

TUGAS AKHIR

ANALISIS INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI PADA GEDUNG G UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

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

Disusun Oleh:

ILHAM DHANI

1907220083



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ilham Dhani
NPM : 1907220083
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk
Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung G
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Bidang Ilmu : Sistem Kendali

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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

Mengetahu dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Rohana, S.T., M.T.

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



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

Program Studi Teknik Elektro



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Ilham Dhani
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 17 Agustus 2001
Npm : 1907220083
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”.

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Otentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian antara Fakta dan 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 perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 Oktober 2023

Saya yang menyatakan,


Ilham Dhani


**ANALISIS INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK UNTUK
PENCAPAIAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI PADA
GEDUNG G UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA**

ABSTRAK

Universitas merupakan salah satu tempat pembelajaran dan tiap kegiatan yang dilaksanakan pada suatu gedung pada universitas umumnya memakai energi listrik seperti penerangan, AC, ataupun peralatan listrik lain. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis energi yang dikonsumsi, menganalisis nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), dan menganalisis Peluang Hemat Energi (PHE) listrik Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Metode penelitian yang digunakan ialah observasi dan wawancara dengan karyawan dan teknisi kemudian dilanjutkan dengan survei Gedung. Konsumsi energi pada Gedung G UMSU sebesar 97.175,9 kWh/bulan, dengan penggunaan energi listrik dibagi menjadi, sistem pencahayaan 5%, sistem tata udara 73%, serta peralatan listrik lainnya 22%, setelah dilakukannya PHE konsumsi energi menjadi 68.646,9 kWh/m²/bulan atau menghemat 28.529 kWh/bulan. Nilai IKE Gedung Ber AC sebesar 27 kWh/m²/bulan, berada pada kategori “sangat boros”, Setelah dilakukan PHE menjadi 18,2 kWh/m²/bulan, berada pada kategori “Agak Boros”. Nilai IKE Gedung Tidak Ber AC sebesar 5,2 kWh/m²/bulan, berada pada kategori “sangat boros”. Nilai IKE Gedung G sebesar 19,2 kWh/m²/bulan, berada pada kategori “Boros”, setelah dilakukan PHE menjadi 13,6 kWh/m²/bulan berada pada kategori “Cukup Efisien”. Sistem tata udara belum sesuai standar *British Thermal Unit hour* (BTU/h), dari total 64 ruangan yang sesuai dengan standar 9% (6 ruang), yang melebihi standar 85% (54 ruang), dan yang dibawah standar 6% (4 ruang). Sistem pencahayaan belum sesuai standar SNI dari total 104 ruangan yang sesuai standar 7% (7 ruang), yang melebihi standar 21% (22 ruang), dan yang dibawah standar 72% (75 ruang).

Kata Kunci: Konsumsi Energi, Efisiensi Energi, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Peluang Hemat Energi (PHE)

**ANALYSIS OF THE INTENSITY ELECTRICAL ENERGY
CONSUMPTION TO ACHIEVE EFFICIENT ENERGY
USE IN G BUILDING MUHAMMADIYAH
UNIVERSITY OF NORTH SUMATERA**

ABSTRACT

A university is a place of learning and every activity carried out in a building at a university generally uses electrical energy such as lighting, air conditioning or other electrical equipment. This research aims to analyze the energy consumed, analyze the Energy Consumption Intensity (ECI) value, and analyze the Energy Saving Opportunities (ESO) for electricity in G Building Muhammadiyah University of North Sumatra. The research method used was observation and interviews with employees and technicians, then continued with a building survey. Energy consumption in G Building UMSU is 97,175.9 kWh/month, with electrical energy use divided into, lighting system 5%, air conditioning system 73%, and other electrical equipment 22%, after the ESO was carried out energy consumption was 68,646.9 kWh/ m²/month or save 28,529 kWh/month. The ECI value of an AC building is 27 kWh/m²/month, which is in the "very wasteful" category. After ESO is carried out it becomes 18.2 kWh/m²/month, which is in the "Slightly Wasteful" category. The ECI value for non-air-conditioned buildings is 5.2 kWh/m²/month, which is in the "very wasteful" category. The Value of G Building is 19.2 kWh/m²/month, in the "Wasteful" category, after ESO is carried out it becomes 13.6 kWh/m²/month in the "Quite Efficient" category. The air conditioning system does not comply with British Thermal Unit hour (BTU/h) standards, out of a total of 64 rooms that comply with the standard 9% (6 rooms), those that exceed the standard 85% (54 rooms), and those that are below 6% (4 rooms). The lighting system does not comply with SNI standards out of a total of 104 rooms that comply with the standard 7% (7 rooms), those that exceed 21% (22 rooms), and those that are below 72% (75 rooms).

Keywords: *Energy Consumption, Energy Efficiency, Energy Consumption Intensity (ECI), Energy Saving Opportunities (ESO)*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Tidak ada kata yang lebih indah selain puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah menetapkan segala sesuatu, sehingga tiada sehelai daun yang jatuh tanpa izin-nya. Alhamdulillah atas izin-nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) Medan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Ayahanda Supardi, Ibunda Martini, Abang Ferry Irwansyah dan Dede Sulaiman 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, S.T., M.Pd, selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibu Rohana, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas

akhir ini.

9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Teman – teman teknik elektro stambuk 2019 yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Laporan 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 laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik elektro.

Medan, 23 Oktober 2023

Ilham Dhani

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 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 Sistematika Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Energi Listrik.....	7
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik	7
2.2.2 Arus Listrik	9
2.2.3 Daya Listrik.....	9
2.3 Beban Listrik	11
2.3.1 Karakteristik Beban Listrik.....	12
2.3.2 Klasifikasi Beban Listrik	14
2.3.3 Tarif Dasar Listrik.....	16
2.3.4 Sistem Tata Udara.....	18
2.3.5 Sistem Pencahayaan.....	20
2.3.6 Peralatan Listrik Lainnya	26
2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE).....	31
2.5 Audit Energi	34

2.6	Peluang Hemat Energi (PHE).....	36
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1	Waktu dan Tempat.....	37
3.1.1	Waktu.....	37
3.1.2	Tempat	37
3.1.3	Jadwal Penelitian.....	38
3.2	Alat Penelitian	38
3.3	Data Penelitian.....	40
3.3.1	Data Primer	40
3.3.2	Data Sekunder	41
3.4	Prosedur Penelitian	41
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	42
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1	Komposisi Luas Gedung G.....	45
4.2	Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung G	48
4.2.1	Konsumsi Energi Listrik Sistem Tata Udara	50
4.2.2	Konsumsi Energi Listrik Sistem Pencahayaan	54
4.2.3	Konsumsi Energi Listrik Peralatan Listrik Lainnya.....	59
4.3	Intensitas Konsumsi Energi Gedung G UMSU	64
4.3.1	Intensitas Konsumsi Energi Gedung Ber AC.....	64
4.3.2	Intensitas Konsumsi Energi Gedung Tidak Ber AC	65
4.3.3	Intensitas Konsumsi Energi Gedung G UMSU	66
4.4	Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE).....	66
4.4.1	Analisis Sistem Pencahayaan.....	67
4.4.2	Analisis Sistem Tata Udara.....	72
4.4.3	Peluang Hemat Energi Sistem Tata Udara.....	76
4.4.4	Nilai IKE Setelah PHE.....	77
4.4.5	Estimasi Biaya Pembayaran Listrik	78

BAB 5	PENUTUP	80
	5.1 Kesimpulan.....	80
	5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2. 2 Gelombang Sinusoidal Beban Resistif.....	12
Gambar 2. 3 Gelombang Sinusoidal Beban Induktif	13
Gambar 2. 4 Gelombang Sinusoidal Beban Kapasitif	14
Gambar 2. 5 Air Conditioner (AC)	20
Gambar 2. 6 Lampu Pijar	23
Gambar 2. 7 Lampu TL.....	24
Gambar 2. 8 Lampu Metal Halide.....	25
Gambar 2. 9 Lampu CFL	25
Gambar 2. 10 Lampu LED.....	26
Gambar 2. 11 Lemari Es	27
Gambar 2. 12 Pompa Air	27
Gambar 2. 13 Motor Lift.....	28
Gambar 2. 14 Printer.....	28
Gambar 2. 15 Proyektor	29
Gambar 2. 16 Komputer.....	29
Gambar 2. 17 CCTV	30
Gambar 2. 18 Televisi	31
Gambar 3. 1 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.....	37
Gambar 3. 2 Lux Meter.....	39
Gambar 3. 3 Laser Distance Meter	39
Gambar 4. 1 Persentase Konsumsi Energi Di Gedung G.....	49
Gambar 4. 2 Persentase tingkat pencahayaan Gedung G UMSU	71
Gambar 4. 3 Persentase standar BTU/h Gedung G UMSU	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tarif dasar listrik untuk keperluan pelayanan sosial.....	17
Tabel 2. 2 Konversi AC Daikin Dari PK ke BTU.....	19
Tabel 2. 3 Standar Pencahayaan Lembaga Pendidikan dan Perkantoran.....	21
Tabel 2. 4 Standar IKE Bangunan Gedung.....	32
Tabel 2. 5 Standar Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE).....	32
Tabel 2. 6 Standar IKE Gedung Ber AC dan Gedung Tidak Ber AC.....	34
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	38
Tabel 4. 1 Komposisi luas Gedung G	45
Tabel 4. 2 ukuran ruangan di lantai 1	45
Tabel 4. 3 Ukuran Ruangan Di Lantai 2	46
Tabel 4. 4 Ukuran Ruangan Di Lantai 3	46
Tabel 4. 5 Ukuran ruangan di lantai 4.....	46
Tabel 4. 6 Ukuran Ruangan Di Lantai 5	47
Tabel 4. 7 Ukuran Ruangan Di Lantai 6	47
Tabel 4. 8 Ukuran Ruangan Di Lantai 7	48
Tabel 4. 9 Konsumsi Energi Listrik Gedung G UMSU	49
Tabel 4. 10 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 1	50
Tabel 4. 11 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 2	50
Tabel 4. 12 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 3	51
Tabel 4. 13 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 4	52
Tabel 4. 14 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 5	52
Tabel 4. 15 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 6	53
Tabel 4. 16 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 7	53
Tabel 4. 17 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan di lantai 1	54
Tabel 4. 18 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan di lantai 2	55
Tabel 4. 19 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan di lantai 3	55
Tabel 4. 20 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan di lantai 4	56
Tabel 4. 21 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan di lantai 5	57
Tabel 4. 22 Konsumsi energi listrik sistem pencahayaan di lantai 6	58
Tabel 4. 23 Konsumsi energi listrik sistem tata udara di lantai 7	58

Tabel 4. 24 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 1.....	59
Tabel 4. 25 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 2.....	60
Tabel 4. 26 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 3.....	61
Tabel 4. 27 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 4.....	62
Tabel 4. 28 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 5.....	62
Tabel 4. 29 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 6.....	63
Tabel 4. 30 Konsumsi energi listrik peralatan listrik lainnya di lantai 7.....	63
Tabel 4. 31 IKE Gedung Ber AC	64
Tabel 4. 32 IKE Gedung Tidak Ber AC.....	65
Tabel 4. 33 IKE Gedung G UMSU	66
Tabel 4. 34 Tingkat Pencahayaan di lantai 1	67
Tabel 4. 35 Tingkat Pencahayaan di lantai 2	68
Tabel 4. 36 Tingkat Pencahayaan di lantai 3	68
Tabel 4. 37 Tingkat Pencahayaan di lantai 4	69
Tabel 4. 38 Tingkat Pencahayaan di lantai 5	69
Tabel 4. 39 Tingkat Pencahayaan di lantai 6	70
Tabel 4. 40 Tingkat Pencahayaan di lantai 7	70
Tabel 4. 41 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 1	72
Tabel 4. 42 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 2.....	73
Tabel 4. 43 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 3.....	73
Tabel 4. 44 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 4.....	74
Tabel 4. 45 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 5.....	74
Tabel 4. 46 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 6.....	75
Tabel 4. 47 Kapasitas AC yang dibutuhkan di lantai 7.....	75
Tabel 4. 48 PHE Sitem Tata Udara (AC).....	76
Tabel 4. 49 Perbandingan Konsumsi Energi AC	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan manusia saat ini tidak dapat dilepaskan dari kebutuhan listrik. Hampir semua kehidupan manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan energi listrik. Karena kebutuhan energi semakin meningkat sedangkan ketersediaan energi secara global akan menjadi langka maka akan timbul permasalahan. Agar tidak membawa pengaruh terhadap kerusakan lingkungan, mengganggu daya saing produk dan gejolak sosial ekonomi jangka panjang maka pemakaian energi perlu dikelola dengan baik. Untuk mengatasi permasalahan energi yang semakin kompleks ini perlu diadakan pengaturan penggunaan energi pada sisi beban khususnya pada gedung kantor dan industri, menjadi bagian penting dalam bagian manajemen perusahaan dalam rangka penghematan energi.[1]

Di Indonesia sebagian besar pembangkit listrik masih menggunakan bahan baku penggerak dari sumber energi tak terbarukan. Sisi lain yang masih menjadi masalah, masyarakat pengguna energi listrik banyak yang tidak efisien dalam menggunakan energi listrik baik untuk keperluan rumah tangga, lembaga pendidikan maupun pada keperluan pekerjaan kantor dan industri. Hal ini menjadi kontradiktif dimana pada satu sisi pemerintah terus berupaya memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat, namun di sisi lain banyak masyarakat dan penggunaan listrik di gedung-gedung pemerintah yang tidak mengindahkan penghematan penggunaan energi listrik dalam kegiatan sehari-hari.[2]

Meningkatnya kebutuhan energi listrik selalu berbanding lurus dengan meningkatnya pembangkitan energi listrik di setiap pusat pembangkit tenaga listrik. Hal ini berdampak pada kenaikan biaya produksi maupun kegiatan operasional lainnya. Setiap tahun pemerintah selalu mengucurkan subsidi kepada Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk kegiatan produksi dan operasionalnya. Melihat besarnya subsidi pemerintah yang dikucurkan kepada PLN, dapat dibayangkan bahwa kebutuhan energi listrik juga sangat membebani Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) sehingga pemerintah juga menerapkan program-program kebijakan terkait dengan energi listrik. Pemetaan, inventarisasi maupun perbaikan pada seluruh jaringan listrik dilakukan oleh pihak PLN, di satu sisi pemerintah

melalui Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 14 Tahun 2012.[3], mengatur tentang pelaksanaan penghematan energi oleh pengguna sumber energi dan pengguna energi listrik.[4]

Dalam Kebijakan Energi Nasional yang dituangkan dalam Peraturan Presiden No.5 Tahun 2006.[5], salah satu kebijakan utamanya adalah konservasi energi. Adapun salah satu tergetnya adalah menurunkan elastisitas energi sebesar kurang dari satu pada tahun 2025. Elastisitas energi adalah perbandingan antara pertumbuhan energi terhadap pertumbuhan ekonomi. Elastisitas energi adalah salah satu indicator konservasi energi, semakin kecil nilai elastisitas energi berarti semakin efisien. Salah satu langkah nyata yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yang sesuai dengan kebijakan energi nasional adalah melaksanakan langkah-langkah konsevasi energi antara alain melalui audit energi dan implementasi hasil-hasilnya.[6]

Universitas merupakan salah satu lembaga yang mempunyai ketergantungan besar terhadap kebutuhan tenaga listrik selaku operasional. Kebutuhan tenaga yang besar menuntut manajemen kampus melaksanakan efisiensi dalam penggunaannya. Sehingga dibutuhkan upaya audit tenaga buat menggapai tujuan efisiensi tenaga pada Universitas. Audit energi ialah aktivitas untuk mengenali besarnya mengkonsumsi energi serta mengenali besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasionalnya, dan berupaya mengenali mungkin penghematan energi. Oleh sebab itu, dibutuhkan sesuatu prosedur pencatatan pemakaian energi secara sistematis serta berkesinambungan. Universitas merupakan salah satu tempat pembelajaran dan salah satu bentuk universitas mengkonsumsi energi listrik adalah fasilitas gedung dan penambahan peralatan. Tiap kegiatan yang dilaksanakan pada suatu gedung pada universitas umumnya memakai energi listrik seperti penerangan, AC, ataupun peralatan kantor. Dalam penerapannya, sering terjadi pemakaian konsumsi energi listrik yang tidak normal, menyebabkan pemakaian yang tidak efisien yang bisa merugikan dari segi finansial.[7]

Berdasarkan kajian diatas maka dari itu penulis mengangkat judul “Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana menganalisis konsumsi energi di Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?
2. Bagaimana menganalisis nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik di Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?
3. Bagaimana menganalisis Peluang Hemat Energi (PHE) di Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Menganalisis konsumsi energi di Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Menganalisis nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Menganalisis Peluang Hemat Energi (PHE) di Gedung G Universitas 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. Penelitian ini hanya dilakukan pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Daya yang dihitung adalah semua peralatan yang menggunakan energi listrik.
3. Pengumpulan data beban listrik dikelompokkan dalam beban motor, beban penerangan dan beban elektronik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara penelitian ini bisa menjadi masukan tentang peluang penghematan energi, meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan mengurangi *cost*/biaya dalam pembayaran listrik.
2. Bagi Pengguna (Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara) penelitian ini bisa mencegah pemborosan tanpa mengurangi kenyamanan pengguna gedung dan diharapkan mampu menjadi pendorong untuk menjadi pertimbangan dalam penghematan energi listrik.
3. Bagi Penulis penelitian ini sebagai referensi dalam menambah ilmu pengetahuan di bidang audit energi dan konservasi energi listrik.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan penelitian ini disusun dalam 5 bab, dimana di tiap bab tersebut akan dibagi lagi menjadi sub-bab yang akan dibahas secara terperinci. Berikut merupakan sistematika dari masing-masing bab dan keterangan singkatnya:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapat selama penelitian, beserta saran untuk perbaikan selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Meningkatnya kebutuhan energi listrik selalu berbanding lurus dengan meningkatnya pembangkitan energi listrik di setiap pusat pembangkit tenaga listrik. Hal ini berdampak pada kenaikan biaya produksi maupun kegiatan operasional lainnya. Setiap tahun pemerintah selalu mengucurkan subsidi kepada Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk kegiatan produksi dan operasionalnya. Melihat besarnya subsidi pemerintah yang dikucurkan kepada PLN, dapat dibayangkan bahwa kebutuhan energi listrik juga sangat membebani Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) sehingga pemerintah juga menerapkan program-program kebijakan terkait dengan energi listrik. Pemetaan, inventarisasi maupun perbaikan seluruh jaringan listrik dilakukan oleh pihak PLN, di satu sisi pemerintah melalui Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 14 Tahun 2012 mengatur tentang pelaksanaan penghematan energi oleh pengguna sumber energi dan pengguna energi listrik.[4]

Untuk mengetahui penggunaan energi pada gedung diperlukan audit energi sebagai alat bantu. Dengan audit energi, akan diketahui pemakaian energi dan keborosan penggunaan energi pada gedung sehingga diambil tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan pemakaian energi tersebut dan pengelolaan energinya menjadi baik. Pada bangunan gedung, sistem pengguna energi dapat dikelompokkan pada empat pengguna energi terbesar yaitu: sistem pencahayaan, sistem AC, dan peralatan kantor lainnya. Audit energi adalah untuk mengetahui pola pemakaian energi dari peralatan pengguna energi yang ada di gedung dengan tujuan untuk mengurangi penggunaan energi dan mengurangi biaya operasi gedung.[7]

Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Sebagai kebijakan energi nasional, program konservasi telah cukup kuat memiliki landasan hukum. Mengacu pada Peraturan Pemerintah No.70 Tahun 2009.[8], tentang konservasi Energi yang mewajibkan pengguna energi diatas *Tonne of Oil Equivalent (TOE)* untuk melaksanakan konservasi Energi.[2]

Konservasi Energi dikatakan dalam konservasi energi menurut SNI 6390:2011.[9], yaitu Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung, adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya tanpa mengorbankan tuntutan kenyamanan manusia dan atau menurunkan kinerja alat. Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatkan efisiensi dan keuntungan. Masalah yang dibahas di dalam penulisan ini mengenai besar arus pengaman dan penampang hantaran serta rugi-rugi atau susut tegangan.[10]

Berdasarkan hasil penelitian dapat diupayakan program konservasi energi listrik dalam jangka pendek tanpa biaya dengan menyusun skala prioritas penyalaaan penerangan secara manual. Akan tetapi dibutuhkan kepedulian semua pihak (pegawai, karyawan outsourcing) agar program konservasi dapat berjalan. Demikian pula peralatan kerja lainnya yang masih dipergunakan secara bersama, perlu ditetapkan tugas tanggung jawab tiap orang dalam ruang kerja masing-masing.[11]

Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) menyatakan besaran pemakaian energi listrik per satuan luas bangunan gedung yang besarnya telah ditetapkan sebagai standar baik oleh pemerintah Indonesia maupun negara negara lain yang tergabung dalam ASEAN ataupun APEC. IKE atau intensitas konsumsi energi listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m²/tahun. Intensitas Konsumsi Energi Bangunan sesuai SNI dan IEEE192.1992.[7]

Direktorat Pengembangan Energi menyatakan IKE untuk perkantoran (komersil) adalah 240 kWh/m² per tahun, pusat belanja 330 kWh/ m² per tahun, hotel/apartemen 300 kWh/ m² per tahun dan untuk rumah sakit: 380 kWh/ m² per tahun. Jika nilai IKE lebih rendah daripada batas bawah, maka bangunan gedung tersebut dikatakan hemat energi sehingga perlu dipertahankan dengan melaksanakan aktivitas dan pemeliharaan sesuai dengan standar prosedur yang telah ditetapkan perusahaan. Jika nilai IKE berada di antara batas bawah dan acuan,

maka bangunan gedung tersebut dikatakan agak hemat sehingga perlu meningkatkan kinerja dengan melakukan tuning up. Jika di antara acuan dan batas atas, maka bangunan gedung tersebut dikatakan agak boros sehingga perlu melakukan beberapa perubahan. Bila di atas batas atas, maka perlu dilakukan *retrofitting* atau *replacement*. [12]

2.2 Energi Listrik

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. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. [13]. Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \quad (2.1)$$

dimana:

P = Daya Listrik (Watt)

t = Waktu (jam)

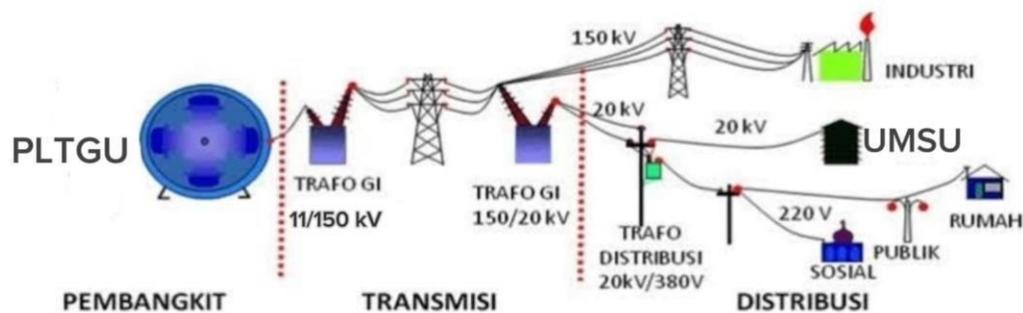
W = Energi Listrik (watt jam)

2.2.1 Sistem Tenaga Listrik

Keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain yang mempunyai interrelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Adapun dimaksud dengan sistem tenaga listrik di sini adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh

jaringan transmisi sehingga merupakan satu kesatuan interkoneksi. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Untuk tetap dapat melayani kebutuhan tenaga listrik dari para pelanggan, maka sistem tenaga listrik harus dikembangkan seiring dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik dari para pelanggan.[13]. Untuk dapat melakukan hal ini dengan sebaik-baiknya maka hasil-hasil operasi perlu dianalisa dan dievaluasi antara lain untuk menentukan:

1. Bilamana, seberapa besar dan dimana perlu dibangun pusat listrik baru, GI baru serta saluran transmisi baru.
2. Menambah unit pembangkit dan menambah transformator dan lain-lain.
3. Bilamana dan dimana saja perlu penggantian PMT yang lebih besar sebagai konsekuensi dari butir 1 dan 2.



Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik

Energi listrik yang ada pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di suplai melalui PLTGU Belawan dengan tegangan yang dibangkitkan melalui pembangkit sebesar 11 kV, kemudian pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) tegangan dinaikan hingga 150 kV melalui Trafo step up, kemudian pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) tegangan diturunkan menjadi 20 kV melalui Trafo step down, pada tegangan 20 kV inilah energi listrik yang digunakan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2.2.2 Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir dari suatu titik yang berpotensi tinggi ke titik yang berpotensi rendah dalam waktu satu detik. Peristiwa yang menyebabkan mengalirnya arus listrik disebabkan karena adanya elektron yang bergerak. Arus listrik dapat mengalir melalui suatu penghantar yang berasal dari bahan-bahan tertentu saja, misalnya: perak, tembaga, besi, baja dan timah. Konduktor (penghantar) adalah benda yang dapat atau mudah untuk menghantarkan listrik. Isolator adalah benda yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, misalnya: plastik, kaca, karet, kayu kering . Kuat arus listrik dapat dituliskan kepersamaan berikut:

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.2)$$

dimana:

I = Arus listrik (A)

V = Tegangan (V)

R = Tahanan (Ohm)

2.2.3 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)*. Daya semu merupakan daya yang dibangkitkan oleh generator pada sistem pembangkit listrik. Daya semu diberi simbol S dan memiliki satuan VA (*Volt Ampere*). Daya semu terdiri dari daya aktif dan daya reaktif. Daya aktif adalah daya yang sebenarnya digunakan oleh konsumen. Daya aktif memiliki satuan Watt. Umumnya sistem tenaga listrik beroperasi pada kondisi lagging dan dampak yang bisa dianalisis dari kondisi lagging dan dampak yang bisa dianalisis dari kondisi lagging adalah kebutuhan daya reaktif yang besar, sedangkan pada pembangkit memiliki daya reaktif yang terbatas. Kapasitor mempunyai sebuah karakteristik leading yaitu ($\cos \phi = 90^\circ$) sehingga dimungkinkan untuk digunakan dalam mengkompensasi suatu beban lagging [14]. Daya reaktif merupakan daya yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet. Daya aktif diberi simbol Q, sedangkan satuan daya

reaktif adalah VAR (*Volt Ampere Reactive*).[15]. Dalam listrik bolak-balik terdapat tiga jenis daya yaitu:

1) Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang sesungguhnya dibutuhkan oleh beban. Satuan daya aktif adalah W (Watt) dan dapat diukur dengan menggunakan alat ukur listrik Wattmeter. Daya Aktif pada beban yang bersifat resistansi (R), dimana tidak mengandung induktor grafik gelombang tegangan (V) dan arus se fasa, sehingga besar daya sebagai perkalian tegangan dan arus menghasilkan dua gelombang yang keduanya bernilai positif. besarnya daya aktif adalah P. Persamaan daya aktif adalah:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (2.3)$$

dimana:

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (I)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

2) Daya Rekatif

Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet atau daya yang ditimbulkan oleh beban yang bersifat induktif. Satuan daya reaktif adalah VAR (Volt Amper Reaktif). Untuk menghemat daya reaktif dapat dilakukan dengan memasang kapasitor pada rangkaian yang memiliki beban bersifat induktif. Hal serupa sering dilakukan pada pabrik-pabrik yang menggunakan motor banyak menggunakan beban berupa motor-motor listrik. Persamaan daya reaktif adalah:

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2.4)$$

dimana:

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

$\sin \varphi$ = Faktor reaktif

3) Daya Semu

Daya semu adalah daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan dan arus listrik. Daya nyata merupakan daya yang diberikan oleh PLN kepada konsumen. Satuan daya nyata adalah VA (Volt.Ampere). Beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resistansi (R), contoh : lampu pijar, setrika listrik, kompor listrik dan lain sebagainya. Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat dihemat karena tegangan dan arus listrik se fasa perbedaan sudut fasa adalah 0° dan memiliki nilai faktor daya adalah 1. Berikut persamaan daya semu:

$$S = V \times I \quad (2.5)$$

dimana:

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

2.3 Beban Listrik

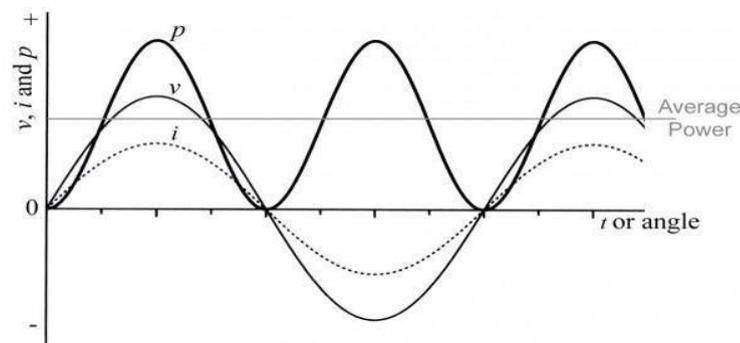
Beban listrik didefinisikan sebagai jumlah listrik yang digunakan oleh masyarakat. Beban listrik dapat dibagi menjadi beban seimbang dan beban tidak seimbang. Pada beban seimbang jumlah daya yang dibangkitkan oleh generator tiga fasa atau daya yang diserap oleh beban tiga fasa, diperoleh dengan menjumlahkan daya dari tiap-tiap fasa. Pada sistem yang seimbang, daya total tersebut sama dengan tiga kali daya fasa, karena daya pada tiap-tiap fasanya sama. Pada listrik arus DC (arus searah) besar beban induktif dan beban kapasitif tidak berpengaruh terhadap rangkaian, sehingga yang menjadi beban hanya beban resistif murni saja. Kemudian pada rangkaian arus AC (Bolak-balik), beban kapasitif dan induktif akan memberi pengaruh ke rangkaian, sehingga beban yang bekerja yaitu beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif.[15]

2.3.1 Karakteristik Beban Listrik

Pembangkit listrik yang ada harus menopang beban listrik pada jaringan listrik AC. Ada tiga jenis beban yang di suplai oleh pembangkit tersebut. Dalam system listrik arus bolak-balik beban listrik dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian, Ketiga jenis beban tersebut adalah beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif. Ketiga jenis beban ini memiliki karakteristik yang berbeda antara satu sama lain yaitu.[16]

1. Beban Resistif

Beban resistif terdapat pada alat-alat listrik yang bersifat murni tahanan (resistor), diantaranya pada elemen pemanas dan lampu pijar. Beban resistif memiliki sifat pasif, dimana resistor mengambil energy listrik dari sumber dan tidak dapat mengembalikannya lagi. Resistor tidak mampu memproduksi energi listrik, dan hanya menjadi konsumen energi listrik. Daya yang diserap secara fisika akan muncul sebagai panas dan/ atau cahaya dan selalu berharga positif. Gelombang arus dan tegangan listrik yang melewati resistor akan selalu bersamaan, karena pada beban resistif ini arus dan tegangan sephasa.

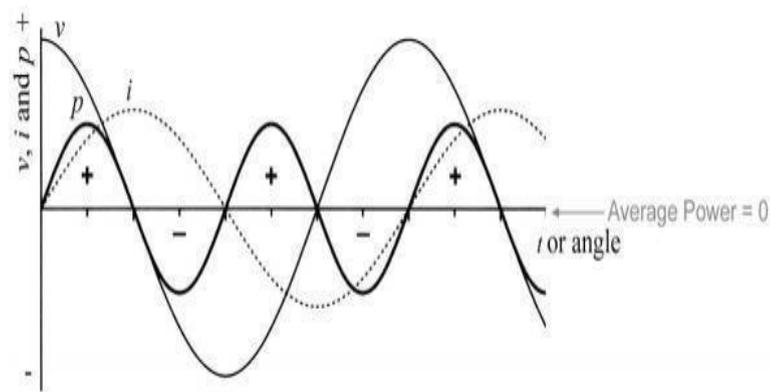


Gambar 2. 2 Gelombang Sinusoidal Beban Resistif

2. Beban Induktif

Beban induktif muncul oleh lilitan kumparan yang terdapat pada alat-alat listrik seperti motor, generator, transformator, dan relay. Induktor merupakan sebuah elemen rangkaian yang menyimpan energi selama satu periode waktu dan mengembalikannya selama satu periode waktu lain Tegangan dalam sebuah induktansi merupakan laju perubahan arus terhadap waktu yang menghasilkan medan magnet. Kumparan dibutuhkan oleh alat-alat listrik untuk menciptakan

medan magnet sebagai komponen kerjanya. Pembangkitan medan magnet pada kumparan inilah yang menjadi beban induktif pada rangkaian arus listrik sinusoidal. Induktor adalah komponen listrik yang menentang apapun perubahan arus. Perilaku induktor didasarkan pada fenomena terkait dengan medan magnet. Sumber dari medan magnet muatan bergerak, atau arus. Arus listrik yang sinusoidal memiliki nilai arus yang naik turun. Perubahan arus listrik yang naik turun inilah yang dihalangi oleh komponen kumparan di dalam sebuah rangkaian listrik sinusoidal sehingga mengakibatkan arus listrik menjadi tertinggal beberapa derajat dari tegangan listrik. Pada induktif murni gelombang arus listrik akan tertinggal sejauh 90° oleh gelombang tegangan. Beban induktif dikenal dengan istilah beban lagging. Energi yang diterima oleh induktor disimpan didalam medan magnet.

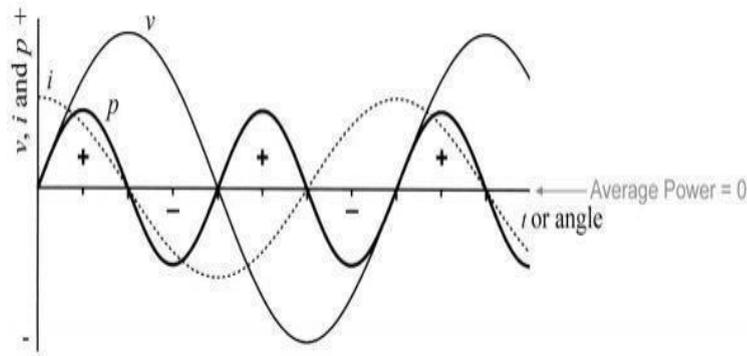


Gambar 2. 3 Gelombang Sinusoidal Beban Induktif

3. Beban Kapasitif

Kapasitor adalah komponen listrik yang terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh isolator atau bahan dielektrik. Kapasitor adalah satu-satunya perangkat selain baterai yang dapat menyimpan muatan listrik. Perilaku kapasitor didasarkan pada fenomena terkait dengan medan listrik. Sumber medan listrik adalah pemisahan muatan, atau tegangan. Jika tegangan berubah terhadap waktu, medan listrik juga akan berubah terhadap waktu. Beban kapasitif merupakan kebalikan dari beban induktif. Beban kapasitif bersifat menghalangi terjadinya perubahan nilai tegangan listrik. Sifat ini menunjukkan bahwa kapasitor bersifat seakan-akan menyimpan tegangan listrik sesaat.

Apabila kapasitor mendapatkan *supply* tegangan sinusoidal, maka kapasitor akan menyimpan dan melepaskan tegangan listrik sesuai dengan perubahan tegangan masuk. Hal inilah yang mengakibatkan pada beban kapasitif murni, gelombang arus sinusoidal akan mendahului (*leading*) tegangannya sejauh 90° .



Gambar 2. 4 Gelombang Sinusoidal Beban Kapasitif

2.3.2 Klasifikasi Beban Listrik

Secara umum beban yang dilayani oleh sistem distribusi tenaga listrik dibagi menjadi beberapa sektor, yaitu: sektor perumahan, sektor industri, sektor komersial dan sektor usaha. Masing-masing sektor beban tersebut mempunyai karakteristik-karakteristik beban yang berbeda, sebab hal ini berkaitan dengan pola konsumsi energi pada masing-masing konsumen di sektor tersebut. Karakteristik beban yang banyak disebut dengan pola pembebanan pada sektor perumahan ditunjukkan oleh adanya fluktuasi konsumsi energi elektrik yang sangat besar. Hal ini disebabkan konsumsi energi elektrik tersebut lebih dominan di malam hari. Sedangkan pada sektor industri, fluktuasi konsumsi energi sepanjang hari akan hampir sama, sehingga perbandingan beban puncak dengan beban rata-rata hampir mendekati satu. Beban pada sektor komersial dan usaha mempunyai karakteristik yang hampir sama, hanya pada sektor komersial akan mempunyai beban puncak yang lebih tinggi pada waktu malam hari.[17]

Untuk merencanakan suatu sistem distribusi tenaga listrik maka salah satu hal yang harus diperhatikan merupakan beban listrik berdasarkan golongannya.[13]. Jenis beban listrik menurut daerah biasanya digolongkan dalam beberapa bagian, yaitu:

1. Beban Komersial (Bisnis)

Beban komersial merupakan beban pelanggan yang terdiri dari suatu kelompok perdagangan atau usaha seperti pertokoan, rumah makan, dan lain sebagainya. Beban komersial pada umumnya terdiri atas penerangan untuk reklame, kipas angin, penyejuk udara, dan alat-alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran, hotel dan juga perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan, dan akan menurun di sore hari. Pada umumnya beban komersial ini terletak di pusat kabupaten. Beban puncak umumnya terjadi pada pagi hari sekitar pukul 09:00 sampai malam hari kira-kira 21:00.

2. Beban Sosial (Publik)

Beban sosial merupakan beban pelanggan yang terdiri dari tempat-tempat sosial seperti rumah sakit, sekolah, tempat beribadah dan lain sebagainya. Beban puncak umumnya terjadi pada siang hari dan malam hari.

3. Beban Industri

Beban industri merupakan beban pelanggan yang terdiri dari kelompok pabrik-pabrik atau industri. Beban ini biasanya terpisah dari perumahan penduduk untuk mencegah terjadinya fluktuasi tegangan yang sering terjadi di industri yang mengganggu peralatan rumah tangga setempat. Beban yang biasanya terdapat di industri berupa lampu sebagai penerangan dan motormotor listrik. Kapasitas daya yang digunakan oleh industri pada umumnya lebih besar dibandingkan dengan pelanggan lainnya. Beban puncak biasanya terjadi pada siang hari karena motor-motor listrik beroperasi atau memproduksi saat-saat tersebut.

4. Beban Pemerintahan

Beban pemerintahan merupakan jenis beban yang digunakan untuk instansi pemerintahan dan penerangan jalan.

5. Beban Rumah Tangga

Beban Rumah Tangga merupakan pelanggan perseorangan yang tenaga listriknya digunakan untuk keperluan rumah tinggal. Beban Rumah Tangga pada umumnya berupa rumah untuk tempat tinggal, rumah kontrakan, rumah susun perorangan, rumah susun perumnas, asrama keluarga pegawai perusahaan swasta, asrama mahasiswa.

Dari klasifikasi beban listrik yang telah dijelaskan dan dikelompokkan diatas Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara termasuk dalam golongan beban sosial karena bergerak dalam bidang Pendidikan.

2.3.3 Tarif Dasar Listrik

Tarif dasar listrik atau biasa disingkat TDL adalah tarif yang boleh dikenakan oleh pemerintah untuk para pelanggan PLN. PLN adalah satu-satunya perusahaan yang boleh menjual listrik secara langsung kepada masyarakat Indonesia. Berdasarkan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.28 tahun 2016[18],telah ditetapkan tarif dasar listrik yang diberlakukan sama di seluruh wilayah Republik Indonesia. Dalam peraturan Menteri ini ada hal yang baru ditetapkan, yakni tarif *adjustment*. Maksud dari tarif *adjustment* ini adalah tarif yang dikenakan pada pelanggan, akan terus disesuaikan setiap bulan dengan biaya produksi listrik. Dalam komponen biaya produksi listrik sendiri ada tiga faktor yang mempengaruhi, yakni nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika, harga minyak bumi Indonesia dan Inflasi. Tetapi tarif *adjustment* ini tidak berlaku untuk konsumen rumah tangga kecil 450-900 VA, industri kecil dan pelanggan sosial.

Pelanggan yang termasuk dalam golongan tarif sosial adalah pelanggan badan sosial yang tenaga listriknya digunakan untuk kegiatan sosial. Khusus golongan tarif S-3 dibedakan lagi menjadi kegiatan sosial murni dan kegiatan sosial komersial. Perbedaan penggolongan antara sosial murni dan sosial komersial adalah:

1. Sosial Murni

Kegiatan menyangkut kepentingan orang kebanyakan strata sosial bawah seperti: rumah sakit pemerintah, rumah ibadah, Gedung kantor pemerintah, panti sosial, sekolah/perguruan tinggi negri.

2. Sosial Komersial

Kegiatan yang menyangkut pelayanan untuk strata sosial menengah ke atas, terutama yang lebih berorientasi kearah pengembangan (*Self Propelling Growth*)

seperti: rumah sakit swasta, sekolah/perguruan tinggi swasta, Lembaga riset swasta, pusat Pendidikan dan Latihan perusahaan swasta.

Karena Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara merupakan instansi yang bergerak dibidang sosial maka tarif yang di gunakan disini adalah tarif dasar listrik khususnya untuk keperluan pelayanan golongan sosial kategori sosial komersial yaitu S-3/TM. Dengan daya listrik terpasang sebesar 1.100 kVA atau 1.100.000 VA.

Tabel 2. 1 Tarif dasar listrik untuk keperluan pelayanan sosial

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	S-1/TR	220 VA	-	Abonemen per bulan (Rp) :14.800	-
2	S-2/TR	450 VA	10.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh :123	325
				Blok II : di atas 30 kWh s.d. 60 kW :265	
				Blok III : di atas 60 kWh :360	
3	S-2/TR	900 VA	15.000	Blok I : 0 s.d. 20 kWh :200	455
				Blok II : di atas 20 kWh s.d. 60 kWh :295	
				Blok III : Di atas 60 kWh :360	
4	S-2/TR	1.300 VA	*)	605	708
5	S-2/TR	2.200 VA	*)	650	760
6	S-2/TR	3.500 VA	*)	755	900
		s.d. 200 kVA			
7	S-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times P \times 735$ Blok LWBP = $P \times 735$ kVArh = 925^{***})	-
<p>Catatan:</p> <p>*) Diterapkan Rekening Minimum (RM) : $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$</p> <p>***) Diterapkan Rekening Minimum (RM) : $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian Blok LWBP.}$ Jam nyala: kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.</p> <p>***) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).</p> <p>K: Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban system kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.</p> <p>P: Faktor pengali untuk pembeda antara S-3 bersifat sosial murni dengan S-3 bersifat sosial komersial.</p> <p>Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial murni $P = 1$.</p> <p>Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial komersial $P = 1,3$.</p> <p>Kategori S-3 bersifat sosial murni dan S-3 bersifat sosial komersial ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara dengan mempertimbangkan kemampuan bayar dan sifat usahanya.</p> <p>WBP : Waktu Beban Puncak.</p> <p>LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.</p>					

2.3.4 Sistem Tata Udara

Pengadaan suatu sistem tata udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembapan, kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Untuk kondisi iklim Indonesia (tropis), proses pengkondisian udara yang berupa pendinginan banyak sekali digunakan. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Semakin nyaman suatu ruangan tentu akan meningkatkan tingkat produktifitas didalamnya. Sistem tata udara terdiri dua jenis yaitu:

1. Sistem Tata Udara Alami

Sistem tata udara alami hanya mengandalkan tata ruang dan aliran udara sekitar bangunan gedung. Untuk ruangan yang tidak menggunakan peralatan pendingin udara harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan ventilasi silang agar aliran udara dapat berjalan. Sistem tata udara alami ini berupa jendela, pintu, ventilasi, dan lain-lain.

2. Sistem Tata Udara Buatan

Sistem tata udara buatan digunakan untuk mengendalikan kondisi termal, kualitas, dan sirkulasi udara di dalam ruangan untuk memenuhi persyaratan kenyamanan termal penggunaan bangunan. Sistem tata udara buatan biasanya menggunakan AC (*Air Conditioner*) sebagai pendingin ruangan yang merupakan paling banyak digunakan di negara-negara tropis seperti Indonesia.

1) *Air Conditioner* (AC)

Air Conditioner terdiri dari kata “Air” (udara) dan “Conditioner” (faktor penentu, kondisi penyesuaian), yang juga bisa di katakana sebagai conditioner. AC sering juga disebut pendingin ruangan karena salah satu fungsinya untuk mendinginkan udara dalam ruangan, Jika suhu dalam ruangan terasa sangat panas, nyalakan AC, dan udara panas akan terserap, sehingga menurunkan suhu udara di dalam ruangan. Dan, jika udara di dalam ruangan dingin atau berkurang, sistem pendingin udara akan menaikkan suhu untuk menjaga udara pada tingkat yang ditentukan oleh pengguna. Temperatur dan kelembaban udara disesuaikan dengan pengaturan AC dan desain bangunan. Kebutuhan daya pada sistem pengkondisian udara (AC) ditentukan oleh kondisi ruang meliputi volume ruang, posisi terhadap arah

matahari, posisi terhadap ruang lain dan sistem insulasinya. *British Thermal Unit* (BTU) adalah satuan yang digunakan dalam kebutuhan daya AC sebuah ruangan. Perhitungan kapasitas AC dalam suatu ruangan dihitung dalam satuan BTU.[19] Untuk menghitung kebutuhan AC sesuai ukuran ruangan menggunakan persamaan:

$$BTU = \frac{p \times l \times t \times I \times E}{60} \quad (2.6)$$

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 dilantai bawah)

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

E =Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap ke Utara

=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 seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Konversi AC Daikin Dari PK ke BTU

NO	PK AC	BTU/hour
1	½ PK	4.282
2	¾ PK	6.423

NO	PK AC	BTU/hour
3	1 PK	8.564
4	1,5 PK	12.846
5	2 PK	17.128

Sebelum menentukan ukuran AC, yang pertama perlu anda tentukan saat membeli adalah mengetahui jenis AC. Ada beberapa macam jenis AC, yaitu:

- a. AC Split
- b. AC Window
- c. AC Floor
- d. AC Cassete



Gambar 2. 5 Air Conditioner (AC)

Berdasarkan beberapa macam jenis AC diatas, pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara hamper menggunakan AC merk Daikin jenis AC Split dan AC Cassete.

2.3.5 Sistem Pencahayaan

Dalam pedoman standar pencahayaan haruslah dipahami mengenai cahaya dan sistem satuan, agar tidak mengalami kesulitan dalam hal pengukuran pencahayaan di lapangan serta batasan luas bidang kerja yang diukur. Cahaya adalah suatu gejala fisis, perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik yang artinya cahaya juga merupakan suatu

gejala getaran. Jika dimasukkan dalam suatu persamaan antara kecepatan rambat dan frekuensi maka dapat ditentukan nilai panjang gelombang sebagai berikut.[20].

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (2.7)$$

dimana:

λ = panjang gelombang (m)

v = kecepatan rambat cahaya (m/s)

f = frekuensi (Hz)

Pada Tabel 2.3 tingkat pencahayaan di Lembaga Pendidikan dan Perkantoran sesuai standar SNI 03-6197-2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

Tabel 2. 3 Standar Pencahayaan Lembaga Pendidikan dan Perkantoran[21]

No	Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
1	Ruang Kelas	350
2	Perpustakaan	300
3	Laboratorium	500
4	Ruang Gambar	750
5	Kantin	200
6	Musholla	200
7	Ruang Kerja/Kantor	350
8	Ruang Rapat	300
9	Lobi/Koridor	100

Cahaya memiliki satuan-satuan yang telah di tetapkan sebagai berikut:

1. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan pancaran dari sumber cahaya yang memancarkan energi ke segala arah dalam satu ruangan. Menurut besaran dan satuan, satuan

dari intensitas cahaya adalah candela (cd).[20]. Persamaan intensitas cahaya adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.8)$$

dimana:

I = Intensitas cahaya (cd)

Φ = Fluks cahaya (lumen)

ω = Sudut ruang (steradian)

2. Flux Cahaya

Flux cahaya merupakan jumlah cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Satuan dari flux cahaya adalah lumen. Jika dikaitkan dengan daya listrik satu watt cahaya memiliki panjang gelombang 555 nm nilainya sama dengan 680 lumen.[20]. Nilai flux cahaya dapat diketahui melalui persamaan:

$$\Phi = W \times L/w \quad (2.9)$$

dimana:

Φ = Fluks Cahaya (lumen)

W = Daya Lampu (watt)

L/w = Luminous Efficacy Lamp (lumen/watt)

3. Luminasi

Luminasi adalah ukuran terangnya suatu benda pada suatu cahaya maupun permukaan, Luminasi memiliki satuan yaitu Candela (cd). Persamaan luminasi adalah sebagai berikut.[20]

$$L = \frac{I}{A} \quad (2.10)$$

dimana:

L = Luminasi (cd/m²)

I = Intensitas cahaya (cd)

A = Luas permukaan (m²)

4. Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan disebut juga iluminasi atau kekuatan penerangan.

Intensitas penerangan pada suatu ruangan adalah fluks cahaya yang menyinari

permukaan. Satuan dari intensitas penerangan adalah lux dengan persamaan sebagai berikut.[20]

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2.11)$$

dimana:

E = Intensitas penerangan (lux)

Φ = Fluks cahaya (lumen)

A = Luas permukaan bidang (m²)

Beban penerangan/lampu merupakan beban yang paling sering digunakan di perkantoran, lingkungan Pendidikan maupun di rumah tinggal. Beban penerangan/lampu memiliki beberapa jenis yaitu:

1. Lampu Pijar

Saat arus mengalir, lampu jenis ini memancarkan cahaya dengan filamen. Sehingga cahaya dari kabel kawat berubah menjadi energi cahaya. Lampu jenis ini sangat mudah menyala, tetapi sangat panas untuk digunakan dalam waktu yang lama. Sehingga lampu jenis ini cukup boros energi, warna lampu pijar adalah kuning, dan temperatur dari warnanya 2'500-2'700 K (Kelvin). Lampu yang telah dikembangkan oleh Thomas Alfa Edison ini menggunakan *filamen tungsten*, yaitu filamen yang diisi nitrogen, argon, k, hidrogen, dan lain-lain dalam bola kaca. Dibandingkan dengan lampu TL, lampu ini membutuhkan lebih banyak energi untuk mencapai kecerahan yang sama.



Gambar 2. 6 Lampu Pijar

2. Lampu TL

Alasan lampu menyala adalah karena bahan fosfor mengubah sinar ultraviolet menjadi cahaya. Lampu jenis ini lebih terang dan lebih efisien daripada lampu

pijar. Lampu TL lebih hemat energi daripada lampu pijar karena lebih terang. Lampu TL saat ini juga memiliki banyak varian dan bentuk yang disebutkan di atas, dengan alat kelengkapan berulir yang biasa digunakan untuk bola lampu biasa. Lampu TL atau *fluorescent* memiliki watt yang lebih kecil (listrik) dan lebih murah dibandingkan membeli lampu pijar biasa. Saat ini lampu TL memiliki berbagai bentuk, aksesoris pemasangan dan warna lampu, ada yang putih, kuning dan warna lain. Untuk mencapai keseimbangan antara harga dan masa pakai, lampu TL banyak digunakan untuk menerangi toko, pusat perbelanjaan, dan tempat lain yang membutuhkan pencahayaan terang dan lebih hemat energi.



Gambar 2. 7 Lampu TL

3. Lampu Metal Halide (Merkuri)

Lampu Metal Halide adalah lampu listrik yang menghasilkan cahaya dengan busur (kawat seperti busur) listrik melalui campuran gas dari uap merkuri dan logam halida (senyawa logam dengan bromin atau iodin). Lampu metal halida memiliki kekuatan cahaya tinggi sekitar 75-100 lumen per Watt yaitu sekitar dua kali lipat dari lampu uap merkuri dan tiga sampai lima lebih kuat dari lampu pijar, dan menghasilkan cahaya putih yang terang. Daya tahan lampu ini 6.000 sampai 15.000 jam. Jenis lampu ini merupakan salah satu sumber lampu yang paling efisien dengan CRI yang tinggi. Dari tahun ke tahun logam halida perkembangannya cepat dalam industri pencahayaan. Lampu ini digunakan secara meluas ke daerah komersial, industri ataupun ruang publik, seperti tempat parkir, arena olahraga, pabrik dan toko ritel, serta pencahayaan keamanan perumahan dan lampu otomotif (lampu xenon). Lampu ini terdiri dari kuarsa kecil yang menyatu ataupun tabung busur keramik yang berisi gas dan busur, tertutup di dalam bola kaca besar yang memiliki lapisan untuk menyaring sinar ultraviolet. Lampu ini juga beroperasi pada tekanan antara empat sampai 20

ATM, dan memerlukan perlengkapan khusus untuk bekerja dengan aman, dan memerlukan balast juga. Hanya saja lampu ini membutuhkan waktu pemanasan beberapa menit untuk mencapai cahaya putih secara penuh.



Gambar 2. 8 Lampu Metal Halide

4. Lampu Compact Fluorescent Lamp (CFL)

Lampu CFL atau lampu neon kompak sering disebut sebagai lampu hemat energi (LHE). Lampu CFL merupakan pengembangan dari lampu neon atau fluorescent lamp. Jenis lampu ini memiliki bentuk beragam, dari bulat, lurus memanjang, spiral, dan bulat panjang. Dibanding lampu pijar, lampu CFL memiliki pencahayaan lebih terang, umur pakai lebih panjang, serta lebih hemat energi.



Gambar 2. 9 Lampu CFL

5. Lampu LED

Lampu LED ini adalah lampu paling hemat energi. Lampu memiliki struktur kecil dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Selain itu warna yang dihasilkan juga dapat berwarna warni sehingga terlihat indah. Lampu LED ini adalah rangkaian semi konduktor, yang memancarkan cahaya saat diberi energi. Ciri khasnya berbeda dengan lampu TL yang harus memancarkan cahaya (*burn*) filamen atau partikel lampu pijar. Bohlam LED memancarkan cahaya melalui arus listrik yang tidak menghasilkan banyak panas. Oleh karena itu, lampu LED

terasa sangat dingin saat digunakan karena tidak menambah panas ruangan seperti halnya lampu pijar. Intensitas cahaya adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang dalam arah pancaran cahaya. Lampu LED juga memiliki warna lampu yang beragam yaitu putih, kuning dan warna lainnya. Salah satu variannya adalah bentuk lampu LED, dimana bentuk lampu LED pengganti bohlam bisa bermacam-macam.



Gambar 2. 10 Lampu LED

2.3.6 Peralatan Listrik Lainnya

Setiap orang pasti melakukan konsumsi, penggunaan energi listrik tentunya juga berkaitan dengan kegiatan sehari-hari yang memanfaatkan peralatan listrik atau alat-alat elektronik untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Beban elektronik dapat diartikan sebagai peralatan yang menggunakan atau menggunakan listrik agar dapat beroperasi secara normal. Adapun peralatan elektronik yang mengkonsumsi listrik untuk kebutuhan sehari hari yaitu:

1. Lemari Es

Lemari es atau kulkas adalah peralatan elektronik yang wajib ada di dalam rumah. Fungsi kulkas adalah untuk menyimpan dan mengawetkan bahan makanan mentah, sayur mayur, buah-buahan, minuman, dan makanan beku . Karena fungsinya sangat erat berkaitan dengan kebutuhan primer manusia yakni makanan dan minuman oleh karena itu kulkas sangat dibutuhkan di rumah. Mempelajari cara kerja kulkas atau lemari es sangat penting untuk memudahkan merawat alat elektronik tersebut. Selain itu, dengan memahami cara kerja kulkas Anda bisa lebih mudah menangani masalah yang berkaitan dengan kulkas.



Gambar 2. 11 Lemari Es

2. Pompa Air

Pompa air adalah jenis mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida melalui pipa dari satu tempat ke tempatlain. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi gerak poros untuk menggerakkan sudu-sudu menjadi energi tekanan pada fluida.



Gambar 2. 12 Pompa Air

3. Motor Lift

Lift adalah alat untuk mengangkat yang digerakkan dengan tenaga listrik, dapat turun naik, untuk mengangkat orang atau barang. Alat transportasi bangunan ini bergerak secara vertikal untuk membawa orang, barang, peralatan, maupun muatan dari satu tingkat ke tingkat yang lain. Biasanya, elevator digerakan oleh motor penggerak yang diletakan di bagian atas atau bagian bawah lift. Lift terdiri

dari beberapa bagian yaitu sistem pengontrol kecepatan, motor listrik, rel, kabin, poros, pintu (manual dan otomatis), unit penggerak, buffer, dan alat pengaman.



Gambar 2. 13 Motor Lift

4. Printer

Printer adalah perangkat keras jenis output yang digunakan untuk mencetak data dari yang semula berupa softcopy menjadi hardcopy. Pada umumnya, fungsi dari printer ini adalah sebagai alat pencetak atau menampilkan data dari komputer kepada user secara langsung. Data yang dicetak antara lain bisa seperti dokumen, arsip, surat dan juga dokumen penting. Dalam pengertian lain printer juga diartikan sebagai alat yang bisa menampilkan data ke dalam bentuk cetakan bisa berupa gambar, grafik maupun teks di atas kertas.



Gambar 2. 14 Printer

5. Proyektor

Proyektor adalah perangkat optik yang dapat memproyeksikan gambar atau gambar bergerak pada permukaan datar. Sebagian besar proyektor membuat gambar dengan menerangi objek dengan lensa transparan kecil, tetapi proyektor sekarang dapat menggunakan laser untuk memproyeksikan gambar secara

langsung. Dengan mengacu pada pengertian proyektor, maka fungsi proyektor adalah menampilkan objek atau data (teks, gambar, video) di komputer/laptop pada layar atau dinding. Proyektor dapat dengan mudah menampilkan objek berukuran lebih besar dan memiliki fleksibilitas tinggi.



Gambar 2. 15 Proyektor

6. Komputer

Komputer adalah perangkat keras yang berfungsi memanipulasi informasi atau data. Komputer adalah perangkat elektronik yang dapat diprogram yang menerima data mentah sebagai input dan memprosesnya dengan sekumpulan instruksi (program) untuk menghasilkan hasil sebagai output. Komputer adalah mesin yang dapat diprogram. Dua karakteristik utama dari sebuah komputer adalah: Ia menanggapi serangkaian instruksi tertentu dengan cara yang terdefinisi dengan baik, dan ia dapat mengeksekusi daftar instruksi yang telah direkam sebelumnya (sebuah program). Prinsip kerja komputer merupakan suatu alat elektronik yang dapat menerima input data dan mengolahnya menjadi suatu informasi, dengan menggunakan suatu program yang tersimpan di memorinya, serta dapat menyimpan program dan hasilnya pengolahan program tersebut secara otomatis.



Gambar 2. 16 Komputer

7. *Closed Circuit Television (CCTV)*

CCTV (*Closed Circuit Television*) adalah kamera yang digunakan untuk memata-matai, memantau, atau merekam kondisi suatu lokasi untuk tujuan keamanan. Oleh karena itu, kamera terintegrasi mengirimkan sinyal dari satu tempat ke layar monitor. Kamera keamanan ini adalah bagian penting dari peralatan untuk dipasang di area yang membutuhkan lebih banyak pengawasan. CCTV adalah alat yang memungkinkan Anda untuk merekam suatu peristiwa atau kejadian tanpa menggunakan operator. Sinyal yang ditangkap oleh CCTV ditutup atau tidak didistribusikan ke publik seperti siaran televisi. Kamera CCTV ini biasanya digunakan untuk secara otomatis memberikan pengawasan penuh terhadap suatu area tanpa memerlukan petugas penegak hukum. Toko, rumah, transportasi, kantor, sekolah. Beberapa kamera pengintai hanya menunjukkan apa yang terjadi, sementara yang lain dapat merekam apa yang terjadi tepat di depan Anda. Kedua opsi diserahkan kepada keinginan dan kebutuhan pengguna.



Gambar 2. 17 CCTV

8. Televisi

Televisi/Tv adalah sebuah alat penangkap siaran bergambar. Kata televisi berasal dari kata *tele* dan *vision*; yang mempunyai arti masing-masing jauh (*tele*) dan tampak (*vision*). Jadi televisi berarti tampak atau dapat melihat dari jarak jauh. Penemuan televisi disejajarkan dengan penemuan roda, karena penemuan ini mampu mengubah peradaban dunia. Televisi bekerja dengan cara menerima gelombang elektromagnetik dan merubahnya menjadi energi akustik dan cahaya yang bisa kita dengar dan lihat. Layar televisi menampilkan gambar yang berasal

dari ribuan titik-titik kecil (piksel) yang di tembak dengan elektron yang berenergi tinggi. Selain gambar, pemancar televisi juga membawa sinyal suara yang ditransmisikan bersama sinyal gambar. Gambar dipancarkan dengan sistem *Amplitudo Modulation* (AM), sedangkan suara dengan sistem *Frekuensi Modulation* (FM).



Gambar 2. 18 Televisi

2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) menyatakan besaran pemakaian energi listrik per satuan luas bangunan gedung yang besarnya telah ditetapkan sebagai standar baik oleh pemerintah Indonesia maupun negara negara lain yang tergabung dalam ASEAN ataupun APEC. IKE atau intensitas konsumsi energi listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m²/tahun[7]. Intensitas Konsumsi Energi Bangunan sesuai SNI dan IEEE192.1992 dapat dinyatakan pada persamaan rumus:

$$IKE = \frac{K_e}{L_b} \quad (2.12)$$

dimana:

IKE = Intensitas konsumsi energi listrik bangunan (kWh/m²)

K_e = Konsumsi energi bangunan (kWh)

L_b = Luas total bangunan gedung (m²)

Untuk standart IKE Bangunan Gedung juga juga perlu di perhitungkan dalam intensitas konsumsi energi. Standart IKE Gedung Bangunan Gedung pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Standar IKE Bangunan Gedung[7]

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

Untuk standart Nilai Intensitas Konsumsi Energi listrik juga perlu di perhitungkan Standart Nilai IKE pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Standar Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)[7]

No	kWh/m ² /tahun (kWh/m ² /bulan)	Keterangan
1	Sangat Efisien 50,04 – 95,04 (4,17 – 7,92)	Desain gedung secara standar tata cara perencanaan teknis konservasi energi; Pengoperasian peralatan energi dengan menerapkan prinsip manajemen energi; Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur.
2	Efisien 95,04 – 144,96 (7,92 – 12,08)	Pengelolaan gedung / peralatan energi dilakukan dengan prinsip manajemen energi; Pemeliharaan peralatan dilakukan sesuai dengan prosedur; Energi penggunaan energ masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu.
3	Cukup Efisien 144,96 – 174,96 (12,08, - 14,58)	Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi; Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan.
4	Agak Boros 174,96 – 230,04 (14,58 – 19,17)	Pengeporasian dan pemeliharaan gedung dengan belum mempertimbangan prinsip – prinsip manajemen energi; Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efesiesnsi yang mungkin dilakukan.

No	kWh/m ² /tahun (kWh/m ² /bulan)	Keterangan
5	Boros 230,04 – 285 (19,17 – 23,75)	Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengeporasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi; Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah – langkah perbaikan sehingga peborosan energi dapat di hindari.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia Nomor 03-6196-2000[22],tentang Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung, besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung dapat dilakukan.[4]

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 14 tahun 2012 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. 13 Tahun 2012.[2]

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

$$\text{IKE ber AC} = \frac{\text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai Ber AC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi Energi}-\text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (2.13)$$

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

$$\text{IKE tidak ber AC} = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}-\text{Konsumsi Energi AC (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (2.14)$$

Sebagaimana pada Tabel 2.6 elah ditetapkan standard untuk IKE Gedung Ber AC dan Gedung tidak ber AC.

Tabel 2. 6 Standar IKE Gedung Ber AC dan Gedung Tidak Ber AC[2]

No	Gedung Ber AC kWh/m ² /bulan		No	Gedung Tidak Ber AC kWh/m ² /bulan	
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

2.5 Audit Energi

Audit energi adalah kegiatan untuk mengetahui pola pemakaian energi dari peralatan pengguna energi yang ada di gedung. Tujuan dilakukan audit energi, adalah untuk menentukan cara yang terbaik untuk mengurangi penggunaan energi per satuan output dan mengurangi biaya operasi gedung. Suatu kegiatan audit energi adalah merupakan alat untuk mendukung program konservasi energi disuatu fasilitas pengguna energi. Istilah konservasi energi ini harus dibedakan dengan penghematan energi. Konsep yang berlaku dari konservasi energi ini adalah suatu kegiatan untuk mendukung pemakaian energi yang tepat dan efisien pada suatu fasilitas pengguna energi tanpa mengurangi produktifitas atau kenyamanannya. Untuk mencapai ini diperlukan batasan-batasan standar yang harus ditaati.[23]

Manajemen energi didefinisikan sebagai pendekatan sistematis dan terpadu untuk melaksanakan pemanfaatan sumber daya energi secara efektif, efisien dan rasional tanpa mengurangi kuantitas maupun kualitas fungsi utama gedung. Langkah pelaksanaan manajemen energi yang paling awal adalah audit energi. Audit energi ini meliputi analisis profil penggunaan energi, mengidentifikasi pemborosan energi dan menyusun langkah pencegahan. Dengan audit energi, dapat diperkirakan energi yang akan dikonsumsi sehingga dapat diketahui penghematan yang bisa dilakukan.[12]

Bangunan gedung merupakan salah satu sektor negara dengan konsumsi energi 23% dari konsumsi energi total seluruh sektor. Konsumsi energi kategori bangunan gedung di negara Indonesia masih tergolong boros, dikarenakan berbagai hal baik secara teknis maupun non teknis. Secara teknis berasal dari banyaknya pemakaian

alat-alat pengonsumsi energi listrik teknologi tinggi yang pada umumnya menggunakan piranti elektronika dan masih menggunakan alat-alat listrik yang boros energi. Adapun secara non teknis adalah berasal dari perilaku konsumen PLN yang mengabaikan aspek-aspek hemat energi sederhana, seperti memakai energi listrik secara berlebihan, jorok dalam menggunakan alat-alat listrik dan banyak lagi yang lain. Audit energi yang paling mudah dilakukan adalah pada penggunaan listrik suatu bangunan. Data yang dibutuhkan adalah luas total bangunan, tingkat pencahayaan ruang, intensitas daya terpasang, konsumsi energi, juga biaya energi bangunan. Dari prosedur audit yang telah dilakukan selama ini, ada sejumlah aksi yang direkomendasikan. Misalnya dengan menseting thermostat ke angka tertentu untuk mendapatkan penghematan pada suatu ruangan dengan AC. Atau langkah sederhana lain, mengganti lampu pijar dengan lampu *fluorescence* bisa menekan 15-20 persen penggunaan listrik.[12]

Untuk mengetahui penggunaan energi pada gedung diperlukan audit energi sebagai alat bantu. Dengan audit energi, akan diketahui pemakaian energi dan keborosan penggunaan energi pada gedung sehingga diambil tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan pemakaian energi tersebut dan pengelolaan energinya menjadi baik. Pada bangunan gedung, sistem pengguna energi dapat dikelompokkan pada empat pengguna energi terbesar yaitu: sistem pencahayaan, sistem AC, dan peralatan kantor lainnya. Audit energi adalah untuk mengetahui pola pemakaian energi dari peralatan pengguna energi yang ada di gedung dengan tujuan untuk mengurangi penggunaan energi dan mengurangi biaya operasi gedung.[7]. Ada beberapa jenis audit energi, yaitu:

1. Audit Energi Awal

Audit energi awal merupakan pengumpulan contoh informasi dini serta menghadirkan sebutan-sebutan semacam audit pendek serta survei dini. Audit energi awal pada prinsipnya bisa dicoba *owner*/pengelola bangunan gedung yang bersangkutan bersumber pada informasi rekening pembayaran tenaga yang dikeluarkan serta pengamatan visual. Aktivitas audit energi awal meliputi pengumpulan informasi tenaga bangunan dengan informasi yang ada seperti:

- a. Denah bangunan Gedung.
- b. Denah instalasi pencahayaan Gedung.

- c. Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan.
2. Audit Energi Terinci
- Audit Energi rinci ialah tindak lanjut yang dicoba jikalau dari analisa tadinya nilai IKE lebih besar dari nilai sasaran yang di tetapkan. Audit energi rinci dilakukan buat mengenali profil pemakaian tenaga pada bangunan gedung, sehingga bisa dikenal perlengkapan pengguna tenaga apa saja yang konsumsi energinya lumayan besar. Aktivitas yang dicoba pada audit tenaga rinci diantaranya:
- a. Penelitian konsumsi energi.
 - b. Pengukuran energi.
 - c. Identifikasi PHE.
 - d. Analisa PHE.

2.6 Peluang Hemat Energi (PHE)

Peluang Hemat Energi (PHE) dilakukan apabila nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari hasil pengukuran melebihi dari nilai standar. Menurut PP No.70 Tahun 2009 pasal 12 tentang konservasi energi yang menjelaskan adanya penghematan energi.[24]. Cara membandingkan hasil perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan Gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan tidak mengurangi kenyamanan penghuni ataupun produktivitas di lingkungan kerja. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan usaha antara lain.[25]

1. Mengurangi sekecil mungkin pemakaian energi (mengurangi kWh dan jam operasi).
2. Memperbaiki kinerja peralatan.
3. Penggunaan sumber daya yang murah.
4. Mematikan energi listrik yang tidak digunakan. Misalnya: mematikan AC, lampu, kulkas, dll, di tiap kamar yang sedang tidak dipergunakan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2023.

3.1.2 Tempat

Adapun lokasi yang digunakan sebagai objek penelitian tugas akhir ini adalah Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3. 1 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

3.1.3 Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Uraian	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Kajian Literatur	■					
2	Penyusunan Proposal Penelitian	■					
3	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3	■	■				
4	Seminar Proposal Penelitian			■			
5	Penelitian dan Pengambilan Data			■	■		
6	Pengolahan dan Analisa Data				■		
7	Seminar Hasil Penelitian					■	
8	Sidang Akhir						■

3.2 Alat Penelitian

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk melakukan Analisa dan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Lux Meter

Cara kerja lux meter adalah dengan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Alat ini memiliki sensor dengan sel foto atau photodiode yang diletakkan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya. Bagian-bagian dari Lux Meter:

- a. Layar = Mmenampilkan hasil pengukuran
- b. Tombol *On/Off* = Menyalakan dan mematikan alat
- c. Tombol *Range* = Tombol kisaran ukuran
- d. *Zero adjust VR* = Pengkalibrasi alat (jika terjadi error)
- e. Sensor Cahaya = Membaca/mengukur cahaya



Gambar 3. 2 Lux Meter

2. *Laser Distance Meter*

Laser distance meter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur jarak tertentu menggunakan laser yaitu hanya dengan mengarahkan laser ke batas jarak yang ingin diukur, alat ini dapat menunjukkan dengan cepat hasil dari pengukuran jarak dari suatu objek ke objek lainnya. Bagian-bagian pada *Laser Distance Meter*:

- a. Layar = Penampil hasil pengukuran
- b. Laser = Pengukur jarak dari posisi alat ke objek
- c. Tombol *On/Off* = Menghidupkan dan mematikan alat
- d. *Waterpass* = Titik seimbang alat
- e. Tombol ukur = Tombol untuk mulai menghitung jarak
- f. Tombol *Units* = Tombol untuk mengganti satuan pada alat
- g. Tombol *clear* = Tombol untuk membersihkan data yang diukur



Gambar 3. 3 *Laser Distance Meter*

3.3 Data Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengambil data primer dan sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang di peroleh dari hasil pengukuran, perhitungan, wawancara, dan pengamatan langsung dilapangan, data tersebut yaitu:

1. Sistem Tata Udara

- a. *Air Conditioner (AC)*

2. Sistem Pencahayaan

- a. Lampu TL
- b. Lampu SL
- c. Lampu Pijar
- d. Lampu LED
- e. Lampu *Metal Halide*

3. Peralatan Listrik Lainnya

- a. Komputer
- b. Proyektor
- c. Televisi
- b. Dispenser
- c. Motor Lift
- d. Mesin Pompa Air
- e. Lemari Es
- d. Printer

4. Luas Bangunan

- a. Luas Lantai 1
- b. Luas Lantai 2
- c. Luas Lantai 3
- d. Luas Lantai 4
- e. Luas Lantai 5
- f. Luas Lantai 6
- g. Luas Lantai 7

3.3.2 Data Sekunder

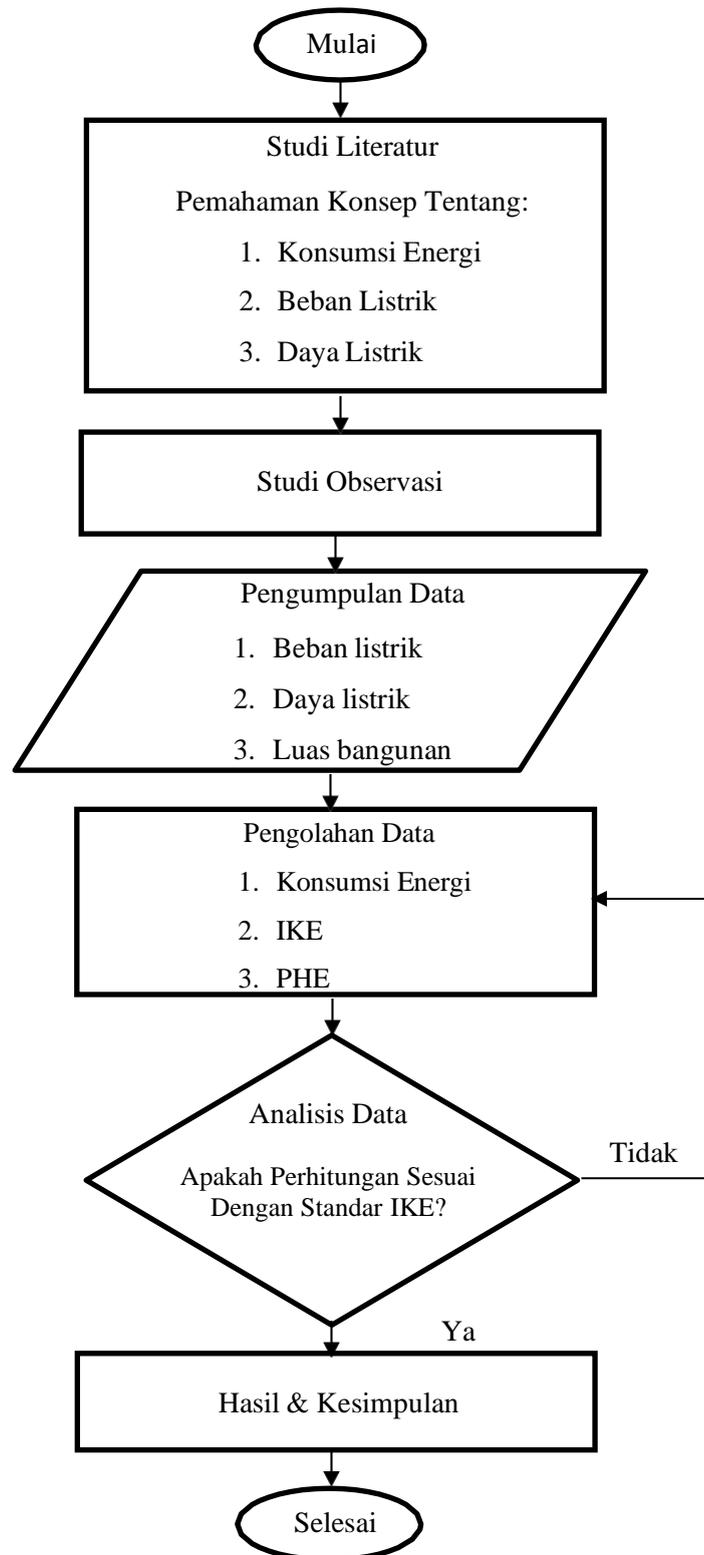
Data sekunder adalah data yang bersumber dari buku referensi, jurnal, catatan internal, dan skripsi yang relevan.

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pelaksanaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur untuk memperoleh berbagai sumber teori dan konsep untuk mendukung penelitian.
2. Menyiapkan alat penelitian.
3. Melakukan pengumpulan data daya listrik, beban listrik, dan luas bangunan.
4. Melakukan Analisis konsumsi energi.
5. Melakukan Analisis nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE).
6. Melakukan Analisis Peluang Hemat (Energi PHE).
7. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan Analisa yang telah dilakukan.
8. Selesai.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Keterangan Diagram Alir Penelitian:

1. Studi Literatur

Melakukan kegiatan pengumpulan bahan-bahan dan referensi seperti jurnal atau skripsi yang relevan tentang:

- a. Konsumsi Energi
- b. Beban Listrik
- c. Daya Listrik
- d. Audit Energi

2. Studi Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung objek-objek tertentu pada lokasi dilakukannya penelitian untuk memperoleh sejumlah data dan informasi terkait objek yang akan di teliti.

3. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data primer dan sekunder yang akan diteliti dengan cara observasi ke lapangan dan mewawancarai staff/pegawai yang bertugas di bidang tersebut, tentang:

- a. Beban Listrik
- b. Daya Listrik
- c. Luas Bangunan

4. Pengolahan Data

Melakukan pengolahan data mentah menjadi informasi yang berguna atau bermanfaat. Dengan cara mengolah data konsumsi energi, Intensitas Konsumsi Energi, dan Peluang Hemat Energi menggunakan program Excel.

5. Analisa Data

Melakukan Analisa data dengan tujuan untuk menemukan informasi yang dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memecahkan suatu masalah. Dengan melakukan analisis pada data yang telah di olah, apakah sesuai dengan standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang telah di tetapkan.

6. Hasil dan Kesimpulan

Memaparkan hasil penelitian untuk memberikan penjelasan dan interpretasi atas hasil penelitian yang telah dianalisis. Kemudian menarik kesimpulan berdasarkan uraian yang telah di paparkan dari penelitian.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis Intensitas Konsumsi Energi yang telah dilakukan pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis konsumsi energi pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara diperoleh pemakaian energi listrik dalam 1 bulan (26 hari kerja) sebesar 97.175,9 kWh/bulan, dengan penggunaan energi listrik Gedung terbagi menjadi 3, yaitu untuk sistem pencahayaan 5%, sistem tata udara 73%, serta peralatan listrik lainnya 22%. Jika dihitung biaya pembayaran listrik dalam 1 bulan sebesar Rp.102.520.549,-.
2. Analisis nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yaitu:
 - a. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung G = 19,2 kWh/m²/bulan, termasuk dalam kategori “Boros”.
 - b. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik Gedung Ber AC = 27 kWh/m²/bulan, termasuk dalam kategori “Sangat Boros”.
 - c. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik Gedung Tidak Ber AC = 5,2 kWh/m²/bulan, termasuk dalam kategori “Sangat Boros”.
 - d. Kondisi Sistem Tata Udara (AC) pada Gedung belum sesuai standar BTU/h, dari total 64 ruangan yang sesuai dengan standar 9% (6 ruang), yang melebihi standar 85% (54 ruang), dan yang dibawah standar 6% (4 ruang).
 - e. Kondisi Sistem Pencahayaan (Lux) pada Gedung dibawah standar SNI 6197:2020, dari total 104 ruangan yang sesuai dengan standar 7% (7 ruang), yang melebihi standar 21% (22 ruang), dan yang dibawah standar 72% (75 ruang).
3. Peluang Hemat Energi (PHE) pada Sistem Tata Udara dilakukan dengan mengurangi kapasitas AC sesuai standar *British Thermal Unit hour* (BTU/h) pada seluruh ruangan dan didapatkan hasil penghematan konsumsi energi sebesar 28.529 kWh/Bulan. Peluang Hemat Energi dari yang awalnya energi di konsumsi sebesar 97.175,9 kWh/m²/bulan menjadi 68.646,9 kWh/m²/bulan

setelah dilakukan PHE pada Sistem Tata Udara (AC). Kemudian nilai IKE Gedung Ber AC dan IKE Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dihitung kembali dan diperoleh nilai IKE Gedung Ber AC sebesar 18,2 kWh/m²/bulan, berada pada kategori “Agak Boros”. Nilai IKE Gedung G sebesar 13,6 kWh/m²/bulan, berada pada kategori “Cukup Efisien”.

5.2 Saran

Dari hasil analisis Intensitas Konsumsi Energi pada Gedung G Universitas 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.
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. Meningkatkan intensitas pencahayaan (Lux) yang dibawah standar SNI 6097:2020 dengan menghimbau kepada seluruh pengguna gedung untuk melakukan pemanfaatan pencahayaan alami dengan membuka gorden jendela karena peran pencahayaan alami sangat penting pada pencahayaan ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. T. Helena Hutabarat and M. Fitra Zambak, “JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering) Penghematan Konsumsi Energy Melalui Analisa Ike Di Kampus Ii Efarina Pematangsiantar Energy Consumption Savings Through Ike Analysis At Campus Ii Efrina Pematangsiantar,” *JESCE*, vol. 5, no. 1, p. 2021, doi: 10.31289/jesce.v5i1.5009.
- [2] S. Salim, A. I. Tolago, and M. R. P. Syafi'i, “ID-101 Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan Listrik Di Fakultas Teknik UNG,” 2022.
- [3] “Permen Esdm No. 14 Tahun 2012.”
- [4] J. C. Teruna, “Audit Energi Awal Melalui Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik (Studi Kasus Pada Gedung Politeknik Muara Teweh),” *Elektr. Borneo*, vol. 5, no. 2, pp. 27–30, 2019.
- [5] President of Indonesia, “President Regulation No. 5 Year 2006: National Energy Policy.” 2006.
- [6] A. HADI, “Analisa Proses Evaluasi Dan Efisiensi Energi Listrik Di Gedung D Politeknik Negeri Bengkalis,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2020, pp. 204–209.
- [7] F. S. Desky, S. Hardi, R. Rohana, and M. Harahap, “Intensitas Konsumsi Energi Listrik Dan Analisa Peluang Hemat Energi Pada Gedung A, B Dan M Di Kampus Universitas Pembangunan Panca Budi,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 104–108, 2022.
- [8] Presiden RI, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 70/ 2009 Konservasi Energi,” pp. 1–17, 2009.
- [9] S. N. Indonesia, “SNI 6390:2011,” 2011.
- [10] S. Riyadi and J. M. Tambunan, “Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan Dan Air Conditioning Di Gedung Graha Mustika Ratu,” in *Prosiding Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi)*, 2018, pp. 107–121.
- [11] A. N. Saputra, I. B. G. Manuaba, and R. S. Hartati, “Upaya Konservasi Energi Listrik Pada Kawasan Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung

- Mangunpraja Mandala,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 1, p. 41, May 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i01.p06.
- [12] A. W. Biantoro and D. S. Permana, “Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten,” 2017.
- [13] A. Wahid, “Analisis kapasitas dan kebutuhan daya listrik untuk menghemat penggunaan energi listrik di fakultas teknik universitas tanjungpura,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [14] R. PERMADI, “Analisis Aliran Daya Pada Jalur Kelistrikan Gedung Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Menggunakan Software ETAP 12.6,” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2022. [Online]. Available: <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/18815>
- [15] A. Razikin, “Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi),” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [16] E. Zondra and H. Yuwendius, “Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Gedung Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah I Pekanbaru,” *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 50–58, 2019.
- [17] J. Mangapul Tambunan, “Analisis Pengaruh Jenis Beban Listrik Terhadap Kinerja Pemutus Daya Listrik Di Gedung Cyber Jakarta.”
- [18] ESDM, “Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 tahun 2016,” *Esdm*, no. 879. pp. 2004–2006, 2016.
- [19] Y. Hery Istianto and S. Karim, “Analisis Perbandingan Perencanaan Ac Central Dan Ac Split Di Gedung Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin.”
- [20] S. Rahma Maulida, M. Galina, and J. Welman Simatupang, “Analisis Intensitas Konsumsi Energi RS Medirossa Cikarang,” 2018.
- [21] SNI-6197-2020, “Konservasi energi pada sistem pencahayaan,” *Standar Nas. Indones.*, pp. 1–38, 2020.
- [22] Badan Standarisasi Nasional, “Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung,” *Sni 03-6196-2000*, p. 14, 2011.

- [23] S. Ayu Kartika, J. Pupuk Raya, and K. Timur, “Analisis Konsumsi Energi Dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus: Gedung Perkantoran Dan Kompleks Perumahan TI)”.

- [24] A. Wicaksono and P. Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, “Audit Energi Dan Peluang Hemat Energi Listrik Di Sekolah Dasar Islam Al Azhar 21 Pontianak Pontianak.”

- [25] B. Triyono, E. Darmana², A. Politeknik, and B. Akpelni, “Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Hotel Sebagai Upaya Mendapatkan Peluang Hemat Energi.”

Lampiran 1- Perhitungan *British Thermal Unit Hour* (BTU/h)

Lantai 1

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	RUANG RADIO	37,72	24,6	10,82	10	20	60	33.467
2	BIRO & PRODI FIKTI	24,6	24,6	13,12	10	20	60	26.466
3	RUANG DEKAN FIKTI	14,76	24,6	13,12	10	20	60	15.879
4	RUANG WD 1 FIKTI	10,82	25,25	13,12	10	20	60	11.948
5	RUANG WD 3 FIKTI	10,82	24,6	13,12	10	17	60	9.895
6	CDAC	24,6	24,6	13,12	10	17	60	22.496
7	RUANG LP2M	42,64	24,6	13,12	10	17	60	38.993
8	RUANG PPAK	10,82	24,6	13,12	10	17	60	9.895
9	RUANG PANEL	13,12	18,04	13,12	10	20	60	10.351

Lantai 2

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	BIRO TEKNIK	32,8	24,6	9,84	10	20	60	26.466
2	LAB. KOMPUTER TEKNIK	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
3	RUANG PRODI T.ELEKTRO	11,48	24,6	9,84	10	17	60	7.874
4	RUANG PRODI T.MESIN	11,48	24,6	9,84	10	17	60	7.874
5	RUANG PRODI T.SIPIL	11,48	25,25	9,84	10	17	60	8.082
6	RUANG DEKAN TEKNIK	14,76	24,6	9,84	10	17	60	10.123
7	RUANG WD 1 TEKNIK	9,84	24,6	9,84	10	17	60	6.749
8	RUANG WD 3 TEKNIK	9,84	24,6	9,84	10	17	60	6.749
9	RUANG SRCC,MBKM	37,72	24,6	9,84	10	20	60	30.436
10	RUANG KERJA DOSEN	37,72	24,6	9,84	10	20	60	30.436
11	RUANG PANEL	13,12	18,04	9,84	10	20	60	7.763

Lantai 3

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	KELAS 301	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
2	KELAS 302	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
3	KELAS 303	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
4	KELAS 304	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
5	RUANG KERJA DOSEN 1	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
6	RUANG KERJA DOSEN 2	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
7	LAB. KOMPUTER FIKTI	49,2	24,6	9,84	10	17	60	33.744
8	RUANG PANEL	13,12	18,04	9,84	10	20	60	7.763

Lantai 4

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	KELAS 401	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
2	KELAS 402	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
3	KELAS 403	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
4	KELAS 404	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
5	KELAS 405	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
6	KELAS 406	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
7	KELAS 407	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
8	KELAS 408	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
9	RUANG PANEL	13,12	18,04	9,84	10	20	60	7.763

Lantai 5

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	KELAS 501	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
2	KELAS 502	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
3	KELAS 503	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
4	KELAS 504	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
5	KELAS 505	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
6	KELAS 506	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
7	KELAS 507	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
8	KELAS 508	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
9	RUANG PANEL	13,12	18,04	9,84	10	20	60	7.763

Lantai 6

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	KELAS 601	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
2	KELAS 602	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
3	KELAS 603	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
4	KELAS 604	24,6	24,6	9,84	10	20	60	19.849
5	KELAS 605	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
6	KELAS 606	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
7	KELAS 607	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
8	KELAS 608	24,6	24,6	9,84	10	17	60	16.872
9	RUANG PANEL	13,12	18,04	9,84	10	20	60	7.763

Lantai 7

No	Lokasi	(p x l x t x I x E / 60)						Hasil
		p(feet)	l(feet)	t(feet)	I	E	Ketetapan	
1	KELAS 701	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
2	KELAS 702	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
3	KELAS 703	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
4	KELAS 704	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
5	KELAS 705	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
6	KELAS 706	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
7	KELAS 707	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
8	KELAS 708	24,6	24,6	9,84	18	17	60	30.369
9	RUANG PANEL	13,12	18,04	9,84	18	17	60	11.878

Lampiran 2- Surat Izin Riset

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
 https://umsu.ac.id rektor@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

UMSU
 Legalitas: Cawani 11/19/2023
 Bila meragukan surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

Nomor : 1308/IL.3-AU/UMSU/F/2023
 Lamp. : -
 Hal : **Izin Riset**

24 Ramadhan 1444 H
 15 April 2023 M

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

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Dengan hormat, teriring salam dan do'a semoga Saudara dan jajaran selalu berada dalam naungan Allah SWT. Dan dimudahkan dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari. Amin.

Dengan hormat, menindaklanjuti surat dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor: 585/IL.3-AU/UMSU-07/F/2023 tanggal 14 April 2023 perihal Izin Riset, maka bersama ini kami memberikan izin Riset di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) sebagai berikut:

Nama : **Ilham Dhani**
 NPM : 1907220083
 Jurusan : Teknik Elektro
 Judul : **Analisa Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Pada Gedung Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Demikian hal ini kami disampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

a.n. Rektor
 Wakil Rektor I



Prof. Dr. Muhammad Arifin, S.H., M.Hum
 NIP: 195701131987031002

Tembusan :
 1. Bapak Rektor sebagai laporan;
 2. Yang bersangkutan
 3. Pertinggal.



Lampiran 3- Kegiatan Penelitian







DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Ilham Dhani
 Alamat : Dusun XI Gg. Damai Kec. Sunggal Kab. Deli Serdang
 Npm : 1907220108
 Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 17 Agustus 2001
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Status : Belum Menikah
 No Telepon/ Whatsapp : 082267463675
 Email : daniilham669@gmail.com
 Tinggi/Berat Badan :
 Kewarganegaraan : Indonesia

ORANG TUA

Nama Ayah : Supardi
 Agama : Islam
 Nama Ibu : Martini
 Agama : Islam
 Alamat : Dusun XI Gg. Damai Kec. Sunggal Kab. Deli Serdang

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Swasta Budi Setia Sunggal
 2013-2016 : SMP Swasta Budi Setia Sunggal
 2016-2019 : SMK Panca Budi Medan
 2019-2023 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara