hemat energi dengan rekomendasi anggaran dana yang akan dibayarkan dan sesudah dibayarkan tahun sebelumnya. Dengan implementasi pergantian instrumen pada PHE.

3.5 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Total luas wilayah gedung RSU MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA

Rumah sakit umum Muhammadiyah Sumatra Utara merupakan salah satu rumah sakit swasta yang terletak di kota medan. Gedung rumah sakit umum muhammadiyah sumatra utara ini memiliki luas bangun 2.671,63 m² yang terdiri dari berbagai ruangan pasien dengan kapasitas daya yang cukup besar. RS UMSU memanfaatkan energi listrik untuk mendukung sistem pencahayaan (lampu LED), sistem pendingin (AC), peralatan perkantoran dan serta peralatan penunjang medis. Rincian lebih lanjut mengenai penggunaan daya listrik bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Luas keseluruhan gedung RSU MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA

NO	Area	p(m)	l(m)	Luas (m ²)
1.	Lantai 1	121,5	93,2	751,9
2.	Lantai 2	107,3	95,2	661,73
3.	Lantai 3	136,5	121	834,04
4.	Lantai 4	80	78,8	423,96
TOTAL				2.671,63

Bangunan gedung pada RSU Muhammadiyah Sumatera Utara terbagi menjadi 4 lantai, dimana di setiap lantainya terdapat beberapa ruangan yang terdiri dari :

Tabel 4. 2 Ukuran ruangan lantai 1

Lantai 1					
NO	Lokasi	p (m)	l (m)	t (m)	Luas(m ²)
1.	Pos satpam	2	2	3	4
2.	Administrasi	10	8	3	80
3.	Radiology	5	3,5	3	17,5
4.	Kasir	2	3	3	6
5.	Koridor	13,5	2,5	3	33,75

6.	Farmasi	6	7,5	3	45
7.	Nurse station poly	7,2	19	2,8	136,8
8.	Poly anak	6	5	3	30
9.	Poly paru	8	4,2	3	33,6
10.	Poly obgyn	6	5	3	30
11.	Poly bedah	4	2,5	3	10
12.	Poly penyakit dalam	4	2,5	3	10
13.	Poly kulit kelamin, saraf, dan kejiwaan	4	2,5	3	10
14.	Lab	6	5	3	30
15.	Ruang jenazah	3,5	4	3	14
16.	Ruang gizi	6,5	3,5	3,5	22,75
17.	BPJS	5	6	3	30
18.	Rekam medis	8	5	3,2	40
19.	IGD	12,5	8	3	100
20.	Ruang panel	5	4,5	3,5	22,5
21.	Ruang genset	6	6	3,3	36
22.	Toilet Pria	2,5	2	3	5
23.	Toilet wanita	2,5	2	3	5

Pada gedung lantai 1 didapat hasil luas total nya adalah : 751,9 m²

Tabel 4. 3 Ukuran ruangan lantai 2

Lantai 2					
No	Lokasi	p (m)	l (m)	t (m)	Luas(m ²)
1.	Koridor lux	8,8	13,6	3,3	119,68
2.	Mushola	5	5	3	25
3.	R. Server	2,5	5	3	12,5
4.	ICU	11,5	5	3	57,5
5.	Koridor ok	6,5	2,5	3,3	16,25
6.	Recovery	5	6	3	30
7.	Ruang dokter	4	5	3	20

8.	Ruang Ok	4	5	3	20
9.	Cssd	4	8,5	3	34
10.	Kabag umum	10,5	3,3	3,5	34,65
11.	Rektorat	5,5	3,5	3,5	19,25
12.	Keuangan	10,5	3,3	3,5	34,65
13.	Asistensi	5,5	3,5	3	19,25
14.	Ruang bersalin	9,5	17	3	161,5
15.	Ruang bayi	9,5	5	3	47,5
16.	Toilet pria	2,5	2	3	5
17.	Toilet wanita	2,5	2	3	5

Pada gedung lantai 2 didapat hasil luas total nya adalah : 661,73 m²

Tabel 4. 4 ukuran ruangan lantai 3

Lantai 3					
No	Lokasi	p (m)	l (m)	t (m)	Luas(m ²)
1.	Manajemen	7	12	3	84
2.	Nurse station poly	7,2	19	2,8	136,8
3.	R inap 301	5	6	3,3	30
4.	R inap 302	5	6	3,3	30
5.	R inap 303	5	6	3,3	30
6.	R inap 304	5	6	3,3	30
7.	R inap 305	5	10	3,5	50
8.	R inap 306	5	5	3,5	25
9.	R inap 307	5	5	3,5	25
10.	R inap 308	5	10	3,5	50
11.	R inap 309	5	10	3,5	50
12.	R inap 311	3	4,4	2,8	13,2
13.	R inap 312	3	6	2,8	18
14.	R inap 313	9,6	4,8	2,8	46,08
15.	R inap 314	7,2	4,8	2,8	34,56
16.	R inap 315	12	4,6	2,8	55,2
17.	Nurse nifas	5	8,6	3,3	43

18.	koridor	30,5	2,4	3,3	73,2
19.	Toilet pria	2,5	2	3	5
20.	Toilet wanita	2,5	2	3	5
No	Lokasi	P(m)	L(m)	T(m)	Luas(m ²)

Pada gedung lantai 3 didapat hasil luas total nya adalah : 834,04 m²

Tabel 4. 5 ukuran ruangan lantai 4

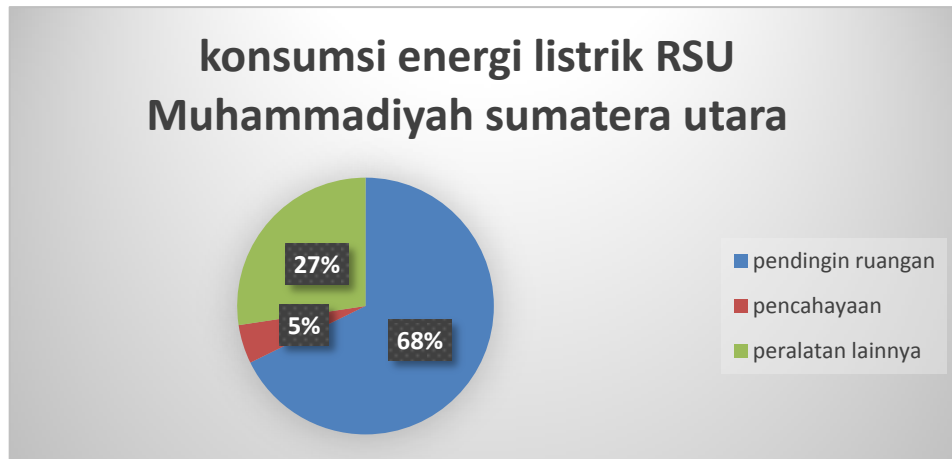
Lantai 4					
No	Lokasi	P(m)	L(m)	T(m)	Luas(m ²)
1.	Aula	8	5	3	40
2.	Loundry	7	4	2,7	28
3.	Nurse station poly	7,2	19	2,8	136,8
4.	R inap 401	4,4	5,5	2,8	24,2
5.	R inap 402	4,4	5,5	2,8	24,2
6.	R inap 403	4,4	5,5	2,8	24,2
7.	R inap 404	3,6	5,6	2,8	20,16
8.	R inap 405	4	3,3	2,8	13,2
9.	R inap 406	4	4,5	2,8	18
10.	R inap 407	4	4,5	2,8	18
11.	R inap 408	3	6	2,8	18
12.	R inap 409	3	4,4	2,8	13,2
13.	Koridor lorong	18	2	2,8	36
14.	Toilet pria	2,5	2	3	5
15.	Toilet wanita	2,5	2	3	5

Pada gedung lantai 4 didapat hasil luas total nya adalah : 423,96 m²

4.2 Konsumsi Pemakaian Energi RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

RSUD Muhammadiyah Sumatera utara memiliki daya masuk sebesar 68.810,7 kwh/bulan. penggunaan energi listrik pada bangunan ini mencakup dalam sistem pencahayaan, sistem tata udara atau pendingin ruangan serta perlengkapan elektronik lainnya seperti tv, kulkas, komputer dan lain lain. Dan sebagai penunjang penggunaan

perangkat listrik alat kesehatan.



Gambar 4.1 diagram pie konsumsi energi RSU Muhammadiyah Sumatera Utara RSU Muhammadiyah Sumatera utara mengkonsumsi energi listrik sebesar 68.810,7 kWh/bulan. Dengan persentase 68% konsumsi energi pada sistem pendingin ruangan, 27 % pada konsumsi peralatan lainnya, dan 5% pada konsumsi energi pencahayaan pada ruangan.

4.2.1 Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin Ruangan / AC

Tabel 4. 6 Konsumsi Energi Listrik sistem tata udara pada lantai 1

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
1	Radiology	AC Split	860	2	12	20,64
2	Farmasi	AC Split	860	2	24	41,28
3	Nur Station	AC Split	860	1	24	20,64
4	Poly anak	AC Split	860	1	8	6,88
5	Poly paru	AC Split	860	1	8	6,88
6	Poly obgyn	AC Split	860	1	8	6,88
7	Poly Bedah	AC Split	860	1	8	6,88

8	Poly penyakit dalam	AC Split	860	1	8	6,88
9	Poly kulit ,kelamin, saraf, dan kejiwaan	AC Split	860	1	8	6,88
10	Lab	AC Split	860	1	24	20,64
11	BPJS	AC Split	1740	1	24	41,76
12	Rekam medik	AC Split	860	2	24	41,28
13	Igd	AC Split	1740	2	24	83,52
TOTAL						311,04

Tabel 4. 7 Konsumsi Energi Listrik sistem tata udara pada lantai 2

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
1	Musola	AC Split	860	1	24	20,64
2	Ruang server	AC Split	860	1	24	20,64
3	Icu	AC Central	3400	2	24	163,2
4	Recovery room	AC Split	860	1	24	20,64
5	Ruang dokter	AC Split	860	1	24	20,64
6	Ruang Ok	AC Split	1740	2	24	83,52
7	CSSD	AC Split	860	1	24	20,64

8	Kabag Umum	AC Split	1740	1	12	20,88
9	Rektorat	AC Split	860	1	8	6,88
10	Keuangan	AC Split	1740	2	24	83,52
11	Asistensi	AC Split	860	1	24	20,64
12	Ruang bersalin	AC Split	860	2	24	41,28
13	Ruang Bayi	AC Split	860	2	24	41,28
Total						564,4

Tabel 4. 8 Konsumsi Energi Listrik sistem tata udara pada lantai 3

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
1.	Manajemen	AC Split	860	5	12	51,6
2.	Ruang isolasi 301	AC Split	860	1	24	20,64
3.	R inap 302	AC Split	860	1	24	20,64
4.	R inap 303	AC Split	860	1	24	20,64
5.	R inap 304	AC Split	860	1	24	20,64
6.	R inap 305	AC Split	860	2	24	41,28
7.	R inap 306	AC Split	860	1	24	20,64
8.	R inap 307	AC Split	860	1	24	20,64

9.	R inap 308	AC Split	860	2	24	41,28
10.	R inap 309	AC Split	860	2	24	41,28
11.	R inap 311	AC Split	860	1	24	20,64
12.	R Inap 312	AC Split	860	1	24	20,64
13.	R inap 313	AC Split	860	2	24	41,28
14.	R inap 314	AC Split	860	2	24	41,28
15.	R inap 315	AC Split	860	2	24	41,28
16.	Ruang nifas	AC Split	860	1	24	20,64
Total						485,04

Tabel 4. 9 Konsumsi Energi Listrik sistem tata udara pada lantai 4

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
1.	Aula	AC Split	1740	2	2	6,96
2.	R inap 401	AC Split	860	1	24	20,64
3.	R inap 402	AC Split	860	1	24	20,64
4.	R inap 403	AC Split	860	1	24	20,64
5.	R inap 404	AC Split	860	1	24	20,64
6.	R inap 405	AC Split	860	1	24	20,64

7.	R inap 406	AC Split	860	1	24	20,64
8.	R inap 407	AC Split	860	1	24	20,64
9.	R inap 408	AC Split	860	1	24	20,64
10.	R inap 409	AC Split	860	1	24	20,64
Total						192,72

Berdasarkan hasil perhitungan setiap ruangan dari mulai lantai 1-4 dapat dilihat penggunaan energi listrik sistem tata udara dalam satu bulan adalah 1.553,20 kWh x 30 Hari = 46.596 kWh/Bulan

4.2.2 Konsumsi energi listrik pada sistem pencahayaan

4.10 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan pada lantai 1

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	Jumlah	Waktu (Jam)	Energi (kWh)
1.	Pos satpam	Lampu LED	45	2	12	1,08
2.	Administrasi	Lampu TL	18	5	12	1,08
3.	Radiology	Lampu TL	18	4	24	1,73
4	Kasir	Lampu LED	14	1	24	0,34
5	Koridor	Lampu TL	18	13	12	2,81
6	Farmasi	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu TL	14	7	24	2,35
		Lampu LED	12	1	24	0,29

7.	Nurse stasion poly	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
8.	Poly anak	Lampu TL	18	3	4	0,22
		Lampu LED	14	1	4	0,06
9.	Poly paru	Lampu TL	18	2	4	0,14
		Lampu LED	14	1	4	0,06
10.	Poly obgyn	Lampu TL	18	3	4	0,22
		Lampu LED	12	1	4	0,05
11.	Poly bedah	Lampu TL	18	2	4	0,14
		Lampu LED	14	1	4	0,06
12.	Poly penyakit dalam	Lampu TL	18	3	4	0,22
		Lampu LED	14	1	4	0,06
13.	Poly penyakit kulit kelamin, saraf, dan kejiwaan	Lampu Tl	18	3	4	0,22
		Lampu LED	14	2	4	0,11
14.	Lab	Lampu TL	18	4	24	1,73
		Lampu LED	9	1	24	0,22

15.	Ruang Jenazah	Lampu TL	18	1	24	0,43
16.	Ruang Gizi	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	16	2	24	0,77
17.	BPJS	Lampu TL	16	4	8	0,51
18.	Rekam medis	Lampu TL	18	6	24	2,59
19.	IGD	Lampu TL	18	9	24	3,89
20.	Ruang panel	Lampu TL	18	2	24	0,86
21.	Ruang genset	Lampu TL	18	4	24	1,73
22.	Toilet pria	Lampu LED	12	2	24	0,58
23.	Toilet wanita	Lampu LED	12	2	24	0,58
Total						29,26

4.11 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan pada lantai 2

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	Jumlah	Waktu (Jam)	Energi (kWh)
1.	Koridor	Lampu TL	18	6	14	1,51
2.	Mushola	Lampu LED	9	6	13	0,70
			10	2	13	0,26
3.	Ruang Server	Lampu TL	18	1	24	0,43

4.	ICU	Lampu TL	16	10	24	3,84
		Lampu LED	12	1	24	0,29
5.	Koridor	Lampu TL	18	4	24	1,73
6.	Recovery Room	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
7.	Ruang Dokter	Lampu TL	18	1	24	0,43
		Lampu LED	12	2	24	0,58
8.	Ruang Ok	Lampu LED	12	4	24	1,15
9.	CSSD	Lampu TL	18	4	24	1,73
10.	Kabag umum	Lampu TL	18	10	12	2,16
		Lampu LED	12	2	12	0,29
11.	Rektorat	Lampu TL	18	2	12	0,43
12.	Keuangan	Lampu TL	18	2	24	0,86
		Lampu LED	12	2	24	0,58
13.	Asistensi	Lampu TL	18	2	24	0,86
14.	Ruang bersalin	Lampu TL	18	16	24	6,91

15	Ruang Bayi	Lampu TL	18	4	24	1,73
		Lampu LED	12	1	24	0,29
16.	Toilet pria	Lampu LED	12	2	24	0,58
17.	Toilet wanita	Lampu LED	12	2	24	0,58
Total						29,498

4.12 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan pada lantai 3

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	Jumlah	Waktu (jam)	Energi (kWh)
1.	Manajemen	Lampu TL	18	8	24	3,46
		Lampu LED	12	1	24	0,29
2.	Nurse stasion poly	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
3.	R inap 301	Lampu TL	18	3	24	1,30
4.	R inap 302	Lampu TL	18	3	24	1,30
5.	R inap 303	Lampu TL	18	3	24	1,30
6.	R inap 304	Lampu TL	18	3	24	1,30
7.	R inap 305	Lampu TL	18	6	24	2,59
		Lampu	12	1	24	0,29

		LED				
8.	R inap 306	Lampu TL	18	2	24	0,86
9.	R inap 307	Lampu TL	18	4	24	1,73
10.	R inap 308	Lampu TL	18	4	24	1,73
11.	R inap 309	Lampu TL	18	4	24	1,73
12.	R inap 311	Lampu TL	18	1	24	0,43
		Lampu LED	12	1	24	0,29
13.	R inap 312	Lampu TL	18	1	24	0,43
		Lampu LED	12	1	24	0,29
14.	R inap 313	Lampu TL	18	6	24	2,59
		Lampu LED	12	1	24	0,29
15.	R inap 314	Lampu TL	18	4	24	1,73
		Lampu LED	12	1	24	0,29
16.	R inap 315	Lampu TL	18	5	24	2,16
		Lampu LED	12	1	24	0,29
17.	Ruang Nifas	Lampu TL	18	8	24	3,46
18.	Koridor	Lampu	18	4	24	1,73

		TL				
19.	Toilet pria	Lampu LED	12	2	24	0,58
20.	Toilet wanita	Lampu LED	12	2	24	0,58
Total						34,56

4.13 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan pada lantai 4

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	Jumlah	Waktu (Jam)	Energi (kWh)
1.	Aula	Lampu LED	45	2	8	0,72
		Lampu LED	12	9	8	0,86
2.	Loundry	Lampu TL	18	4	12	0,86
3.	Nurse stasion poly	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
4.	R inap 401	Lampu TL	18	2	24	0,86
		Lampu LED	12	1	24	0,29
5.	R inap 402	Lampu LED	12	6	24	1,73
6.	R inap 403	Lampu TL	18	2	24	0,86
		Lampu LED	12	1	24	0,29
7.	R inap 404	Lampu TL	18	1	24	0,43

		Lampu LED	12	2	24	0,58
8.	R inap 405	Lampu TL	18	2	24	0,86
9.	R inap 406	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
10.	R inap 407	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
11.	R inap 408	Lampu TL	18	2	24	0,86
		Lampu LED	12	1	24	0,29
12.	R inap 409	Lampu TL	18	3	24	1,30
		Lampu LED	12	1	24	0,29
13.	Koridor	Lampu TL	18	4	24	1,73
14.	Toilet pria	Lampu LED	12	2	24	0,58
15.	Toilet wanita	Lampu LED	12	2	24	0,58
Total						18,72

Berdasarkan hasil perhitungan setiap ruangan dari mulai lantai 1-4 dapat dilihat penggunaan energi listrik sistem pencahayaan dalam satu bulan adalah 112,03kWh x 30 Hari = 3.361,14 kWh/Bulan

4.2.3 Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya

4.14 Konsumsi energi listrik Peralatan Listrik Lainnya pada lantai 1

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
.1	Pos Satpam	Tv LED	55	1	12	0,66
		Dispenser	350	1	24	8,40
		Komputer	65	1	24	1,56
2.	Administrasi	Komputer	65	1	24	1,56
		Dispenser	350	1	24	8,40
3	Radiology	Komputer	65	1	24	1,56
		Xray	1500	1	12	18
		Dispenser	350	1	24	8,40
4.	Kasir	Komputer	65	1	24	1,56
		Kipas	55	1	12	0,66
		Printer Lx-310	27	1	24	0,65
5	Farmasi	Komputer	65	2	24	3,12
		Dispenser	350	1	24	8,40
		Kulkas	95	2	24	4,56
6	Nurse stasion poly	Komputer	65	2	24	3,12
		Dispenser	350	1	24	8,40
7	Poly anak	Komputer	65	1	12	0,78
		Dispenser	350	1	24	8,40
		Kulkas mini	60	1	24	1,44
8	Poly paru	Komputer	65	1	8	0,52
		Kipas	55	2	8	0,88
		Dispenser	350	1	24	8,40
		Kipas	55	1	8	0,44

		Foto torax	9	1	8	0,07
		Exsos	25	4	8	0,80
9	Poly obgyn	Tv LED	55	1	8	0,44
		Komputer	65	1	8	0,52
10	Poly bedah	Komputer	65	1	8	0,52
11	Poly penyakit dalam	Komputer	65	1	8	0,52
12	Poly kulit kelamin, saraf, dan kejiwaan	Komputer	65	1	8	0,52
13	Lab	Printer	10	1	24	0,24
		Komputer	65	1	24	1,56
		Dispenser	350	1	24	8,40
		Kulkas darah	410	1	24	9,84
		Kulkas showcase gea	180	1	24	4,32
		Kulkas prizzer gea	100	1	24	2,40
14	Ruang jenazah	Dispenser	350	1	24	8,40
15	Ruang gizi	Open mikrowipe	900	1	8	7,20
		Kulkas showcase	180	1	24	4,32
		Kulkas prizer daging	80	1	24	1,92
		Rice cooker	400	1	12	4,80
16	BPJS	Dispenser	350	1	8	2,80

		Komputer	65	1	8	0,52
17	Rekam medik	Komputer	65	1	24	1,56
		Printer	10	1	24	0,24
		Sound sistem	150	1	24	3,60
		Dispenser	350	1	24	8,40
18	IGD	Kipas angin	35	1	24	0,84
		Dispenser	350	2	24	16,80
		Komputer	65	3	24	4,68
		Kulkas mini	90	1	24	2,16
		Printer lx-310	27	1	24	0,65
		Printer argox	20	1	24	0,48
		Infant warmer	600	1	20	12,00
		DC Shock	100	1	20	2,00
		Total				

4.15 Konsumsi energi listrik Peralatan Listrik Lainnya pada lantai 2

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
1.	Ruang Server	Tv LED	45	1	12	0,54
		Dispenser	350	1	24	8,4
		Komputer	65	1	24	1,56
		Mesin server Komputer	12	1	24	0,288

		Server cctv	12	1	24	0,288
2.	Icu	Komputer	65	1	24	1,56
		Dispenser	350	1	24	8,4
		Ventilator	45	3	24	3,24
		Dc shock	100	1	12	1,2
		Suction 2 tabung	180	3	24	12,96
		Monitor pasien	80	4	12	3,84
3.	Koridor ok	Komputer	65	1	12	0,78
		Dispenser	350	1	24	8,4
4.	Recovery	Dispenser	350	1	24	8,4
5.	Ruang Dokter	Tv LED	55	1	12	0,66
		Dispenser	350	1	24	8,4
6.	Ruang ok	Lampu oprasi	150	2	12	3,6
		Invant warmer	600	1	12	7,2
		Suction 2 tabung	180	1	12	2,16
7.	CSSD	Sterilisator kecil	300	1	12	3,6
		Sterilisator besar	600	1	12	7,2
		Dispenser	350	1	12	4,2
8.	Kabag umum	Komputer	65	1	12	0,78
		Kulkas	95	1	12	1,14

9.	Rektorat	Dispenser	350	1	12	4,2
		Komputer	65	1	12	0,78
10.	Keuangan	Kulkas mini	60	1	24	1,44
		Tv LED	55	1	8	0,44
		Komputer	65	3	12	2,34
		Printer	10	3	12	0,36
		Epson lx-310	27	3	12	0,972
		Dispenser	350	1	24	8,4
11.	Asistensi	Komputer	65	2	12	1,56
		Tv LED	135	1	12	1,62
12.	Ruang bersalin	Kipas	55	1	24	1,32
		Dispenser	350	1	24	8,4
		Kulkas showcase besar	350	1	24	8,4
		Komputer	65	1	24	1,56
		Suction 2 tabung	180	1	24	4,32
		Monitor pasien	80	2	24	3,84
13	Ruang Bayi	Komputer	65	1	24	1,56
		Dispenser	350	1	24	8,40
		Kulkas	90	2	24	4,32
		Infant warmer	600	1	24	14,40

		Monitor pasien	180	2	8	2,88
		Suction 2 tabung	80	1	8	0,64
Total						180,95

4.16 Konsumsi energi listrik Peralatan Listrik Lainnya pada lantai 3

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu \\\(jam)	Energi (kwh)
1.	Manajemen	Kulkas mini	60	1	24	1,44
		Komputer	65	15	12	11,7
		Dispenser	350	1	24	8,4
2.	Nurse station poly	Komputer	65	2	24	3,12
		Printer	10	1	24	0,24
		Dispenser	350	3	24	25,2
		Kulkas showcase	180	1	24	4,32
		Tv LED	55	1	24	1,32
		Kipas angin	55	2	12	1,32
		Lampu baca foto toraks	9	1	24	0,216
3.	R inap 301	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
4.	R inap 302	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
5.	R inap 303	Tv LED	55	1	12	0,66
6.	R inap 304	Tv LED	55	1	12	0,66
7.	R inap 305	Tv LED	55	1	12	0,66

8.	R inap 306	Tv LED	55	1	12	0,66
9.	R inap 307	Tv LED	55	1	12	0,66
10.	R inap 308	Tv LED	55	1	12	0,66
11.	R inap 309	Tv LED	55	1	12	0,66
12.	R inap 311	Tv LED	55	1	12	0,66
		Dispenser	350	1	24	8,4
13	R inap 312	Tv LED	55	1	12	0,66
		Dispenser	350	1	24	8,4
14.	R inap 313	Tv LED	55	1	12	0,66
15.	R inap 314	Tv LED	55	1	12	0,66
16.	R inap 315	Tv LED	55	1	12	0,66
17.	Ruang nifas	Tv LED	55	1	12	0,66
		Dispenser	350	2	24	16,8
		Komputer	65	2	12	1,56
		Kulkas	95	1	24	2,28
Total						121,42

4.17 Konsumsi energi listrik Peralatan Listrik Lainnya pada lantai 4

No	Lokasi	Beban	Daya (watt)	jumlah	Waktu (jam)	Energi (kwh)
1.	Aula	Sound sistem	150	1	4	0,6
2.	Loundry	Mesin cuci	206	3	8	4,944
		Dispenser	350	1	24	8,4
		Kipas angin	55	1	12	0,66
		Setrika	250	1	12	3
3.	Nusre stasion	Tv LED	55	1	24	1,32

	poly	Dispenser	350	1	24	8,4
		Komputer	65	2	24	3,12
		Kulkas	95	1	24	2,28
		Printer	10	1	24	0,24
4.	R inap 401	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
5.	R inap 402	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
6.	R inap 403	Dispenser	250	1	24	6
		Tv LED	55	1	12	0,66
7.	R inap 404	Dispenser	350	1	24	8,4
8.	R inap 405	Tv LED	55	1	12	0,66
		Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
9.	R inap 406	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
10.	R inap 407	Dispenser	350	1	24	8,4

		Tv LED	55	1	12	0,66
11.	R inap 408	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
12.	R inap 409	Dispenser	350	1	24	8,4
		Tv LED	55	1	12	0,66
Total						112,10

Berdasarkan hasil perhitungan setiap ruangan dari mulai lantai 1-4 dapat dilihat penggunaan energi listrik sistem pencahayaan dalam satu bulan adalah 627,86 kWh x 30 Hari = 18.835,8 kWh/Bulan

4.3 Intensitas Konsumsi Energi di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan salah satu cara perhitungan untuk mengetahui kebutuhan pemakaian energi suatu gedung rumah sakit, yaitu dengan cara kWh konsumsi energi listrik pencahayaan, AC, dan peralatan listrik lainnya dalam waktu satu bulan di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara dibagi luas keseluruhan lantai gedung.

4.3.1 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Ber AC

Tabel 4. 18 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Ber AC

No	Lokasi	KONSUMSI ENERGI (kWh / bulan)			Jumlah (kWh)	Luas (m ²)
		Pencahayaan	AC	Beban Lainnya		
1.	Lantai 1	17,72	311,04	163,3	492,06	458,9
2.	Lantai 2	25,11	564,4	171,77	761,28	515,8
3.	Lantai 3	30,13	485,04	85,68	600,85	633,05
4.	Lantai 4	13,4	192,72	79,74	285,86	213,16

Total	86,36	1.553,20	500,49	2.140,05	1.820,91
--------------	--------------	-----------------	---------------	-----------------	-----------------

Berdasarkan hasil perhitungan analisa intensitas konsumsi energi (IKE) gedung ber AC dengan penggunaan energi listrik selama 30 hari kerja diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{BER AC}}{\text{Luas lantai BER AC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{total konsumsi energi (kwh)} - \text{konsumsi AC (kwh)}}{\text{Luas lantai total (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{1.553,20}{1.820,91} + \frac{2.293,098 - 1.553,20}{2.671,63} \\
 &= 33,8 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan IKE gedung ber AC diperoleh sebesar 33,8 kwh/bulan.dengan mengacu pada standart nilai IKE kategori “sangat boros”

4.3.2 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Tidak Ber AC

Tabel 4. 19 Intensitas Konsumsi Energi Gedung Ber AC

No	Lokasi	Konsumsi Energi (kWh/bulan)		Jumlah kWh	Luas m ²
		Pencahayaan	Beban Lainnya		
1.	Lantai 1	11,46	53,798	65,258	229
2.	Lantai 2	4,4	9,18	13,58	145,93
3.	Lantai 3	4,48	4,48	8,96	220
4.	Lantai 4	5,34	32,26	37,7	210,8
Total		25,68	98,818	125,498	805,73

Berdasarkan hasil perhitungan analisa intensitas konsumsi energi (IKE) gedung ber AC dengan penggunaan energi listrik selama 30 hari kerja diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{IKE tidak Ber AC} &= \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)} - \text{total konsumsi ac (kWh)}}{\text{Luas Lantai total (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{2.293,098 - 1.553,20}{2.671,63} \\
 &= 0,27 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

$$= 0,27 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 8,3 \text{ kWh/m}^2 / \text{bulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan IKE gedung tidak ber AC diperoleh sebesar 8,3 kwh/bulan.dengan mengacu pada standart nilai IKE kategori “sangat Boros”.

4.3.3 Intensitas Konsumsi Energi Listrik Gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara

Tabel 4. 20 Intensitas Konsumsi energi Gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara

No	Lokasi	KONSUMSI ENERGI (kWh / bulan)			Jumlah (kWh)	Luas (m ²)
		Pencahayan	AC	Beban Lainnya		
1.	Lantai 1	29,26	311,04	213,39	553,69	751,9
2.	Lantai 2	29,498	564,4	180,95	774,848	661,73
3.	Lantai 3	34,56	485,04	121,42	641,02	834,04
4.	Lantai 4	18,72	192,72	112,1	323,54	423,96
Total		112,038	1.532,20	627,86	2.293,098	2.671,63

Berdasarkan hasil analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) RSU Muhammadiyah Sumatera Utara dengan penggunaan efektif energi listrik selama 1 bulan (30 hari kerja), diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{IKE} = \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)}}{\text{Luas Total m}^2}$$

$$= \frac{2.293,098}{2.671,63}$$

$$= 0,85 \text{ kWh /hari}$$

$$= 0,85 \times 30 \text{ hari}$$

$$= 25,7 \text{ kWh/bulan}$$

Dari hasil perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) gedung Rumah Sakit Umum Muhammadiyah Sumatera Utara diperoleh nilai IKE sebesar 25,7 kwh/bulan.dengan mengacu pada standart IKE berada pada kategori “boros”.

4.4 Analisis Sistem Tata Udara

analisis sistem tata udara bertujuan untuk mengetahui kebutuhan AC yang sesuai dengan ukuran ruangan dengan menggunakan standar British Thermal Unit/hour (BTU/h). Untuk menentukan kapasitas AC terhadap ruangan dapat dihitung menggunakan standar BTU/h.

$$BTU = \frac{p \times t \times l \times i \times e}{60}$$

Dimana =

BTU = British Thermal Unit (BTU/Hour)

p = panjang ruangan dalam feet (1meter = 3,28 feet)

l = lebar ruangan dalam feet

t = tinggi ruangan dalam feet

i = nilai 10 jika ruangan berinsulasi (terhimpit oleh ruangan lain atau berada di bawah lantai

= nilai 18 ruangan yang tidak berinsulasi (ruangan lantai atas)

= nilai 16 jika dinding terpajang menghadap ke utara

e = nilai 17 jika dinding terpanjang menghadap ke timur

= nilai 18 jika dinding terpanjang menghadap ke selatan

= nilai 20 jika dinding terpanjang menghadap ke barat

Di ambil salah satu sample pada ruangan poly bedah :

$$BTU = \frac{p \times t \times l \times i \times e}{60}$$

$$BTU = \frac{13,12 \times 8,2 \times 9,84 \times 10 \times 18}{60}$$

$$= 3.175 \text{ BTU/h}$$

Untuk kapasitas AC Daikin Thailand 1 PK setara dengan 9.000 BTU/h maka PK AC yang dibutuhkan adalah: 3.175 BTU/h atau setara dengan ½ PK. Maka untuk menentukan kapasitas AC yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 21 Kapasitas AC yang di butuhkan di lantai 1

NO	Lokasi	Terpasang		Di butuhkan		Keterangan
		Pk	Btu/h	Pk	Btu/h	
1.	Radiology	2	18.000	1	6.175	Melebihi

2.	Farmasi	2	18.000	1,5	12.497	Melebihi
3.	Nurse station	1	9.000	1/2	4.502	Melebihi
4.	Poly anak	1	9.000	1	8.998	Sesuai
5.	Poly paru	1	9.000	1,5	10.073	Kurang
6.	poly obgyn	1	9.000	1	8.998	sesuai
7.	Poly bedah	1	9000	1/2	2823	Melebihi
8.	Poly penyakit dalam	1	9000	1/2	2823	Melebihi
9.	Poly kulit kelamin, saraf dan kejiwaan	1	9000	1/2	2823	Melebihi
10.	Lab	1	9000	1	8998	Sesuai
11.	BPJS	2	18000	1,5	10.586	Melebihi
12	Rekam medik	2	18000	1,5	12.044	Melebihi
13.	Igd	4	36000	3,5	31.757	Melebihi

Tabel 4. 22 Kapasitas AC yang di butuhkan di lantai 2

NO	Lokasi	Terpasang		Dibutuhkan		Keterangan
		PK	BTU/h	PK	BTU/h	
1.	Mushola	1	9000	1	7.939	sesuai
2.	Ruang server	1	9000	1/2	6.748	Melebihi
3	Icu	8	72.000	4	36.552	Melebihi
4	Recovery room	1	9000	1	8998	Sesuai

5	Ruang dokter	1	9000	1,5	11.443	Kurang
6	Ruang ok	4	36000	1,5	12.703	Melebihi
7	CSSD	1	9000	1,5	10.198	Kurang
8	Kabag umum	2	18000	2,5	23.109	Kurang
9.	Rektorat	1	9000	1	7.132	Sesuai
10	Keuangan	2	18000	1,5	10.393	Melebihi
11.	Asistensi	1	9000	1,5	11.779	Kurang
12.	Ruang bersalin	2	18000	5,5	48.440	Kurang
13.	Ruang bayi	2	18000	3	25.645	Kurang

Tabel 4. 23 Kapasitas AC yang di butuhkan di lantai 3

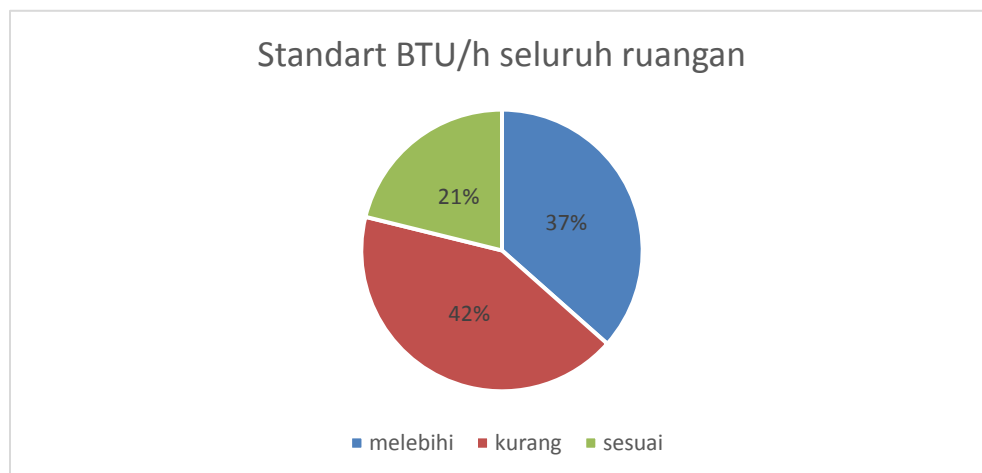
NO	Lokasi	Terpasang		Dibutuhkan		Keterangan
		PK	BTU/h	PK	BTU/h	
1.	Manajemen	5	45000	5,5	45.351	Kurang
2.	Ruang 301	1	9000	2	17.563	Kurang
3	Ruang 302	1	9000	1,5	9.757	Kurang
4.	Ruang 303	1	9000	2	17.563	Kurang
5.	Ruang 304	1	9000	2	17.563	Kurang
6.	Ruang 305	2	18000	2	17.496	Sesuai
7.	Ruang 306	1	9000	1,5	15.747	kurang
8.	Ruang 307	1	9000	1,5	15.747	kurang
9.	Ruang 308	2	18000	2	17.496	Sesuai
10.	Ruang 309	2	18000	3,5	31.494	Kurang
11.	Ruang 311	1	9000	1	6.647	sesuai
12.	Ruang 312	1	9000	1/2	4.965	Melebihi
13.	Ruang 313	2	18000	2,5	23.198	Kurang
14.	Ruang 314	2	18000	2	17.398	Sesuai

15.	Ruang 315	2	18000	2	16.113	Sesuai
16.	Ruang nifas	1	9000	3	25.520	Kurang

Tabel 4. 24 Kapasitas AC yang di butuhkan di lantai 4

NO	Lokasi	Terpasang		Dibutuhkan		Keterangan
		PK	BTU/h	PK	BTU/h	
1.	Aula	4	36000	3	25.407	Melebihi
2.	Ruang 401	1	9000	1,5	12.187	Kurang
3	Ruang 402	1	9000	1/2	6.770	Melebihi
4	Ruang 403	1	9000	1,5	12.187	Kurang
5	Ruang 404	1	9000	1,5	10.143	Kurang
6	Ruang 405	1	9000	1/2	3.692	melebihi
7	Ruang 406	1	9000	1,5	9.066	Kurang
8	Ruang 407	1	9000	1,5	9.066	Kurang
9	Ruang 408	1	9000	1/2	4965	Melebihi
10	Ruang 409	1	9000	1/2	6.647	Melebihi

Dari tabel perbandingan kapasitas AC yang dibutuhkan setiap ruangan diatas yang memenuhi standar British Thermal Unit hour (BTU/h) dari 52 ruangan hanya 11 ruangan yang sesuai standar, 19 ruangan melebihi standar, dan 22 ruangan kurang atau dibawah standar yang telah ditetapkan. Jika digambarkan dalam bentuk pie chart akan diperoleh hasil seperti berikut:



Gambar 4.2 persentase BTU/h seluruh ruangan ber AC

4.5 Analisis Sistem Penerangan Ruangan

Tabel 4. 25 Tingkat Pencahayaan di lantai 1

No.	Lokasi	Intensitas cahaya (lux)		keterangan
		Pengukuran	Standart SNI	
1	Pos satpam	312	250	Melebihi
2	Administrasi	183	200	Kurang
3	Radiology	465	500	Kurang
4	Kasir	137	250	Kurang
5	Koridor	79	100	Kurang
6	Farmasi	176	350	Kurang
7	Nurse station poly	120	350	Kurang
8	Poly anak	50	250	Kurang
9	Poly paru	120	250	Kurang
10	Poly obgyn	50	250	Kurang
11	Poly bedah	105	250	Kurang
12	Poly penyakit dalam	105	250	Kurang
13	Poly kulit kelamin, saraf, dan kejiwaan	105	250	Kurang
14	Lab	174	500	Kurang
15	Ruang jenazah	110	350	Kurang
16	Ruang gizi	60	350	Kurang
17	BPJS	186	350	Kurang
18	Rekam medis	286	500	Kurang
19	IGD	354	500	Kurang
20	Ruang panel	174	150	Melebihi
21	Ruang genset	85	150	Kurang

22	Toilet Pria	263	200	Melebihi
23	Toilet wanita	263	200	Melebihi

Tabel 4. 26 Tingkat Pencahayaan di lantai 2

No.	Lokasi	Intensitas cahaya (lux)		keterangan
		Pengukuran	Standart SNI	
1	Koridor lux	168	100	Melebihi
2	Mushola	225	200	Sesuai
3	R. Server	168	150	Sesuai
4	ICU	252	500	Kurang
5	Koridor ok	77	100	Kurang
6	Recovery	122	350	Kurang
7	Ruang dokter	330	350	Kurang
8	Ruang Ok	330	500	Kurang
9	Cssd	80	300	Kurang
10	Kabag umum	180	350	Kurang
11	Rektorat	173	300	Kurang
12	Keuangan	233	300	Kurang
13	Asistensi	173	300	Kurang
14	Ruang bersalin	258	500	Kurang
15	Ruang bayi	248	500	Kurang
16	Toilet pria	263	200	Melebihi
17	Toilet wanita	263	200	Melebihi

Tabel 4. 27 Tingkat Pencahayaan di lantai 3

No.	Lokasi	Intensitas cahaya (lux)		keterangan
		Pengukuran	Standart SNI	
1.	Manajemen	180	350	Kurang
2.	Nurse station poly	220	350	Kurang

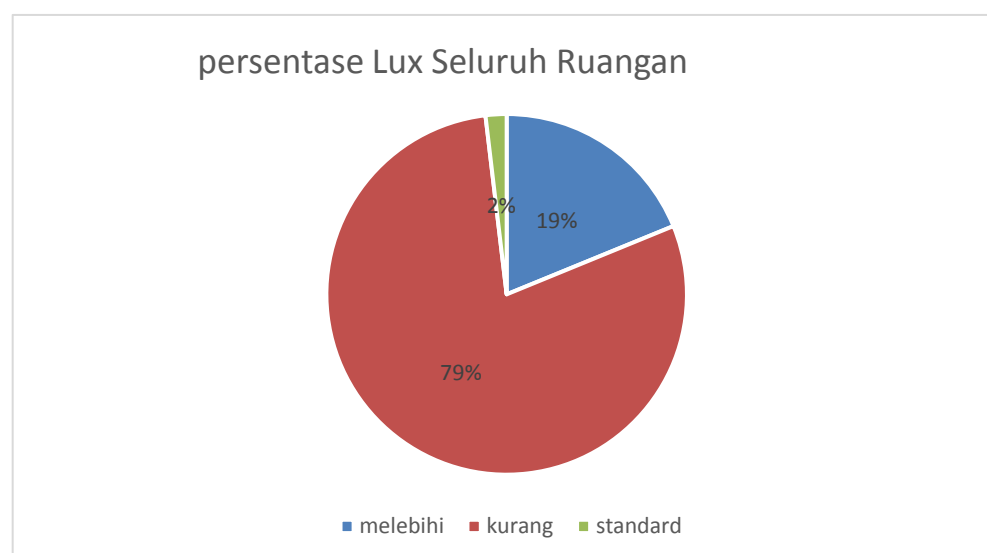
3.	R inap 301	158	250	Kurang
4.	R inap 302	158	250	Kurang
5.	R inap 303	46	250	Kurang
6.	R inap 304	246	250	Kurang
7.	R inap 305	71	250	Kurang
8.	R inap 306	148	250	Kurang
9.	R inap 307	150	250	Kurang
10.	R inap 308	71	250	Kurang
11.	R inap 309	308	250	Melebihi
12.	R inap 311	137	250	Kurang
13.	R inap 312	130	250	Kurang
14.	R inap 313	78	250	Kurang
15.	R inap 314	395	250	Melebihi
16.	R inap 315	90	250	Kurang
17.	Nurse nifas	101	350	Kurang
18.	koridor	106	150	Kurang
19.	Toilet pria	263	200	Melebihi
20.	Toilet wanita	263	200	Melebihi

Tabel 4. 28 Tingkat Pencahayaan di lantai 4

No.	Lokasi	Intensitas cahaya (lux)		keterangan
		Pengukuran	Standart SNI	
1.	Aula	256	350	Kurang
2.	Loundry	267	200	Melebihi
3.	Nurse station poly	220	350	Kurang
4.	R inap 401	230	250	Kurang
5.	R inap 402	230	250	Kurang
6.	R inap 403	256	250	Sesuai
8.	R inap 404	165	250	Kurang

9.	R inap 405	80	250	Kurang
10.	R inap 406	230	250	Kurang
11.	R inap 407	243	250	Kurang
12.	R inap 408	130	250	Kurang
13.	R inap 409	137	250	Kurang
14.	Koridor lorong	106	150	Kurang
15.	Toilet pria	263	200	Melebihi
16.	Toilet wanita	263	200	Melebihi

Dari tabel perbandingan tingkat pencahayaan di atas yang memenuhi SNI dari 76 ruangan hanya 3 yang sesuai standard, 14 ruangan melebihi standard dan



59 ruangan kurang atau di bawah standard yang telah ditetapkan jika digambarkan dalam bentuk pie chart akan di peroleh hasil seperti berikut :

Gambar 4.3 Persentase Standart Lux ruangan RSU Muhammadiyah Sumatera Utara

sistem pencahayaan RSU Muhammadiyah Sumatera Utara masih banyak yang kurang dari nilai pengukuran yang telah di tetapkan oleh SNI Dengan persentase 79% ruangan yang ada di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara dari standard. 19% ruangan yang ada di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara melebihi dari standard. Dan hanya 2 % ruangan yang ada di RSU

Muhammadiyah Sumatera Utara sesuai dengan SNI.

4.6 Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)

Hasil dari analisa data konsumsi energi listrik pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara, mengkonsumsi energi listrik yang mencakup mencakup beban sistem pendingin ruangan sebesar 46.596 kwh/bulan, beban energi listrik penerangan ruangan sebesar 3.361,14 kwh / serta beban konsumsi energi listrik lainnya sebesar 18.835,8 kwh /bulan.

4.6.1 Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)

Seluruh sistem pendingin ruanga yang terpasang pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara sebanyak 71 unit dengan kapasitas AC Split 1 PK. Cara melakukan peluang hemat energi adalah dengan pengurangan kapasitas AC yang melebihi standart BTU/h.

Tabel 4. 29 PHE Sistem Pendingin Ruangan

no	lokasi	kapasitas ac berlebih			Kapasitas Ac Kurang		
		BTU/h	pk	watt	BTU/h	Pk	Watt
1	lantai 1	57.977	6,5	5590	1073	½	430
2	lantai2	68.604	8	6880	41969	4,5	3956
3	lantai 3	4.035	1,5	1290	75537	8	6880
4	lantai 4	22.289	2,5	2150	25519	3	2580
total		152.905	18,5	15.910	144.098	16	13846

Hasil analisis PHE pada pendingin ruangan dapat dilihat kapasitas AC melebihi standart BTU/h pada setiap ruangan dari gedung lantai 1 lantai 4 sebesar 152.905(BTU/h), 18,5 (PK), 15.910(W).

Tabel 4. 30 Konsumsi Energi AC Setelah PHE

No	Daya (watt)	Waktu (jam)	Energi (kWh/hari	Hari kerja	Jumlah Kwh/Bulan
1	15,910	24	381,84	30	11.455,2

Dari hasil Peluang Hemat Energi pada (PHE) konsumsi energi AC pada tabel mulai dari gedung lantai 1-4 dapat dilihat energi listrik yang dapat di hemat sebesar 11.455,2 kWh/bulan. Biaya listrik dalam 1 bulan (30 hari kerja) ialah $11.455,2 \times \text{Rp. } 1.522,88 = 17.549.327,-$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa biaya pembayaran listrik per bulan dengan pengurangan kapasitas AC sesuai standart BTU/h Lebih hemat.

4.6.2 Nilai IKE Setelah PHE

Setelah dilakukan Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem tata udara maka dilakukan perhitungan kembali nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk mengetahui nilai IKE pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara.

Perhitungan IKE setelah dilakukan PHE:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total konsumsi energi sebelum PHE (kWh)} - \text{penghematan AC (kWh)}}{\text{Luas total m}^2} \\
 &= \frac{68.792,94 - 11.455,2}{2.617,63} \\
 &= 21,90 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara setelah dilakukanya Peluang Hemat Energi dari yang awalnya energi di konsumsi sebesar 68.792,94 kWh/m²/bulan menjadi 57.337,74 kWh/m²/bulan setelah dilakukan PHE pada sistem pendingin ruangan (AC). Kemudian nilai IKE dihitung kembali diperoleh nilai IKE sebesar 21,90 kWh/m²/bulan, berada pada kategori ” efisien”.

4.6.3 Estimasi Biaya Pembayaran Listrik

Dari hasil penghitungan intensitas konsumsi Energi (IKE) Total dapat diketahui pembayaran listrik pada gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara dalam 1 bulan (30 Hari kerja) sebagai berikut

1. Biaya pembayaraan listrik perbulan sebelum PHE
 - = kWh total x rata rata tarif dasar listrik
 - = $68.792,94 \times \text{Rp. } 1.522,88$
 - = Rp. 104.763.392,-

2. Biaya pembayaran listrik perbulan sesudah PHE

$$\begin{aligned}
 &= \text{kWh total} - \text{kWh penghematan AC} \times \text{rata rata tarif dasar listrik} \\
 &= 68.792,94 - 11.455,2 \times \text{Rp. } 1.522,88 \\
 &= 57.337,74 \times \text{Rp. } 1.522,88 \\
 &= \text{Rp. } 87.318.497,-
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 31 selisih pembayaran listrik sebelum dan sesudah PHE

SEBELUM PHE	Rp. 104.763.392,-
SESUDAH PHE	Rp. 87.318.497,-
SELISIH	Rp. 17.444.895,-

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis Intensitas konsumsi energi yang telah dilakukan pada gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara maka dapat ditarik kesimpulan

1. Konsumsi energi listrik di gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara dalam sebulan adalah 68.792,94 kWh. Dan biaya yang harus di bayarkan dalam sebulan sebesar Rp. 104.763.392,- dari luas bangunan $2.671,63 \text{ m}^2$ maka
2. Diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 25,7 kWh /bulan. Dengan demikian RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara termasuk dalam kategorikan “Boros”
3. Terdapat potensi penghematan energi pada sistem tata udara, yaitu dengan cara mengurangi kapasitas AC yang melebihi standar BTU/h. Total dari kesuluruhan AC sebesar 46.596 kWh/m²/bulan. Setelah dilakukan Penggantian dengan AC yang di rekomendasikan, perbulannya didapatkan penghematan sekitar 11.455,2 kWh/bulan.

5.2 Saran

Dari hasil analisis Intensitas Konsumsi Energi pada Gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara didapatkan beberapa saran yaitu :

1. Pada penelitian selanjutnya di sarankan untuk menambah beberapa metode sebagai dasar dalam melakukan efisiensi energi listrik agar dapat dibandingkan dengan metode perhitungan yang lainnya sebagai standar dalam menentukan efisiensi dan penghematan dalam penggunaan energi listrik seperti :
 - a) Penerapan Sistem Manajemen Energi Berbasis IoT (Internet of Things):
Disarankan penggunaan sensor pintar untuk memantau konsumsi energi secara real-time di tiap ruangan, seperti smart meter, sensor suhu dan kelembapan, serta occupancy sensor. Data ini dapat digunakan untuk

pengendalian otomatis perangkat listrik (AC, lampu) sesuai kebutuhan.

b) Pemanfaatan Teknologi Smart Ac dan Smart Lighting

Mengganti sistem pendingin dan pencahayaan konvensional dengan sistem berbasis *smart control* yang dapat diatur otomatis melalui aplikasi, serta memiliki fitur pengaturan daya rendah saat tidak digunakan atau saat suhu optimal telah tercapai.

2. Saran dalam perbaikan dan penghematan energi listrik

- a) Melakukan pemeliharaan secara teratur terhadap beban-beban listrik.
- b) Meningkatkan efisiensi energi pada Sistem Tata Udara (AC) dengan mengurangi kapasitas AC sesuai standar British Thermal Unit Hour (BTU/h)
- c) Melakukan evaluasi intensitas pencahayaan (lux) di setiap ruangan dengan standart SNI agar mencapai efisiensi pencahayaan, karna mempengaruhi kenyamanan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. P. Purbaningrum, “Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan,” *Media Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 26–33, 2014.
- [2] N. A. Basyarach, I. Aula Wardah, P. Slamet, D. Aris, and H. Andriawan, “CYCLOTRON : Jurnal Teknik Elektro Analisis dan Efisiensi Pemakaian Energi Listrik di CV. Wana Indo Raya Lumajang,” 2023.
- [3] N. A. Purnami, R. Arianti, and P. Setiawan, “Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta,” *Avitec*, vol. 4, no. 2, p. 225, 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1325.
- [4] T. Sukisno and N. Yuniarti, “TINGKAT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FT UNY: SEBUAH UPAYA MENUJU ISO 50001.”
- [5] F. Bernadiktus and A. Hamzah, “ANALISA EVALUASI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI MELALUI AUDIT ENERGI LISTRIK DI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS RIAU,” 2016.
- [6] A. Effendi and Miftahul, “Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di Rsj.Prof.Hb.Saanin Padang,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 5, no. 2, pp. 103–107, 2016.
- [7] S. Yadi Mulyadi, Anggi Rizki, *ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI GEDUNG FPMIPA JICA UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA*. Bandung: Jurnal.upi, 2013.
- [8] Sulistyowati, “AUDIT ENERGI UNTUK EFISIENSI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK,” 2012.
- [9] M. Marwiyah Nst, “Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Listrik Di Kapal,” *J. Marit. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 534–540, 2023, doi: 10.54196/jme.v5i2.113.
- [10] M Yasir Pohan, “Analisis Penggunaan Energi Listrik Di Rumah Sakit Islam Malahayati Medan,” 2022.
- [11] R. Fadhilah, F. T. Pertanian, and U. Andalas, *Analisis Konsumsi Energi*

Pada Proses. 2019.

- [12] A. Firnanda and H. Ardiansyah, “Analisis Kebutuhan Daya Listrik Di Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat,” *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–66, 2020, doi: 10.38038/vocatech.v2i1.41.
- [13] D. P. Alfauzi, A. G. Permana, and A. Novianti, “Rancang Bangun Alat Perbaikan Faktor Daya Listrik Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler,” *eProceedings Appl. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 3086–3094, 2019.
- [14] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, “Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik,” *J. Teknologi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [15] A. Razikin, “Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi)”.
- [16] Nula Rusdiana, *AUDIT PENCAHAYAAN PADA RUMAH SAKIT TIPE C RSUD dr. R SOETRASNO REMBANG*. MAGELANG: universitas Tidar, 2021.
- [17] S. Fatma, D. Putri, J. Materi, and F. Jmpf, “Analisis Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan dengan Menggunakan Aplikasi Smart Luxmeter Berbasis Android,” vol. 12, pp. 51–55, 2022.
- [18] M. Fahmi, A. Hermawan, F. Kurniawan, and K. Mahda, “Audit Energi dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik di Gedung Rumah Sakit,” vol. 10, no. 2, 2023.
- [19] A. Energi, U. Mencapai, and P. Penghematan, “Selamat riadi dan Erry Trigunadi,” vol. 7, no. 1, 2017.
- [20] L. Indra, P. S. Arsitektur, and F. Teknik, “Studi Mengenai Penghematan Energi Listrik di Area Umum Apartemen Eksekutif Menteng,” vol. 1, no. 2, pp. 69–80, 2021.
- [21] A. W. Biantoro and D. S. Permana, “Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten,” *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 24, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1186.
- [22] W. Wirawan, N. Hiron, and N. Busaeri, “Analisis Potensi Peluang Penghematan Konsumsi Energi Di Brits Hotel Karawang,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.37058/jeee.v2i1.2141.

- [23] A. Rahmawati, “EVALUASI KAPASITAS DAN KEBUTUHAN DAYA LISTRIK DAN UPAYA MENGHEMAT PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI SMP NEGERI 03 SUNGAI RAYA Anggun,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., 1967.
- [24] Muhammad Fahmi Hakim, Ahmad Hermawan, Fandi Kurniawan, And Kumala Mahda Habsari, “Audit Energi Dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik Di Gedung Rumah Sakit,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, Vol. 10, No. 2, Pp. 136–141, 2023, Doi: 10.33795/Elposys.V10i2.2522.
- [25] F. Husnayain, D. S. Himawan, A. R. Utomo, I. M. Ardita, and B. Sudiarto, “Analisis Perbandingan Kinerja Lampu LED , CFL , dan Pijar pada Sistem Penerangan Kantor,” vol. 6, no. 01, 2023.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Balasan Pengambilan Data



**RUMAH SAKIT UMUM
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Jl. Mandala By Pass No. 27 Medan Telp : 061 – 7348222 Fax : 061 – 7348822
email : rsu.muhammadiyahsumut27@gmail.com Website: www.rsu.muhammadiyahsumut.or.id

Nomor : 5494/II.6-AU/RSUMSU/F/2024
Lamp : -
Hal : **Izin Penelitian**

Medan, 02 Jumadil Akhir 1446 H
04 Desember 2024 M

Kepada Yth :
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Di-
Medan

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan Hormat, semoga kita semua tetap mendapat lindungan dari Allah SWT dan dalam keadaan sehat wal'afiat serta selalu sukses dalam menjalankan aktivitas dan tugas sehari-hari. Amin.

Menanggapi surat dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor: 2178/II.3.AU/UMSU-07/B/2024 hal: Pengambilan Data. Maka RSU Muhammadiyah Sumatera Utara memberikan izin penelitian kepada :

Nama : Wanda Ahmali Siregar
Npm : 2007220063
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Penelitian : Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan Listrik Pada RSU Muhammadiyah

Guna untuk penyelesaian Skripsi Mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian hal ini kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh


dr. Mohamad Rizki M.Kes, S.H., M.HKes

Tembusan Yth :
1. Tim Asistensi RSU. Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Arsip

Lampiran 2: Lembar Asistensi



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : WANDA AHMALI SIREGAR
 NPM : 2007220063
 Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
 Judul Tugas Akhir : "Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan Listrik Pada PT. Langkat Nusantara Kepong"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	15/3/2024	Buat bab 1 pada pengu.	[Signature]
2.	20/3/2024	Pembacaan Review hasil	[Signature]
3.	15/3/2024	Tipe pustaka pabayar	[Signature]
4.	26/3/2024	Bab II lanjut.	[Signature]
5.	1/5/2024	guruhan rancangan.	[Signature]
6.	5/5/2024	Pembacaan Tesis/monografi	[Signature]
7.	10/6/2024	Buat Bab III dan IV	[Signature]
		Acc seminar proposal	[Signature]
		[Signature]	[Signature]
		6-2024.	[Signature]

Mengetahui,
 Pembimbing I

[Signature]

Partaoman Harahap S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : WANDA AHMALI SIREGAR
NPM : 2007220063
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "evaluasi intensitas konsumsi energi listrik untuk penghematan listrik pada rsu muhammadiyah sumatera utara"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	4/11/2023	Belgit data yg didapat di RSO Rahabiyah	P.
2.	12/11/2023	partisi in bab 3 lept bab 4.	P.
3.	20/11/2023	bagian dari RSO	P.
4.	28/11/2023	bagian tabel partisi	P.
5.	3/12/2023	bagian data yg didapat	P.
6.	5/12/2023	bagian data pada bab	P.
7.	5/12/2023	Bagian partisi	P.
8.	4/3/2024	Pecahan bulat data partisi	P.

4-3-2024
Partaonan Harahap
Revisi

Mengetahui,
Pembimbing

Partaonan Harahap S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Wanda Ahmali Siregar
NPM : 2007220063
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan AC Pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	10/3-10/3	- perbaikan skripsi	f
2.	17/5-20/5	- cek kembali isi skripsi & isi ?	f
4.	19/3-20/3	- Dcc prolog. Lept. fild.	f

Mengetahui,
Pembimbing I

Partaonan Harahap S.T., M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama	: Wanda Ahmali Siregar
Tempat/Tanggal Lahir	: Suka Jadi / 03 Januari 2003
Jenis kelamin	: Laki - Laki
Umur	: 22 Tahun
Agama	: Islam
Status	: Belum Menikah
Tinggi Badan / Berat Badan	: 172 cm / 69 kg
Kewarganegaraan	: Indonesia
Alamat	: Dusun V Suka Jadi
No Hp	: 0821-6813-0094
Email	: wandaahmali56@gmail.com

Latar Belakang Pendidikan

TK AL-Hidayah	: Tahun 2007 - 2008
SDN 056012	: Tahun 2008 - 2014
SMPN 3 Hinai	: Tahun 2015 - 2017
SMAS Yapim Taruna Stabat	: Tahun 2018 - 2020
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Teknik Elektro	: Tahun 2020 - 2025

EVALUASI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK UNTUK PENGHEMATAN AC PADA RSU MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Email : wandaahmali56@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber energi yang melimpah dan bermacam-macam. Ironisnya, sumber-sumber energi tersebut tidak mampu digunakan untuk mencukupi kebutuhan warganya. Hal ini dikarenakan belum semua sumber energi dapat dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi intensitas konsumsi energi listrik di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara, khususnya pada sistem tata udara (AC), guna mengidentifikasi potensi penghematan energi. Metode yang digunakan meliputi analisis data konsumsi energi bulanan serta perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dengan membandingkan luas bangunan dan total konsumsi listrik. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsumsi listrik bulanan mencapai 68.792,94 kWh dengan biaya sebesar Rp. 104.763.392,-. Dari luas bangunan 2.671,63 m², diperoleh nilai IKE sebesar 25,7 kWh/m²/bulan, yang tergolong dalam kategori “Boros”. Evaluasi lebih lanjut mengungkapkan bahwa kapasitas AC melampaui standar BTU/h yang direkomendasikan, dengan total konsumsi energi sistem AC sebesar 46.596 kWh/bulan. Upaya penghematan dilakukan dengan mengganti AC berkapasitas berlebih menggunakan unit yang lebih efisien, menghasilkan penghematan sebesar 11.455,2 kWh/bulan. Kesimpulannya, pengoptimalan sistem AC berpotensi signifikan dalam mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kata kuncinya : Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Penghematan Energi, Sistem Tata Udara (AC). Konsumsi Listrik, Efisiensi Energi.

Abstract

Indonesia is a country that has abundant and varied energy sources. Ironically, these energy sources are not able to be used to meet the needs of its citizens. This is because not all energy sources can be managed properly. This study aims to evaluate the intensity of electricity consumption at the Muhammadiyah General Hospital of North Sumatra, especially in the air conditioning (AC) system, in order to identify potential energy savings. The methods used include analysis of monthly energy consumption data and calculation of Energy Consumption Intensity (IKE) by comparing the building area and total electricity consumption. The results of the analysis show that monthly electricity consumption reaches 68,792.94 kWh with a cost of Rp. 104,763,392,-. From a building area of 2,671.63 m², the IKE value is 25.7 kWh/m²/month, which is categorized as "Wasteful". Further evaluation revealed that the AC capacity exceeded the recommended BTU/h standard, with a total AC system energy consumption of 46,596 kWh/month. Saving efforts were made by replacing excess capacity ACs with more efficient units, resulting in savings of 11,455.2 kWh/month. In conclusion, optimizing the AC system has significant potential to reduce energy consumption and operational costs at the Muhammadiyah General Hospital of North Sumatra.

Keywords: Energy Consumption Intensity (IKE), Energy Saving, Air Conditioning System (AC). Electricity Consumption, Energy Efficiency.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber energi yang melimpah, namun pemanfaatannya masih belum optimal untuk memenuhi kebutuhan seluruh masyarakat. Pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk turut mendorong peningkatan konsumsi energi, terutama di sektor rumah tangga, industri, dan transportasi. Pemerintah merespons kondisi ini dengan menerbitkan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi sebagai upaya mengatasi krisis energi [1]. Sayangnya,

dominasi energi fosil yang mencapai 80% dari total konsumsi dan meningkatnya kebutuhan energi hingga 44% menempatkan Indonesia sebagai negara dengan konsumsi energi tertinggi di Asia Tenggara.

Sektor industri menjadi konsumen energi terbesar kedua setelah sektor transportasi, sehingga perlu dilakukan audit energi guna mencegah pemborosan dan memastikan penggunaan energi yang efisien. Salah satu metode yang digunakan adalah analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE),

yang mengukur efisiensi penggunaan energi dalam satuan kWh/m²/tahun atau kWh/m²/bulan. Evaluasi ini bertujuan mengidentifikasi tingkat efisiensi penggunaan energi di sebuah bangunan, sehingga dapat dirancang solusi penghematan energi secara sistematis dan tepat sasaran sesuai standar nasional [2].

RSU Muhammadiyah Sumatera Utara merupakan salah satu institusi dengan ketergantungan tinggi terhadap energi listrik untuk operasionalnya. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, efisiensi energi menjadi tanggung jawab bersama antara pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat. Oleh karena itu, penting dilakukan evaluasi terhadap intensitas konsumsi energi di RSU tersebut untuk mengetahui potensi penghematan, terutama dengan mengkaji penggunaan peralatan listrik yang berkontribusi besar terhadap konsumsi energi [3]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini disusun dengan judul: *“Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Untuk Penghematan Listrik Pada RSU Muhammadiyah Sumatera Utara.”*

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Relevan

Beberapa penelitian terdahulu terkait evaluasi Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menunjukkan pentingnya audit energi untuk mencapai efisiensi penggunaan listrik pada bangunan gedung. Salah satunya dilakukan oleh Fery Bernadiktus dan Amir Hamzah di Gedung Rektorat Universitas Riau, yang menghasilkan nilai IKE sebesar 4,93 kWh/m²/bulan untuk ruangan non-AC (masuk kategori sangat tidak efisien) dan 10,53 kWh/m²/bulan untuk ruangan ber-AC (kategori efisien)[4]. IKE sendiri adalah rasio antara konsumsi energi listrik total dengan luas bangunan, dinyatakan dalam kWh/m² per tahun, dan telah menjadi indikator efisiensi energi di berbagai negara, termasuk ASEAN dan APEC [5]. Audit energi juga dilakukan di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia, yang memiliki tagihan listrik tahunan sebesar Rp618 juta, sehingga dilakukan evaluasi intensitas konsumsi energi untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi (PHE) dan menganalisis letak pemborosan energi[6]. Audit energi bertujuan untuk memberikan potret menyeluruh tentang pemanfaatan energi, meliputi jenis, jumlah, kinerja peralatan, serta beban penggunaan, dan mencari solusi efisiensi tanpa mengurangi kenyamanan atau produktivitas. Salah satu aspek teknis pemborosan energi yang diidentifikasi adalah buruknya kualitas

daya listrik, seperti fluktuasi tegangan, ketidakseimbangan tegangan dan arus, serta faktor daya rendah yang berdampak pada rugi-rugi energi dan menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan[7].

B. Energi Listrik

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan Volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain [8]. Energi listrik merupakan energi yang berkaitan dengan perhitungan arus elektron yang dinyatakan dalam satuan Watt-Jam atau KiloWatt-Jam. Perpindahan energi listrik terjadi dalam bentuk aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektostatik melalui medan listrik yang dihasilkan oleh terkumpulnya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Total energi medan listrik ditambah dengan energi medan elektromagnetik, sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi[9]. energi hanya dapat berubah bentuk seperti energi mekanik berubah bentuk menjadi energi listrik serta energi listrik ini dapat digunakan dengan maksimal dimana contoh kegunaan energi listrik seperti penerangan, pemanas, motor-motor listrik dan lain-lain. Apabila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$P = w/t \dots\dots\dots$$

Dengan:

$$P = \text{Daya dalam watt}$$

$$w = \text{Energi dalam jam}$$

$$t = \text{Waktu dalam watt Watt jam (wathour = Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 watt digunakan selama 1 jam.}$$

C. Sistem Tenaga Listrik

Penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, memerlukan berbagai peralatan listrik untuk membentuk suatu sistem tenaga listrik dimana kebutuhan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah setiap waktu sehingga sistem tenaga listrik perlu terus ditingkatkan untuk

memenuhi kebutuhan listrik. Kemudian, diperlukan analisa dan evaluasi yaitu:

3. Bilamana, beberapa besar dan dimana perlu dibangun pusat listrik baru, GI baru serta saluran transmisi baru.
4. Menambah unit pembangkit dan menambah transformator dan lain-lain. Bilamana dan dimana saja perlu penggantian PMT dengan yang lebih besar sebagai konsekuensi dari butir a dan b [10].

D. Daya Listrik

Daya didefinisikan sebagai energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha, seperti panas, cahaya, mekanik, suara. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt[11]. Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detik. Satuan daya listrik adalah Watt. Di mana 1 Watt = 1 Joule/detik. Pada dasarnya daya listrik dibagi menjadi 3 yaitu :

- 1) Daya Nyata atau Daya Aktif (Watt)
- 2) Daya Semu (VA)
- 3) Daya Reaktif

E. Klasifikasi Beban Listrik

Peningkatan pembangunan di berbagai sektor turut mendorong berkembangnya penggunaan peralatan listrik dan elektronika yang kini telah menjadi kebutuhan primer. Namun, banyak peralatan tersebut bersifat induktif, sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan fase antara tegangan dan arus listrik yang mengalir[12].

a) Beban Penerangan Lampu

Pencahayaan merupakan elemen penting dalam ruangan karena memengaruhi kenyamanan dan produktivitas kerja. Menurut SNI 03-6575-2001, pencahayaan adalah jumlah cahaya yang jatuh pada suatu bidang, dan sistem pencahayaan yang baik harus mampu menyebarkan cahaya secara merata agar tidak mengganggu penglihatan[13]. Pencahayaan dibedakan menjadi dua, yaitu pencahayaan alami (sinar matahari) dan pencahayaan buatan (lampu), di mana pemanfaatan cahaya alami sangat dianjurkan untuk efisiensi

energi[14]. Pencahayaan buatan harus memperhatikan tingkat pencahayaan, pengukuran cahaya, daya, dan jenis lampu yang digunakan. Penerangan yang baik ditentukan oleh pembagian cahaya dalam area pandang, pencegahan silau, pengaruh panas terhadap lingkungan, serta arah dan warna cahaya[15].

b) Beban Pendingin Udara (AC)

c) AC adalah penyerapan panas oleh evaporator, pemompaan panas oleh kompresor, pelepasan panas oleh kondensor serta proses ekspansi. Proses-proses ini berkaitan erat dengan temperatur didih dan temperatur kondensasi Refrigerant. Refrigerant adalah zat yang mudah berubah bentuk (menjadi uap atau cair) sehingga cocok jika digunakan sebagai media pemindah panas dalam mesin pendingin. Temperatur didih dan temperatur kondensasi berkaitan dengan tekanan. Titik didih dan titik embun dapat digeser naik atau turun dengan mengatur besarnya tekanan yang diberikan. Hal ini berpengaruh besar terhadap proses perpindahan panas yang terjadi pada AC. Untuk menghitung kebutuhan AC sesuai ukuran ruangan menggunakan persamaan:

$$BTU = \frac{p \times t \times l \times i \times e}{60}$$

dimana:

BTU = British Thermal Unit (BTU/hour)

p = Panjang ruangan dalam feet (1 meter = 3,28 feet)

l = Lebar ruangan dalam feet

t = tinggi ruangan dalam feet

i = Nilai 10 jika ruangan berinsulasi (terhimpit oleh ruangan lain atau berada di lantai bawah)

=Nilai 18 untuk ruangan yang tidak berinsulasi (ruangan lantai atas)

= Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap ke utara

e =Nilai 17 jika dinding terpanjang menghadap ke timur

=Nilai 18 jika dinding terpanjang menghadap ke selatan

=Nilai 20 jika dinding terpanjang menghadap ke barat

F. Audit Energi

Penghematan energi sangat diperlukan karena keterbatasan sumber daya dan tingginya biaya energi. Pada bangunan komersial seperti perkantoran dan pabrik, upaya ini hanya dapat dilakukan jika diketahui pola konsumsi energi melalui proses audit energi. Audit energi adalah proses untuk mengetahui jumlah energi yang

digunakan dan mengidentifikasi potensi penghematan energi pada suatu bangunan atau sistem industri. Salah satu indikator utama dalam audit ini adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE), yaitu parameter untuk menilai tingkat efisiensi pemakaian energi berdasarkan standar nasional seperti SNI. Output dari audit meliputi neraca energi, grafik fluktuasi konsumsi energi, serta identifikasi titik-titik pemborosan energi guna menentukan langkah-langkah penghematan secara rasional tanpa mengurangi kebutuhan energi dasar[16].

Proses audit dimulai dengan audit awal (preliminary audit) untuk menilai apakah pemakaian energi berada di bawah atau di atas standar IKE. Jika nilai IKE masih efisien, cukup dilakukan monitoring berkala, namun jika melebihi standar, maka dilanjutkan dengan audit rinci (detail audit) guna mendapatkan data mendalam. Hasil audit ini akan mengelompokkan konsumsi energi ke dalam kategori low cost, medium cost, atau high cost. Dari sini dilakukan studi kelayakan dan implementasi penghematan energi, baik melalui peningkatan manajemen peralatan, perawatan, maupun instalasi teknologi hemat energi. Setelah penghematan dilakukan, monitoring tetap diperlukan secara berkelanjutan untuk memastikan efisiensi tetap terjaga dan tidak terjadi pemborosan kembali[17].

G. Pemborosan Energi

Pemborosan energi di gedung perkuliahan umumnya disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu spesifikasi peralatan yang boros energi dan pola pemakaian yang tidak terkendali. Efisiensi penggunaan energi sangat bergantung pada konsumsi daya dari setiap peralatan serta perilaku pengguna dalam mengoperasikan fasilitas secara bijak. Misalnya, mengganti komputer desktop 250 watt dengan laptop 45 watt dapat menghemat hingga 205 watt/jam per orang. Namun, kesadaran pengguna masih rendah karena biaya listrik telah ditanggung oleh institusi, sehingga perangkat seperti komputer, lampu, dan AC sering dibiarkan menyala tanpa pengawasan. Untuk itu, diperlukan dukungan manajemen dan pengguna, serta penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) sebagai panduan penghematan energi di lingkungan kampus[18].

H. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas konsumsi Energi (IKE) adalah suatu nilai/besaran yang dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur pemakaian energi pada

suatu bangunan. Intensitas konsumsi energi pada suatu bangunan didefinisikan sebagai konsumsi energi per satuan luas bangunan (kWh/m² /tahun atau kWh/m² /bulan)[19]. Indikator penghematan energi yang paling penting pada sebuah bangunan biasanya adalah penggunaan IKE. IKE menunjukkan konsumsi energi (kWh)/meter persegi (m²) setiap bulan. Angka IKE (kWh/m²/bulan) diperoleh dengan membagi jumlah kWh listrik yang digunakan dalam sebulan dengan luas bangunan yang digunakan. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksud disini adalah energi listrik. Pada hakekatnya IKE ini adalah hasil bagi antara total konsumsi energi untuk suatu periode tertentu (satu tahun) dan luas bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m²/tahun. Setiap gedung memiliki standar IKE sesuai dengan tujuan gedung tersebut. IKE dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IKE = \frac{\text{Pemakaian Energi Listrik (kWh)}}{\text{Luas Bangunan}}$$

Dimana :

IKE : Intensitas Konsumsi

Energi

Kwh : Total kWh

L : Luas Bangunan (m²)

I. Peluang Hemat Energi

Identifikasi peluang hemat energi dilakukan setelah audit energi awal dan audit energi rinci. Hasil dari pengumpulan data perhitungan besar nilai IKE dan mengetahui konsumsi energi bangunan gedung. Besar nilai IKE hasil perhitungan ternyata sama atau kurang dari target maka kegiatan audit energi rinci tidak perlu dilaksanakan atau dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai IKE yang lebih rendah. Jika besar nilai lebih dari IKE target maka dapat diartikan terdapat peluang untuk melakukan proses audit energi rinci dengan tujuan memperoleh efisiensi konsumsi energi. Peluang hemat energi telah diidentifikasi dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan peluang hemat energi dengan biaya yang harus dibayar dalam pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan beberapalangkah, yaitu:

- 1) Mengurangi konsumsi energi listrik serendah mungkin
- 2) Memperbaiki kinerja peralatan dengan sistem kerja peralatan yang lebih hemat energi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Mandala By pass No.27, Tegal Sari Mandala I Kec. Medan Denai, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara.

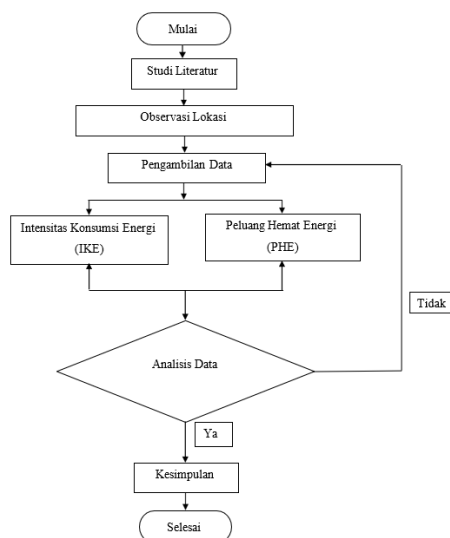
A. Pengambilan data

Pada langkah ini, akan dijelaskan mengenai pengamatan evaluasi penghematan energi listrik pada RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun data yang akan diambil diantaranya :

- Mengaudit data konsumsi energi listrik.
- Menghitung biaya penggunaan energi listrik.
- Analisis nilai efisien kriteria Intensitas Konsumsi Energi.
- Analisis untuk mendapatkan Peluang Hemat Energi

C. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan mengambil data pengukuran dan dianalisis dengan menggunakan perhitungan penghematan energi.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Pemakaian Energi RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara

RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara memiliki daya masuk sebesar 68.810,7 kwh/bulan. penggunaan energi listrik pada bangunan ini mencakup dalam sistem

pencahayaannya, sistem tata udara atau pendingin ruangan serta perlengkapan elektronik lainnya seperti tv, kulkas, komputer dan lain lain. Dan sebagai penunjang penggunaan perangkat listrik alat kesehatan.

Gambar 1 diagram pie konsumsi energi RSUD

Muhammadiyah Sumatera Utara

RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara mengkonsumsi energi listrik sebesar 68.810,7 kWh/bulan. Dengan persentase 68% konsumsi energi pada sistem pendingin ruangan, 27 % pada konsumsi peralatan lainnya, dan 5% pada konsumsi energi pencahayaannya pada ruangan.

Berdasarkan hasil perhitungan setiap ruangan dari mulai lantai 1-4 dapat dilihat penggunaan energi listrik sistem tata udara dalam satu bulan adalah $1.553,20 \text{ kWh} \times 30 \text{ Hari} = 46.596 \text{ kWh/Bulan}$, sedangkan penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaannya selama satu bulan sebesar $627,86 \text{ kWh} \times 30 \text{ Hari} = 18.835,8 \text{ kWh/Bulan}$

Intensitas Konsumsi Energi di RSUD

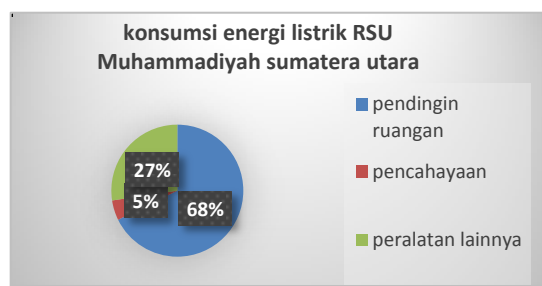
Muhammadiyah Sumatera Utara

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan salah satu cara perhitungan untuk mengetahui kebutuhan pemakaian energi suatu gedung rumah sakit, yaitu dengan cara kWh konsumsi energi listrik pencahayaannya, AC, dan peralatan listrik lainnya dalam waktu satu bulan di RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara dibagi luas keseluruhan lantai gedung.

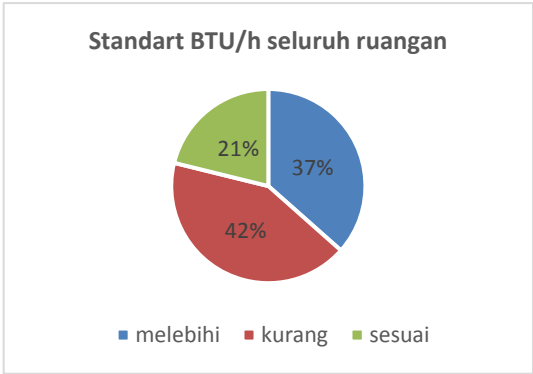
Berdasarkan hasil perhitungan analisa intensitas konsumsi energi (IKE) gedung ber AC dengan penggunaan energi listrik selama 30 hari kerja diperoleh hasil sebesar 33,8 kwh/bulan, intensitas konsumsi energi gedung tidak ber AC sebesar 8,3 kwh/bulan, dan intensitas konsumsi energi listrik pada gedung RSUD Muhammadiyah Sumatera Utara sebesar 25,7 kwh/bulan.

Analisis Sistem Tata Udara

Analisis sistem tata udara bertujuan untuk mengetahui kebutuhan AC yang sesuai dengan ukuran ruangan dengan menggunakan standar British Thermal Unit/hour (BTU/h). Untuk menentukan kapasitas AC terhadap ruangan dapat dihitung menggunakan standar BTU/h. Untuk kapasitas AC Daikin Thailand 1 PK setara dengan 9.000 BTU/h maka PK AC yang dibutuhkan adalah: 3.175 BTU/h atau setara dengan $\frac{1}{2}$ PK. Berdasarkan data yang diperoleh pada saat penelitian AC yang dibutuhkan setiap ruangan diatas yang memenuhi standar British Thermal Unit hour (BTU/h) dari 52 ruangan hanya 11 ruangan yang sesuai standar, 19 ruangan melebihi standar, dan 22 ruangan kurang atau dibawah standar yang telah ditetapkan. Jika digambarkan dalam



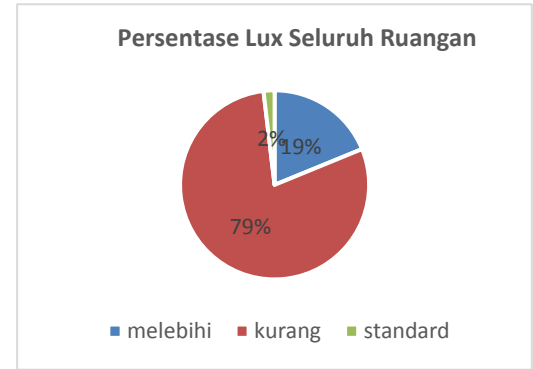
bentuk pie chart akan diperoleh hasil seperti berikut:



Gambar 2. persentase BTU/h seluruh ruangan ber AC

Analisis Sistem Penerangan Ruangan

Berdasarkan data yang diperoleh pada saat penelitian tingkat pencahayaan pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara yang terdiri dari 76 ruangan hanya 3 ruangan yang memenuhi standard, 14 ruangan yang melebihi standart dan 59



ruangan yang kurang atau dibawah standart yang telah ditetapkan.

Gambar 3. Persentase Standart Lux ruangan RSU Muhammadiyah Sumatera Utara

no	lokasi	kapasitas ac berlebih			Kapasitas Ac Kurang		
		BTU/h	pk	watt	BTU/h	Pk	Watt
1	lantai 1	57.977	6,5	5590	1073	½	430
2	lantai2	68.604	8	6880	41969	4,5	3956
3	lantai 3	4.035	1,5	1290	75537	8	6880
4	lantai 4	22.289	2,5	2150	25519	3	2580
total		152.905	18,5	15.910	144.098	16	13846

Tabel 1. PHE Sistem Pendingin Ruangan

Seluruh sistem pendingin ruanga yang terpasang pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara sebanyak 71 unit dengan kapasitas AC

sistem pencahayaan RSU Muhammadiyah Sumatera Utara masih banyak yang kurang dari nilai pengukuran yang telah di tetapkan oleh SNI Dengan persentase 79% ruangan yang ada di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara dari standard. 19% ruangan yang ada di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara melebihi dari standard. Dan hanya 2 % ruangan yang ada di RSU Muhammadiyah Sumatera Utara sesuai dengan SNI.

Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)

Hasil dari analisa data konsumsi energi listrik pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara, mengkonsumsi energi listrik yang mencakup mencakup beban sistem pendingin ruangan sebesar 46.596 kwh/bulan, beban energi listrik penerangan ruangan sebesar 3.361,14 kwh, serta beban konsumsi energi listrik lainnya sebesar 18.835,8 kwh /bulan.

Seluruh sistem pendingin ruanga yang terpasang pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara sebanyak 71 unit dengan kapasitas AC Split 1 PK. Cara melakukan peluang hemat energi adalah dengan pengurangan kapasitas AC yang melebihi standart BTU/h.

Split 1 PK. Cara melakukan peluang hemat energi adalah dengan pengurangan kapasitas AC yang melebihi standart BTU/h.

No	Daya (watt)	Waktu (jam)	Energi (kWh/hari)	Hari kerja	Jumlah Kwh/Bulan
1	15,910	24	381,84	30	11.455,2

Tabel 2. Konsumsi Energi AC Setelah PHE

Dari hasil Peluang Hemat Energi pada (PHE) konsumsi energi AC pada tabel mulai dari gedung lantai 1-4 dapat dilihat energi listrik yang dapat di hemat sebesar 11.455,2 kWh/bulan. Biaya listrik dalam 1 bulan (30 hari kerja) ialah $11.455,2 \times \text{Rp. } 1.522,88 = 17.549.327,-$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa biaya pembayaran listrik per bulan dengan pengurangan kapasitas AC sesuai standart BTU/h Lebih hemat.

Nilai IKE Setelah PHE

Setelah dilakukan Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem tata udara maka dilakukan perhitungan kembali nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk mengetahui nilai IKE pada RSU Muhammadiyah Sumatera Utara

Dari hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) RSU Muhammadiyah Sumatera Utara setelah dilakukanya Peluang Hemat Energi dari yang awalnya energi di konsumsi sebesar 68.792,94 kWh/m²/bulan menjadi 57.337,74 kWh/m²/bulan setelah dilakukan PHE pada sistem pendingin ruangan (AC). Kemudian nilai IKE dihitung kembali diperoleh nilai IKE sebesar 21,90 kWh/m²/bulan, berada pada kategori "efisien".

Estimasi Biaya Pembayaran Listrik

Dari hasil penghitungan intensitas konsumsi Energi (IKE) Total dapat diketahui pembayaran listrik pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara dalam 1 bulan (30 Hari kerja) sebagai berikut

1. Biaya pembayaraan listrik perbulan sebelum PHE
listrik

$$= \text{kWh total} \times \text{rata rata tarif dasar}$$

$$= 68.792,94 \times \text{Rp. } 1.522,88$$

$$= \text{Rp. } 104.763.392,-$$

2. Biaya pembayaran listrik perbulan sesudah PHE
AC x rata rata tarif dasar listrik

$$= 68.792,94 - 11.455,2 \times \text{Rp. } 1.522,88$$

$$= 57.337,74 \times \text{Rp. } 1.522,88$$

$$= \text{Rp. } 87.318.497,-$$

SEBELUM PHE	Rp. 104.763.392,-
SESUDAH PHE	Rp. 87.318.497,-
SELISIH	Rp. 17.444.895,-

Tabel 3. Selisih pembayaran listrik sebelum dan sesudah PHE

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melakukan analisis Intensitas konsumsi energi yang telah di lakukan pada gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara maka dapat ditarik kesimpulan

- Konsumsi energi listrik di gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara dalam sebulan adalah 68.792,94 kWh. Dan biaya yang harus di bayarkan dalam sebulan sebesar Rp. 104.763.392,- dari luas bangunan 2.671,63 m² maka
- Diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 25,7 kWh /bulan. Dengan demikian RSU Muhammadiyah Sumatera Utara termasuk dalam kategorikan "Boros"
- Terdapat potensi penghematan energi pada sistem tata udara, yaitu dengan cara mengurangi kapasitas AC yang melebihi standart BTU/h. Total dari kesuluruhan AC sebesar 46.596 kWh/m²/bulan. Setelah dilakukan Penggantian dengan AC yang di rekomendasikan, perbulannya didapatkan penghematan sekitar 11.455,2 kWh/bulan.

Saran

Dari hasil analisis Intensitas Konsumsi Energi pada Gedung RSU Muhammadiyah Sumatera Utara didapatkan beberapa saran yaitu :

- Pada penelitian selanjutnya di sarankan untuk menambah beberapa metode sebagai dasar dalam melakukan efisiensi energi listrik agar dapat dibandingkan dengan metode perhitungan yang lainnya sebagai standar dalam menentukan efisiensi dan penghematan dalam penggunaan energi listrik seperti :
 - Penerapan Sistem Manajemen Energi Berbasis IoT (Internet of Things): Disarankan penggunaan sensor pintar untuk memantau konsumsi energi secara real-time di tiap ruangan, seperti smart meter, sensor suhu dan kelembapan, serta occupancy sensor. Data ini dapat digunakan untuk pengendalian otomatis perangkat listrik (AC, lampu) sesuai kebutuhan.
 - Pemanfaatan Teknologi Smart Ac dan Smart Lighting Mengganti sistem pendingin dan pencahayaan konvensional dengan

sistem berbasis *smart control* yang dapat diatur otomatis melalui aplikasi, serta memiliki fitur pengaturan daya rendah saat tidak digunakan atau saat suhu optimal telah tercapai.

4. Saran dalam perbaikan dan penghematan energi listrik
 - d) Melakukan pemeliharaan secara teratur terhadap beban-beban listrik.
 - e) Meningkatkan efisiensi energi pada Sistem Tata Udara (AC) dengan mengurangi kapasitas AC sesuai standar British Thermal Unit Hour (BTU/h)

Melakukan evaluasi intensitas pencahayaan (lux) di setiap ruangan dengan standart SNI agar mencapai efisiensi pencahayaan, karna mempengaruhi kenyamanan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. P. Purbaningrum, "Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan," *Media Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 26–33, 2014.
- [2] N. A. Basyarach, I. Aula Wardah, P. Slamet, D. Aris, and H. Andriawan, "CYCLOTRON: Jurnal Teknik Elektro Analisis dan Efisiensi Pemakaian Energi Listrik di CV. Wana Indo Raya Lumajang," 2023.
- [3] T. Sukisno and N. Yuniarti, "TINGKAT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FT UNY: SEBUAH UPAYA MENUJU ISO 50001."
- [4] F. Bernadiktus and A. Hamzah, "ANALISA EVALUASI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI MELALUI AUDIT ENERGI LISTRIK DI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS RIAU," 2016.
- [5] A. Effendi and Miftahul, "Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di Rsj.Prof.Hb.Saanin Padang," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 5, no. 2, pp. 103–107, 2016.
- [6] S. Yadi Mulyadi, Anggi Rizki, *ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI GEDUNG FPMIPA JICA UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA*. Bandung: Jurnal.upi, 2013.
- [7] Sulistyowati, "AUDIT ENERGI UNTUK EFISIENSI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK," 2012.
- [8] M. Marwiyah Nst, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Listrik Di Kapal," *J. Marit. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 534–540, 2023, doi: 10.54196/jme.v5i2.113.
- [9] M Yasir Pohan, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Di Rumah Sakit Islam Malahayati Medan," 2022.
- [10] R. Fadhilah, F. T. Pertanian, and U. Andalas, *Analisis Konsumsi Energi Pada Proses*. 2019.
- [11] A. Firnanda and H. Ardiansyah, "Analisis Kebutuhan Daya Listrik Di Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat," *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–66, 2020, doi: 10.38038/vocatech.v2i1.41.
- [12] D. P. Alfauzi, A. G. Permana, and A. Novianti, "Rancang Bangun Alat Perbaikan Faktor Daya Listrik Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler," *eProceedings Appl. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 3086–3094, 2019.
- [13] A. Razikin, "Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi)".
- [14] Nula Rusdiana, *AUDIT PENCAHAYAAN PADA RUMAH SAKIT TIPE C RSUD dr. R SOETRASNO REMBANG*. MAGELANG: universitas Tidar, 2021.
- [15] S. Fatma, D. Putri, J. Materi, and F. Jmpf, "Analisis Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan dengan Menggunakan Aplikasi Smart Luxmeter Berbasis Android," vol. 12, pp. 51–55, 2022.
- [16] A. Energi, U. Mencapai, and P. Penghematan, "Selamat riadi dan Erry Trigunadi," vol. 7, no. 1, 2017.
- [17] L. Indra, P. S. Arsitektur, and F. Teknik, "Studi Mengenai Penghematan Energi Listrik di Area Umum Apartemen Eksekutif Menteng," vol. 1, no. 2, pp. 69–80, 2021.
- [18] A. W. Biantoro and D. S. Permana, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten," *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 24, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1186.
- [19] W. Wirawan, N. Hiron, and N. Busaeri, "Analisis Potensi Peluang Penghematan Konsumsi Energi Di Brits Hotel Karawang," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.37058/jeee.v2i1.2141.