

**AUDIT ENERGI GEDUNG VIPASSI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA**

SKRIPSI

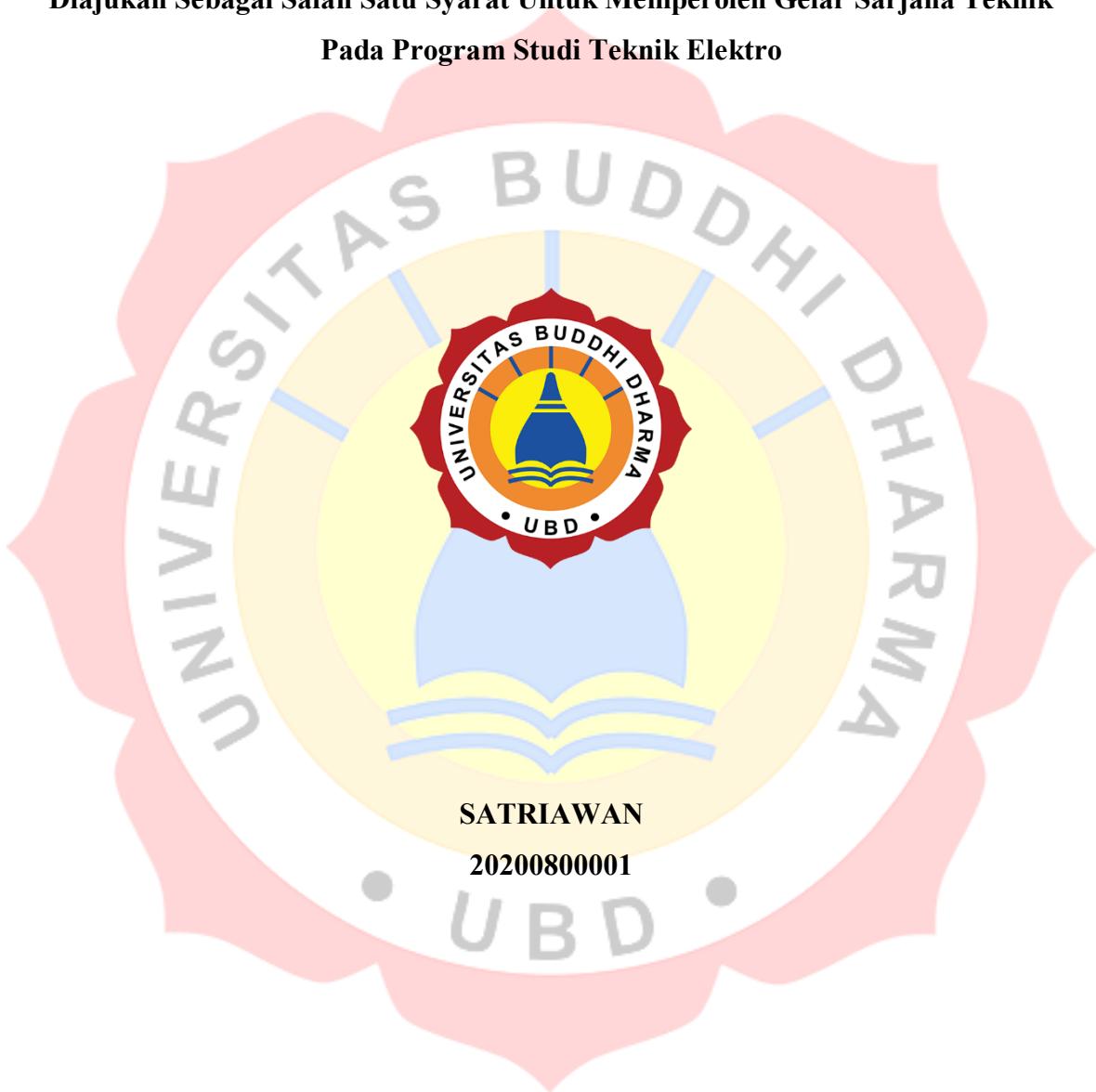


**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG
2025**

**AUDIT ENERGI GEDUNG VIPASSI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Elektro**

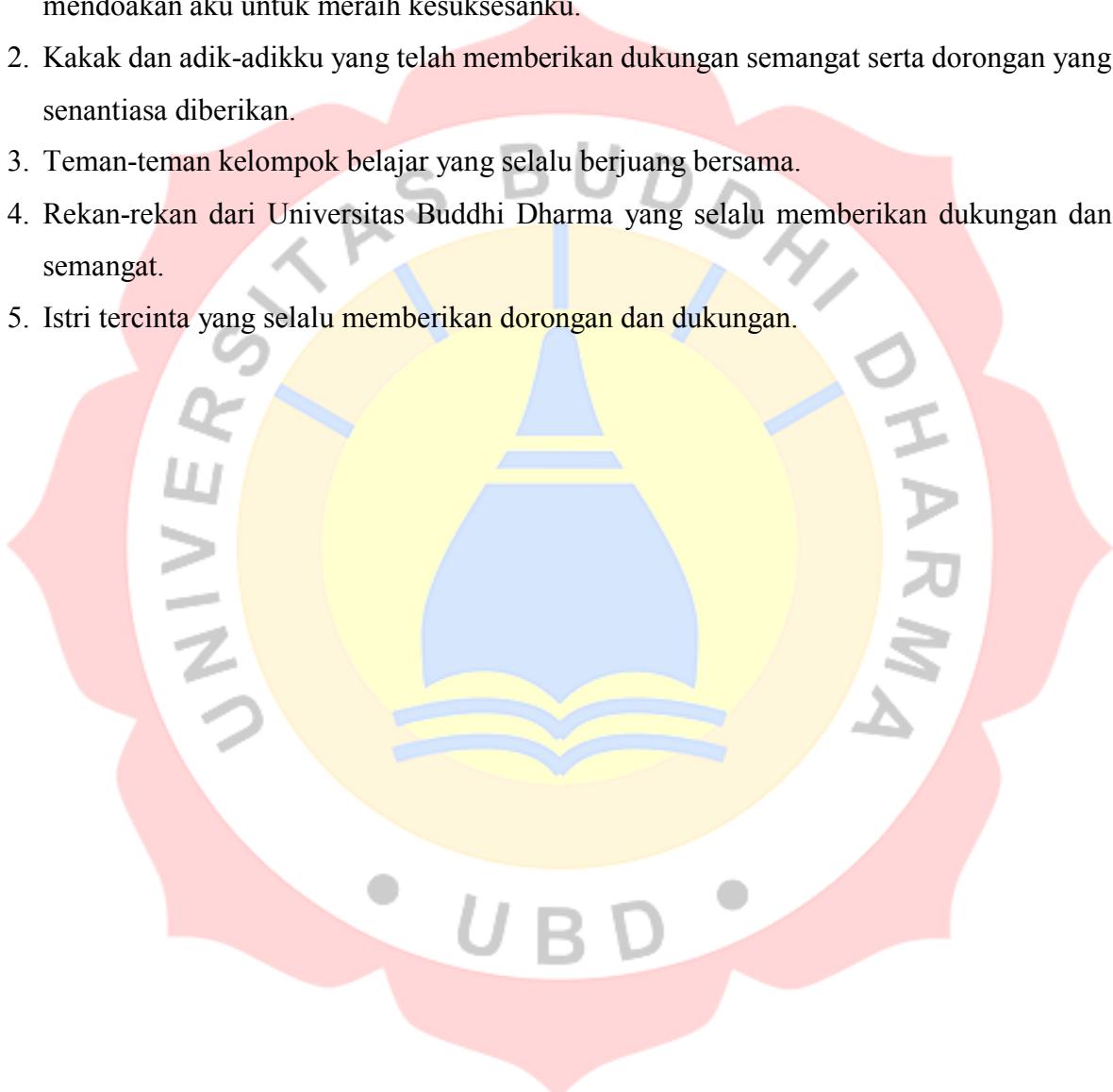


**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG
2025**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucap puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Skripsi ini kupersembahkan untuk,

1. Almarhum Tan Wan Cun dan Ibu Yulyati tercinta yang telah membesarkan aku dan selalu membimbing, mendukung, memotivasi, memberi apa yang terbaik bagiku serta selalu mendoakan aku untuk meraih kesuksesanku.
2. Kakak dan adik-adikku yang telah memberikan dukungan semangat serta dorongan yang senantiasa diberikan.
3. Teman-teman kelompok belajar yang selalu berjuang bersama.
4. Rekan-rekan dari Universitas Buddhi Dharma yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
5. Istri tercinta yang selalu memberikan dorongan dan dukungan.



UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

NIM	:	20200800001
Nama	:	Satriawan
Jenjang Studi	:	Strata 1
Program Studi	:	Teknik Elektro
Peminatan	:	Smart Power Engineering

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat Gelar Akademik Sarjana atau kelengkapan studi, baik di Universitas Buddhi Dharma maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi ini saya buat sendiri tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Dalam Skripsi ini tidak terdapat pemalsuan (kebohongan), seperti buku, artikel, jurnal, data sekunder, pengolahan data, dan pemalsuan tanda tangan dosen atau Ketua Program Studi Universitas Buddhi Dharma yang dibuktikan dengan keasliannya.
5. Lembar pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, tanpa paksaan dan apabila dikemudian hari atau pada waktu lainnya terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan Gelar Akademik yang telah saya peroleh karena Skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku.

Tangerang, 04 - 02 - 2025
Yang membuat pernyataan,


Satriawan
NIM. 20200800001

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini,

NIM	:	20200800001
Nama	:	Satriawan
Jenjang Studi	:	Strata 1
Program Studi	:	Teknik Elektro
Peminatan	:	Smart Power Engineering

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Universitas Buddhi Dharma, Hak Bebas Royalti Non - Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul "**Audit Energi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma**", beserta alat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan Hak Bebas Royalti Non - Eksklusif ini pihak Universitas Buddhi Dharma berhak menyimpan, mengalih - media atau format - kan, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di *internet* atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama atau pencipta karya ilmiah tersebut. Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Buddhi Dharma, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 04 - 02 - 2025
Yang membuat pernyataan,



Satriawan
NIM. 20200800001

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

AUDIT ENERGI GEDUNG VIPASSI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA



Assoc. Prof. Jacob Febryadi Nithanel Dethan, ST., M.Eng.Sc., Ph.D

NUPTK. 5538767668137002

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

AUDIT ENERGI GEDUNG VIPASSI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA



Dekan,

Dr. Yakub, S.Kom., MM., M.Kom.
NUPTK. 1836747648130172

Ketua Program Studi,

Junaidi Akbar, S.Pd., M.Pd.T.
NUPTK. 6063772673130243

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Nama : Satriawan
NIM : 20200800001
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Smart Power Engineering
Judul Skripsi : Audit Energi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma

Dinyatakan LULUS setelah mempertahankan di depan Tim Penguji hari Selasa,
04 - 02 - 2025.

Nama Penguji,

Ketua Sidang : Dr. Eng. Ir. Amin Suyitno, M.Eng.
NUPTK. 3434732633130023

Tanda Tangan,

Penguji 1 : Ramona Dyah Safitri, S.Si., M.Si.
NUPTK. 8652771672230312

Penguji 2 : Junaidi Akbar, S.Pd., M.Pd.T.
NUPTK. 6063772673130243

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi,

Dr. Yakub, S.Kom., MM., M.Kom.

NUPTK. 1836747648130172

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini dengan Judul "**Audit Energi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma**". Tujuan utama dari pembuatan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelengkapan dalam menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Buddhi Dharma. Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak menerima bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Ibu Dr. Limajatini, S.E., M.M., B.K.P., sebagai Rektor Universitas Buddhi Dharma.
2. Bapak Dr. Yakub, S.Kom., M.M., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Assoc. Prof. Jacob Febryandi Nithanel Dethan, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D, sebagai Wakil Rektor III dan pembimbing yang telah membantu dan memberikan dukungan serta harapan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Junaidi Akbar, S.Pd., M.Pd.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro dan sebagai Anggota penguji II yang telah memberikan arahan untuk perbaikan skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Ir. Amin Suyitno, M.Eng., sebagai ketua penguji yang telah memberikan arahan untuk perbaikan skripsi.
6. Ibu Ramona Dyah Safitri, S.Si., M.Si., sebagai dosen penguji I yang juga telah memberikan arahan untuk perbaikan skripsi.
7. Orang tua, istri tercinta serta keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moril dan materil.
8. Seluruh Staf dan Dosen Universitas Buddhi Dharma yang telah banyak membantu dalam proses penelitian yang dilakukan.
9. Teman - teman yang selalu membantu dan memberikan semangat.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk disebutkan satu - persatu sehingga terwujudnya penulisan ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga Skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Tangerang, Februari 2025

Penulis



Audit Energi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma
82 Halaman + xxi / 46 Tabel / 53 Gambar / 4 Lampiran

ABSTRAK

Listrik merupakan sumber daya utama untuk mendukung keberlangsungan operasional gedung universitas. Penggunaan energi yang efisien tidak hanya memiliki dampak positif pada pengurangan biaya operasional, tetapi juga berpotensi mengurangi emisi karbon dan kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan yang berdasarkan pada pedoman teknis audit energi. Audit energi pada aspek pencahayaan dan temperatur udara mengidentifikasi peluang perbaikan untuk mencapai kondisi yang lebih optimal diperlukan. Audit energi secara komprehensif dilakukan guna mengetahui secara rinci setiap peralatan yang mengkonsumsi energi listrik. Sehingga dapat dicari peluang penghematan energi listrik. Dari hasil pengambilan data yang dilakukan pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma bersumberkan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) dengan kapasitas daya 630 kVA, nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) dalam Gedung Universitas Buddhi Dharma yaitu $5,5 \text{ kWh/m}^2$, dimana hal tersebut masuk dalam kategori sangat efisien. Meskipun sudah sangat efisien masih terdapat peluang penghematan yang dapat dilakukan yaitu adalah mengganti lampu *fluorescent tube* dengan lampu yang lebih hemat energi yaitu lampu LED. Selain pada aspek lampu, menonaktifkan *hand dryer* saat tidak ada aktivitas dapat mengurangi konsumsi energi listrik. Peneliti menghitung konsumsi biaya energi listrik pada beberapa kondisi yaitu kondisi 1 bulan penuh Rp. 61.025.794,45 diperoleh peluang penghematan sebesar Rp. 4.161.312, kondisi perkuliahan banyak libur namun staf universitas beraktivitas seperti biasa Rp. 33.260.060 diperoleh peluang penghematan sebesar Rp. 2.974.964, dan kondisi 1 minggu seluruh aktivitas diliburkan Rp. 44.061.623 diperoleh peluang penghematan sebesar Rp. 3.519.133. jika dirata-ratakan maka diperoleh peluang penghematan Rp. 3.551.802,55 setiap bulan atau berkisar 7,7%.

Kata Kunci: Audit Energi, Energi Listrik, Intensitas Konsumsi Energi, Penghematan Energi Listrik.

Energy Audit of Vipassi Building Buddhi Dharma University
82 Pages + xxi / 46 Tables / 53 Figures / 3 Appendices

ABSTRACT

Electricity is the main resource to support the operational of university buildings. Efficient energy use not only has a positive impact on reducing operating costs but also has potential to reduce carbon emissions and contribute to environmental sustainability based on energy audit technical guidelines. An energy audit of the lighting and air temperature aspects identified improvement opportunities to achieve more optimized conditions required. A comprehensive energy audit is carried out to find out in detail of equipment that consumes electrical energy. So saving electrical energy opportunities can be found. Data result conducted at Buddhi Dharma University Vipassi Building were sourced from PLN (State Electricity Companies) with a power capacity of 630 kVA. The IKE (Energy Consumption Intensity) value in Buddhi Dharma University Vipassi Building is 5.5 kWh/m², which is included in the highly efficient category. Even though it is very efficient there are still savings opportunities that can be done is replace fluorescent tube lights with more energy-efficient lights, namely LED lights. In addition to the lamp aspect, Research calculated the consumption of electrical energy costs in several conditions, namely the condition of 1 full month Rp. 61,025,784.45 obtained a saving opportunity of Rp. 4,161,312, the condition of many lectures off but university staff activities as usual Rp. 33,260,060 obtained a savings opportunity of Rp. 2,974,964, and the condition of 1 week all activities are closed Rp. 44,061,623 obtained a saving opportunity of Rp. 3,519,133. If averaged, the opportunity to save Rp. 3,551,802,55 each month or around 7.7%.

Keywords: Energy Audit, Electrical Energy, Energy Consumption Intensity, Saving Electricity Energi.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSEMPAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	iv
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	v
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Energi	6
2.2 Konservasi Energi.....	8
2.3 Audit Energi	8
2.3.1 Jenis-jenis Audit Energi	8
2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	10
2.4.1 Standar Pencahayaan	11
2.4.2 Standar Efisiensi Motor Induksi	13
2.4.3 Standar Temperatur	15
2.5 Penelitian yang Relevan	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metode Pengolahan Data	19
3.1.1 Tujuan Penggunaan Deskriptif Statistik	19
3.1.2 Variabel yang diukur	19
3.1.3 Pemilihan Metrik	19
3.2 Alat Ukur	20
3.2.1 Tang Ampere	20
3.2.2 Digital Lux Meter	20
3.2.3 Mini Temperature Humidity Meter	21
3.3 Flowchart	23
3.3.1 Pengumpulan Data Pemakaian Energi Gedung	23
3.3.2 Pengolahan Data	23
3.3.3 Menghitung IKE	23
3.3.4 Periksa IKE	23
3.3.5 Pelaksanaan Penelitian dan Pengukuran Parameter Audit Energi	24
3.3.6 Rekomendasi PHE (Potensi Hemat Energi)	24
3.4 Jadwal Pelaksanaan	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Kondisi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	27
4.2 Hasil Pengukuran Secara Langsung Pencahayaan, Temperatur dan Kelembaban Dengan Menggunakan Alat Bantu	35
4.2.1 Hasil Pengukuran Pencahayaan	35
4.2.2 Hasil Pengukuran Temperatur	36
4.2.3 Hasil Pengukuran Kelembaban	37
4.3 Hasil Data yang diperoleh dari Kuesioner Terhadap Staf, Dosen dan Mahasiswa	38
4.4 Daya Beban Pencahayaan, Pendingin Ruang dan Peralatan Listrik Lainnya pada Perkuliahan 1 Bulan Penuh	42
4.4.1 Pencahayaan	42
4.4.2 Air Conditioner (AC)	44
4.4.3 Pompa Air	45
4.4.4 Mesin Lift	47
4.4.5 Ruang Auditorium	48

4.4.6	Proyektor	50
4.4.7	Elektronik Lain - lain	51
4.4.8	Elektronik Aktif 24 Jam	52
4.4.9	Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas 1 Bulan Penuh	53
4.5	Daya Beban Pencahayaan, Pendingin Ruang dan Peralatan Listrik Lainnya pada Kondisi Perkuliahan diliburkan hanya 7 Hari Ujian, namun Staf UBD tetap Melakukan Kegiatan Secara Normal	55
4.5.1	Pencahayaan	55
4.5.2	Air Conditioner (AC)	57
4.5.3	Pompa Air	58
4.5.4	Mesin Lift	58
4.5.5	Proyektor	59
4.5.6	Elektronik Lain - lain	59
4.5.7	Elektronik Aktif 24 Jam	60
4.5.8	Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas Perkuliahahan diliburkan hanya 7 Hari Ujian	61
4.6	Daya Beban Pencahayaan, Pendingin Ruang dan Peralatan Listrik Lainnya pada Kondisi Seluruh Aktivitas 1 Minggu Libur Natal dan Tahun Baru	64
4.6.1	Pencahayaan	64
4.6.2	Air Conditioner (AC)	65
4.6.3	Pompa Air	66
4.6.4	Mesin Lift	67
4.6.5	Proyektor	67
4.6.6	Elektronik Lain - lain	68
4.6.7	Elektronik Aktif 24 Jam	69
4.6.8	Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi 1 Minggu Libur Natal dan Tahun Baru	70
4.7	Konsumsi Energi Listrik Tiap-tiap Bulan	73
4.8	Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	75
4.9	Upaya Penghematan Penggunaan Energi Listrik	75
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	81
5.1	Simpulan	81

5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	87

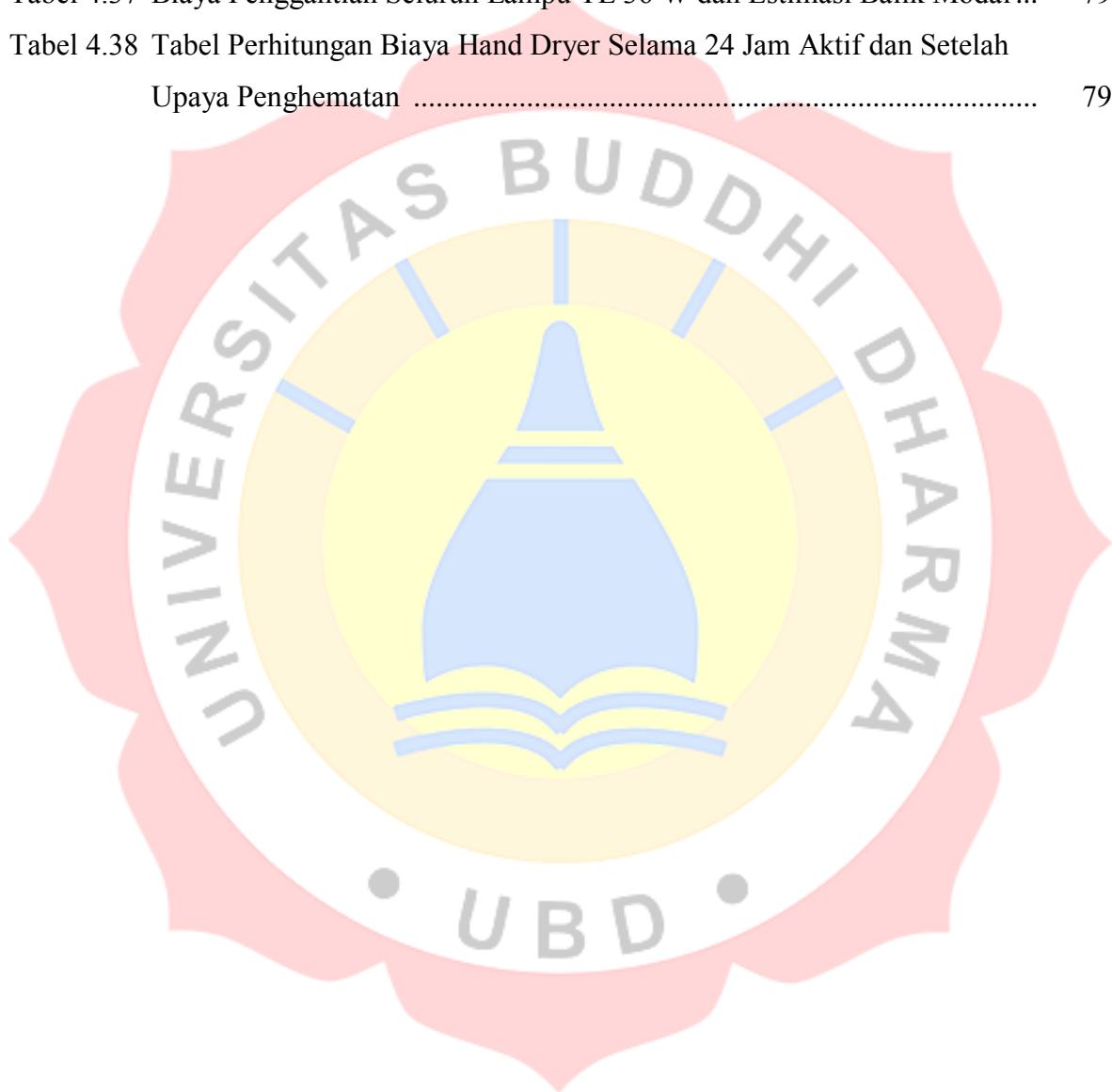


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 IKE Listrik untuk Indonesia	11
Tabel 2.2 Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik	11
Tabel 2.3 Tingkat Pencahayaan Minimum Berdasarkan SNI 6179 : 2020	12
Tabel 2.4 Standar Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan	13
Tabel 2.5 Metode Pengukuran Efisiensi Motor Induksi IEEE	14
Tabel 2.6 Tingkat Kenyamanan Termal pada Daerah Tropis	15
Tabel 2.7 Nilai PK terhadap BTU/H	15
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Audit Energi pada Gedung Vipassi	24
Tabel 4.1 Luas Area Gedung pada Masing-Masing Lantai	34
Tabel 4.2 Kualitas Pencahayaan pada Ruang Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	35
Tabel 4.3 Kondisi Temperatur Dalam Ruang Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	36
Tabel 4.4 Kondisi Temperatur Dalam Ruang Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	37
Tabel 4.5 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik pada Pencahayaan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	42
Tabel 4.6 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Air Conditioner (AC) Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	44
Tabel 4.7 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Pompa Air	45
Tabel 4.8 Perhitungan Kerugian Akibat Kebocoran Pipa Air	46
Tabel 4.9 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Mesin Lift	47
Tabel 4.10 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Proyektor Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	50
Tabel 4.11 Penggunaan Daya dan Tarif Peralatan Listrik Lain-lain Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	51
Tabel 4.12 Penggunaan Daya dan Tarif Pada Peralatan Listrik Aktif 24 Jam Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	52
Tabel 4.13 Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas 1 Bulan Penuh..	53
Tabel 4.14 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik pada Pencahayaan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	55

Tabel 4.15 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Air Conditioner (AC) Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	57
Tabel 4.16 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Pompa Air	58
Tabel 4.17 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Mesin Lift	58
Tabel 4.18 Penggunaan Daya dan Tarif Pada Peralatan Listrik Lain-lain Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	59
Tabel 4.19 Penggunaan Daya dan Tarif pada Peralatan Listrik Aktif 24 Jam Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	60
Tabel 4.20 Konsumsi Daya dan Tarif Listrik Pada Kondisi Aktivitas Perkuliahannya Diliburkan Hanya 7 hari Ujian	61
Tabel 4.21 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik pada Pencahayaan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	64
Tabel 4.22 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Air Conditioner (AC) Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	65
Tabel 4.23 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Pompa Air	66
Tabel 4.24 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Mesin Lift	67
Tabel 4.25 Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Proyektor Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	67
Tabel 4.26 Penggunaan Daya dan Tarif pada Peralatan Listrik Lain-lain Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	68
Tabel 4.27 Penggunaan Daya dan Tarif pada Peralatan Listrik Aktif 24 Jam Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	69
Tabel 4.28 Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi 1 Minggu Libur Natal dan Tahun Baru	70
Tabel 4.29 Data Penggunaan Daya dan Tagihan Rekening Listrik Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	73
Tabel 4.30 Perbandingan Spesifikasi Lampu Fluorescent Tube dan Ecofit Ledtubes ..	75
Tabel 4.31 Konsumsi Biaya Listrik Pencahayaan Dengan Aktivitas 1 Bulan Penuh Saat Ini	76
Tabel 4.32 Konsumsi Biaya Listrik Pencahayaan Dengan Mengganti Lampu Ecofit Ledtubes 16 W	76
Tabel 4.33 Konsumsi Biaya Listrik Pencahayaan Dengan Aktivitas 1 Minggu Libur Saat Ini	77

Tabel 4.34 Konsumsi Biaya Listrik Pencahayaan Dengan Mengganti Lampu Ecofit	
Ledtubes 16 W	77
Tabel 4.35 Konsumsi Biaya Listrik Pencahayaan dengan Aktivitas Perkuliahuan	
Libur saat ini	78
Tabel 4.36 Konsumsi Biaya Listrik Pencahayaan Dengan Mengganti Lampu Ecofit	
Ledtubes 16W	78
Tabel 4.37 Biaya Penggantian Seluruh Lampu TL 36 W dan Estimasi Balik Modal ...	79
Tabel 4.38 Tabel Perhitungan Biaya Hand Dryer Selama 24 Jam Aktif dan Setelah	
Upaya Penghematan	79



DAFTAR GAMBAR

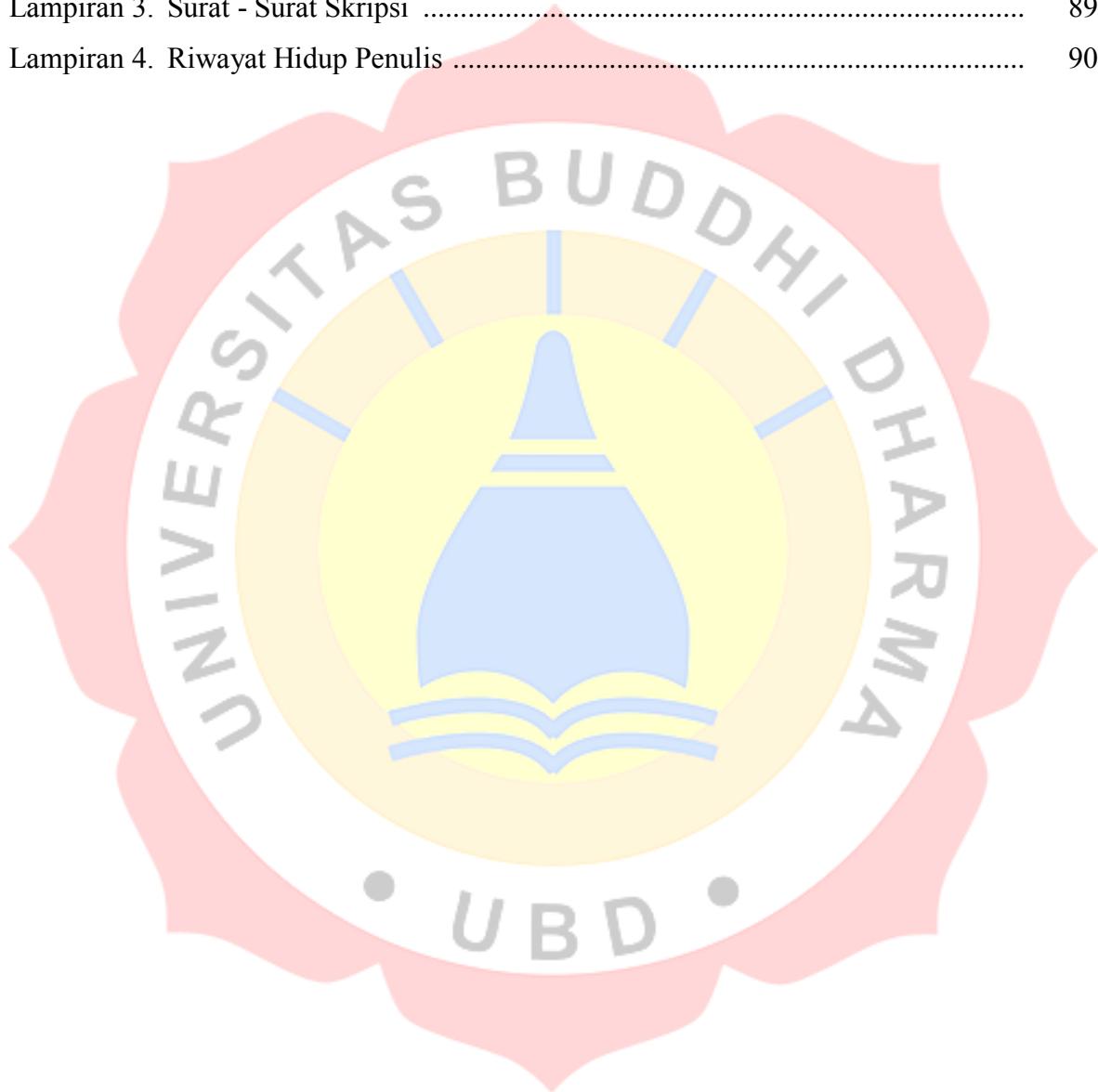
	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi Segitiga Daya	6
Gambar 3.1 Tang Ampere Kyoritsu	20
Gambar 3.2 Digital Lux Meter	21
Gambar 3.3 Mini Temperatur Humidity Meter	21
Gambar 3.4 Flowchart Audit Energi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma .	22
Gambar 4.1 Tampak Depan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	27
Gambar 4.2 Denah Lantai 1 (Lantai Dasar)	28
Gambar 4.3 Denah Lantai <i>Mezzanine</i>	29
Gambar 4.4 Denah Lantai 2 (Lantai G1)	30
Gambar 4.5 Denah Lantai 3 (Lantai G2)	31
Gambar 4.6 Lantai 4 (Lantai G3)	32
Gambar 4.7 Lantai Atap (Rooftop)	33
Gambar 4.8 Kualitas Pencahayaan pada Ruang Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	35
Gambar 4.9 Kualitas Temperatur dalam Ruang Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	36
Gambar 4.10 Kualitas Kelembaban Dalam Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	37
Gambar 4.11 Hasil Kuesioner Keaktifan Terhadap Aktivitas di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	38
Gambar 4.12 Hasil Kuesioner Terhadap Tingkat Kenyamanan Secara Menyeluruh di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	39
Gambar 4.13 Hasil Kuesioner Terhadap Tingkat Pencahayaan di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	39
Gambar 4.14 Hasil Kuesioner Terhadap Kondisi Temperatur di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	40
Gambar 4.15 Hasil Kuesioner Terhadap Kondisi Tampilan pada Proyektor di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	40
Gambar 4.16 Hasil Kuesioner Latar Belakang Mempengaruhi Tampilan Proyektor di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	41
Gambar 4.17 Kesan dan Saran Berdasarkan Kuesioner oleh Staf, Dosen dan	

Mahasiswa di Gedung Universitas Buddhi Dharma	41
Gambar 4.18 Grafik Biaya Penggunaan Listrik untuk Kebutuhan Pencahayaan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	43
Gambar 4.19 Grafik Biaya untuk Kebutuhan Air Conditioner (AC)	44
Gambar 4.20 Pompa Listrik untuk Mengisi Tandon Air Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	46
Gambar 4.21 Pompa Listrik Pendukung Hydran	47
Gambar 4.22 Mesin Penggerak Lift Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	48
Gambar 4.23 Konsumsi Daya Listrik Ruang Auditorium Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	49
Gambar 4.24 Ruang Auditorium Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma Saat Acara Talkshow Bersama Bapak Ahok	50
Gambar 4.25 Grafik Biaya untuk Kebutuhan Proyektor Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	51
Gambar 4.26 Grafik Biaya Penggunaan Elektronik lain-lain	52
Gambar 4.27 Grafik Penggunaan Peralatan Elektronik Aktif 24 Jam	53
Gambar 4.28 Grafik Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas 1 Bulan Penuh	54
Gambar 4.29 Persentase Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas 1 Bulan Penuh	55
Gambar 4.30 Grafik Biaya Penggunaan Listrik untuk Kebutuhan Pencahayaan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	56
Gambar 4.31 Grafik Biaya Penggunaan Listrik untuk Kebutuhan Air Conditioner (AC) Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	57
Gambar 4.32 Grafik Biaya Penggunaan Elektronik Lain-lain	59
Gambar 4.33 Grafik Penggunaan Peralatan Elektronik Aktif 24 Jam	60
Gambar 4.34 Grafik Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas Perkuliahannya diliburkan hanya 7 Hari Ujian	62
Gambar 4.35 Persentase Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi Aktivitas Perkuliahannya diliburkan hanya 7 Hari Ujian	63
Gambar 4.36 Grafik Biaya Penggunaan Listrik untuk Kebutuhan Pencahayaan Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	64
Gambar 4.37 Grafik Biaya Penggunaan Listrik untuk Kebutuhan Air Conditioner (AC) Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	66

Gambar 4.38	Grafik Biaya untuk Kebutuhan Proyektor pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	68
Gambar 4.39	Grafik Biaya Penggunaan Elektronik lain-lain	69
Gambar 4.40	Grafik Penggunaan Peralatan Elektronik Aktif 24 Jam	70
Gambar 4.41	Grafik Konsumsi Daya dan Tarif Listrik Pada Kondisi 1 Minggu Libur Natal dan Tahun Baru	71
Gambar 4.42	Persentase Konsumsi Daya dan Tarif Listrik pada Kondisi 1 Minggu Libur Natal dan Tahun Baru	72
Gambar 4.43	Histori Penggunaan Daya Listrik Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	73
Gambar 4.44	Grafik Histori Tagihan Listrik Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma	73
Gambar 4.45	Grafik Perbandingan Biaya Listrik untuk Pencahayaan jika Mengganti Lampu Ecofit Ledtubes 16 W	76
Gambar 4.46	Grafik Perbandingan Biaya Listrik untuk Pencahayaan jika Mengganti Lampu Ecofit Ledtubes 16 W	77
Gambar 4.47	Grafik Perbandingan Biaya Listrik untuk Pencahayaan jika Mengganti Lampu Ecofit Ledtubes 16 W	78
Gambar 4.48	Grafik Perbandingan Biaya Penggunaan Hand Dryer	80

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Penggunaan Daya dan Tarif Listrik Ruang Auditorium Setiap Jam	87
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi	88
Lampiran 3. Surat - Surat Skripsi	89
Lampiran 4. Riwayat Hidup Penulis	90





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan teknologi yang cepat serta peningkatan aktivitas sehari-hari dalam gedung universitas telah menjadikan penggunaan energi listrik, pencahayaan dan pengaturan suhu ruang sebagai aspek penting dalam memberikan kenyamanan dan produktivitas lingkungan belajar (Biantoro & Permana, 2017). Gedung-gedung Universitas Buddhi Dharma, sebagai pusat kegiatan akademik dan administratif, menghadapi tantangan untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik, mencapai pencahayaan yang efisien, dan menjaga suhu ruangan agar tetap nyaman bagi penghuninya.

Efisiensi energi listrik menjadi fokus pada penggunaan sumber energi dalam konservasi energi listrik (Teruna, 2019). Mengingat listrik merupakan sumber daya utama untuk mendukung keberlangsungan operasional gedung universitas (Dodie et al., 2023). Penggunaan energi yang efisien tidak hanya memiliki dampak positif pada pengurangan biaya operasional, tetapi juga berpotensi mengurangi emisi karbon dan kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan yang berdasarkan pada pedoman teknis audit energi (Perindustrian, 2011).

Sistem pencahayaan dengan pengoperasian yang optimal adalah faktor penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang produktif dan nyaman (Badan Standarisasi Nasional, 2020). Menurut hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan yang sesuai dapat meningkatkan konsentrasi, produktivitas, dan kenyamanan bagi penghuni gedung (Handayani et al., 2013). Oleh karena itu, audit energi pada aspek pencahayaan, temperatur, mengidentifikasi peluang perbaikan untuk mencapai pencahayaan yang lebih optimal diperlukan (Biantoro, 1831).

Suhu ruangan yang nyaman memiliki dampak signifikan terhadap produktivitas dan kenyamanan penghuni gedung (Mandey & Kindangen, 2017). Pengaturan suhu yang tepat dapat meningkatkan fokus belajar dan kenyamanan (Salpanio et al., 2007). Pada akhirnya, mendukung atmosfer belajar yang positif (Armanila et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, audit energi pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma dipilih sebagai objek penelitian. Dimana penelitian dilakukan dengan membandingkan konsumsi energi pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma, berdasarkan standar yang telah ditetapkan pada IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik di Indonesia dengan nilai efisien sebesar $7,9 \text{ kWh/m}^2$ hingga 12 kWh/m^2 per bulan (Deringer, J.J., Busch & Levine, 1992). Pencahayaan yang optimal berkisar antara 300 hingga 500 lux meter pada ruangan (Badan Standarisasi Nasional, 2020). suhu ruangan yang nyaman yaitu $22,8^\circ\text{C}$ hingga $25,8^\circ\text{C}$ (Prastyawan et al., 2020) serta ergonomi yang baik terhadap penempatan peralatan elektronik yang tidak mengganggu kenyamanan terhadap aktivitas, diharapkan dapat memberikan kontribusi pada peningkatan keberlanjutan, kenyamanan, dan produktivitas lingkungan akademik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diungkapkan, maka ada beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Belum adanya audit energi listrik pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.
2. Faktor-faktor masalah yang mempengaruhi pada konsumsi energi listrik pada Gedung Universitas Buddhi Dharma.
3. Penggunaan lampu yang belum hemat energi.
4. Penggunaan peralatan listrik gedung yang belum teratur.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, didapat ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Mengukur setiap beban listrik Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.
2. Mengukur intensitas cahaya setiap ruang Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.
3. Mengukur temperatur dan kelembaban setiap Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.
4. Mencari peluang penghematan energi listrik.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengumpulkan setiap data mengenai audit energi dan menilai tingkat IKE (Intensitas Konsumsi Energi). Pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma sebagai langkah awal untuk memahami konsumsi energi saat ini.
2. Mengidentifikasi potensi penghematan energi yang dapat diimplementasikan melalui hasil audit energi, dalam sistem pencahayaan, pendingin ruang dan peralatan elektronik tanpa harus mengurangi tingkat kenyamanan dalam gedung.
3. Menganalisis pola konsumsi energi pada gedung Universitas Buddhi Dharma untuk mengidentifikasi waktu puncak dan area-area untuk peningkatan efisiensi.
4. Menyusun rekomendasi perbaikan konkrit yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada Gedung Universitas Buddhi Dharma, termasuk penggunaan teknologi terbarukan dan praktik-praktik terbaik.

1.4.2 Manfaat

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan manfaat dalam meningkatkan efisiensi operasional gedung-gedung Universitas Buddhi Dharma.
2. Mendukung upaya universitas untuk menjadi lembaga pendidikan yang berkelanjutan dengan mengurangi konsumsi energi dan jejak karbon.
3. Menyelidiki dan menyajikan hasil audit energi dapat meningkatkan kesadaran masyarakat universitas, termasuk mahasiswa, staf dan pengelola terhadap pentingnya efisiensi energi.
4. Penelitian ini akan memberikan kontribusi pada pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya dalam konteks efisiensi energi pada bangunan agar menjadi referensi dan inspirasi bagi peneliti selanjutnya.
5. Memberikan dampak positif pada aspek keuangan terhadap universitas dalam jangka panjang untuk penghematan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi listrik.
6. Meningkatkan daya saing pada tingkat nasional maupun internasional. Hal ini dapat menarik perhatian mahasiswa, dosen, serta mitra industri yang peduli terhadap tanggung jawab dan lingkungan.
7. Memberikan dampak positif pada kualitas pembelajaran terhadap mahasiswa. Gedung-gedung yang nyaman dan berkelanjutan dapat meningkatkan kenyamanan dalam proses belajar dan mengajar.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang, identifikasi masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi pembahasan teori-teori yang relevan dengan penelitian ini, seperti teori terkait energi, intensitas konsumsi energi, standar pencahayaan dan temperatur serta peraturan standar konsumsi energi yang telah ditetapkan oleh pemerintah Indonesia.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, mencakup penelitian, teknik pengumpulan data, analisis data, serta prosedur dalam implementasi dan evaluasi rekomendasi upaya penghematan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil penelitian yang diperoleh, konsumsi penggunaan energi listrik pada beberapa kondisi, pemparan konsumsi daya pada setiap peralatan listrik yang terpasang, serta merekomendasikan peluang penghematan konsumsi energi listrik.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan dari hasil penelitian dan saran yang dapat diberikan guna penghematan konsumsi energi listrik Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.

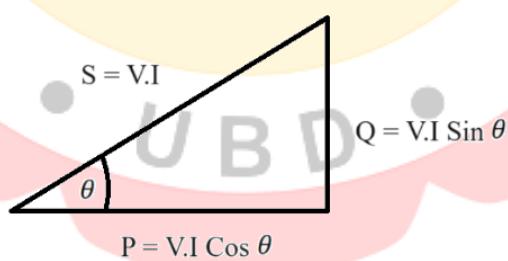
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Energi

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja berupa cahaya, panas, listrik dan mekanika (Badan Standarisasi Nasional, 2020). Salah satu bentuk energi yang sering digunakan untuk kehidupan sehari-hari yaitu listrik, yang merupakan energi yang telah ditemukan pada peradaban Yunani kuno dimana pergerakan partikel tersebut bermuatan elektron (Soedojo, 2018). Listrik dapat dihasilkan melalui proses konversi energi dari sumber yang berbeda, seperti melalui generator berbahan bakar, pembangkit dari panas bumi, dan ada juga energi listrik dari energi terbarukan yaitu panel surya, turbin angin, mikrohidro dan lain-lain (Sugeng et al., 2019).

Daya listrik merupakan jumlah energi yang digunakan dalam suatu sirkuit atau suatu rangkaian listrik dengan satuan watt, watt menyatakan banyaknya energi listrik yang mengalir per satuan waktu (*joule/second*) (Fauzan et al., 2018). Konsep dasar dari energi listrik yaitu segitiga daya:



Gambar 2.1 Ilustrasi Segitiga Daya

Daya nyata (P) merupakan daya yang dibutuhkan oleh beban resistif, yang menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain, daya nyata memiliki satuan Watt. Daya reaktif (Q)

merupakan daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet pada kumparan-kumparan pada beban induktif, agar dapat terciptanya induksi pada komponen rotor, daya reaktif memiliki satuan volt-ampere reaktif (VAR). Daya semu atau *Apparent Power* merupakan hasil perkalian antara tegangan efektif (*root-mean-square*) dengan arus efektif (*root-mean-square*) satuan daya semu yaitu *Volt Ampere* (VA), dimana tegangan RMS (Vrms) adalah nilai tegangan listrik AC yang akan menghasilkan daya yang sama dengan daya listrik DC ekuivalen pada suatu beban resistif yang sama, pengertian tersebut berlaku pada arus RMS. 220 volt tegangan pada rumah merupakan tegangan Vrms (Fauzan et al., 2018).

Dari rumus segitiga daya kita dapat memperoleh besaran daya energi listrik, untuk mengetahui besaran pada daya dapat menggunakan rumus:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\theta$$

Dimana:

P merupakan daya (dalam satuan Watt)

V merupakan tegangan (dalam satuan Volt)

I merupakan arus listrik (dalam satuan ampere)

$\cos\theta$ merupakan merupakan faktor daya

Biasanya dalam penggunaan peralatan listrik jumlah energi yang terpakai dalam suatu gedung menggunakan satuan W (Watt), satuan tersebut dapat diperoleh dengan:

$$W = P \cdot t$$

Dimana:

W merupakan energi listrik (dalam satuan Joule)

P merupakan daya (dalam satuan Volt)

t merupakan waktu (dalam satuan Second)

2.2 Konservasi Energi

Konservasi energi adalah tindakan penggunaan energi secara efisien dan efektif tanpa mengorbankan kenyamanan dan kebutuhan pengguna (Rengganis, 2009). Tujuan dari konservasi energi yaitu untuk mengurangi konsumsi energi dengan mengurangi jumlah penggunaan energi yang tidak diperlukan oleh pengguna. Pengurangan penggunaan energi *non-esensial* oleh pengguna. Pengurangan penggunaan energi listrik didasarkan pada standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah daerah, sehingga tidak mengurangi rasa nyaman dan kebutuhan konsumen di dalam gedung. Untuk memahami sistem seperti apa yang dapat digunakan untuk upaya penghematan, audit energi dapat dilakukan sebagai langkah awal.

2.3 Audit Energi

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2009 menyatakan audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi (Presiden RI, 2009).

Menurut Rengganis dalam audit energi Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan hal yang paling penting (Rengganis, 2009). IKE adalah standar untuk mengklasifikasikan apakah konsumsi energi pada suatu gedung masuk kedalam kategori sangat efisien, efisien, boros atau sangat boros, IKE merupakan standar penggunaan konsumsi energi per m² yang diperoleh dari Standar Nasional Indonesia (SNI) dan dilakukan oleh auditor energi internal dan atau lembaga yang telah terakreditasi.

2.3.1 Jenis-jenis Audit Energi

Berdasarkan tingkat analisis yang dilakukan, audit energi dibagi menjadi beberapa metode yang antara lain (Lukman, 2019) :

1. Pengamatan Singkat (*Walk-Through Audit*)

Merupakan audit energi dengan tingkat aktivitas paling rendah, kegiatan tersebut biasanya meliputi:

- a. Pengumpulan data (yang bersifat umum), observasi virtual singkat dan wawancara.
- b. Analisis dan evaluasi data yang sangat mendasar tentang sistem penggunaan energi, termasuk intensitas konsumsi energi yang efisien atau tidak, serta membandingkan intensitas konsumsi energi rata-rata dengan gedung serupa menggunakan peralatan dan teknologi serupa. Audit ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran pengelolaan energi secara menyeluruh.

2. Audit Energi Awal (*Preliminary Audit*)

Merupakan audit dengan tingkat aktivitas menengah, yang kegiatan tersebut biasanya meliputi:

- a. Melakukan pengumpulan data energi bangunan dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan tindakan pengukuran.
- b. Analisis dan evaluasi data berupa dokumentasi bangunan (denah bangunan, gambar instalasi, diagram garis tunggal, *history* pembayaran rekening listrik bulanan, dan tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*)).
- c. Menghitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) listrik bulanan sebelumnya.

3. Audit Energi Komprehensif (*Detail Audit*)

- a. Merupakan audit dengan tingkat aktivitas paling tinggi, kegiatan tersebut meliputi:
- b. Melakukan penelitian dan pengukuran konsumsi energi listrik.
- c. Memeriksa nilai IKE dapat lebih besar dari target.
- d. Menganalisis apa saja yang mungkin dapat menjadi peluang PHE (Peluang Hemat Energi).
- e. Merekendasikan PHE agar mendapat nilai IKE menjadi lebih baik dari efisiensi yang sudah ada.

Untuk mengetahui besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) listrik diperlukan data-data sebagai berikut:

- a. Rincian luas bangunan dan luas total bangunan dalam (m^2).
- b. Tingkat pencahayaan ruang (Lux/m^2).
- c. Intensitas daya terpasang per m^2 peralatan lampu (Watt/ m^2)
- d. Temperatur (0C) dan kelembaban (%) di dalam ruang.
- e. Daya listrik total yang dibutuhkan (kVA atau kW).
- f. Daya listrik terpasang per m^2 luas lantai untuk keseluruhan bangunan.
- g. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik bangunan.
- h. Biaya energi bangunan.

2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi listrik dalam bangunan gedung dan dinyatakan dalam satuan kWh/m^2 , hasil nilai IKE harus sama atau lebih kecil dari nilai standar dan selalu diupayakan untuk dipertahankan lebih rendah di masa-masa mendatang. Berdasarkan rumus perhitungan peraturan Gubernur DKI Jakarta nomor 38 Tahun 2012 adalah jumlah energi yang digunakan suatu bangunan untuk memperluas area ber-*AC* dalam satu bulan atau satu tahun. Ruang ber-*AC* adalah suatu ruang yang suhu lingkungannya diatur untuk memenuhi standar kenyamanan dengan menggunakan udara segar yang disediakan oleh sistem pengkondisian pada bangunan (Biantoro & Permana, 2017).

Satuan IKE adalah kWh/m^2 per tahun dan penggunaan IKE telah dilakukan di berbagai negara, termasuk ASEAN dan APEC. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan ASEAN-USAID pada tahun 1987, laporan ini baru diterbitkan pada tahun 1992, targetnya

skala daya IKE untuk Indonesia adalah orientasi pengembangan intensitas konsumsi energi (IKE) antara lain pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 IKE Listrik untuk Indonesia (Deringer, 1992)

No	Jenis Tempat	Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)
1	Perkantoran (Komersial)	240 kWh/m ² per tahun
2	Pusat belanja	330 kWh/m ² per tahun
3	Hotel / Apartemen	300 kWh/m ² per tahun
4	Rumah Sakit	380 kWh/m ² per tahun

Intensitas Konsumsi Energi (IKE), merupakan pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung per tahun dapat dihitung menggunakan rumus :

$$IKE = \frac{\text{Pemakaian energi listrik (kWh)}}{\text{Luas bangunan (m}^2\text{)}}$$

Berdasarkan dari Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasan di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional tahun 2004, diperoleh nilai intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Teruna, 2019).

Tabel 2.2 Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

Konsumsi Energi Listrik (kWh/m ² /bulan)	Kriteria	(kWh/m ² /tahun)
4,17 – 7,92	Sangat Efisien	50,05 – 93,04
7,93 – 12,08	Efisien	93,05 – 144,96
12,09 – 14,58	Cukup Efisien	144,97 – 174,96
14,59 – 19,17	Agak Boros	174,97 – 230,04
19,18 – 23,75	Boros	230,05 – 285,00
23,76 – 37,50	Sangat Boros	285,01 – 450,00

2.4.1 Standar Pencahayaan

Pencahayaan dalam gedung sangat penting untuk kenyamanan penghuni serta produktivitas dalam ruang. Standar pencahayaan memastikan bahwa tingkat pencahayaan di dalam gedung sesuai dengan kebutuhan fungsionalnya. Tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan diatur berdasarkan SNI 03-6197-2000 (Kurniasih & Saputra, 2019).

Tingkat pencahayaan bidang kerja dapat diukur secara horizontal 75 Cm di atas permukaan lantai dengan menggunakan alat bantu lux-meter.

Untuk mengetahui suatu luasan tertentu dapat diambil nilai rata-rata dari beberapa titik pengukuran yang hasilnya dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times K_p \times K_d}{A} (\text{Lux})$$

Dimana:

F_{total} adalah fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

K_p adalah koefisien penggunaan (0,7)

K_d adalah koefisien depresiasi (penyusutan) (0,8)

A adalah luas bidang kerja (m^2)

Lux adalah satuan intensitas cahaya

Adapun standar tingkat pencahayaan minimum pada masing-masing ruang pada gedung dapat dilihat pada Tabel 2.3:

Tabel 2.3 Tingkat Pencahayaan Minimum Berdasarkan SNI 6179 : 2020 (Badan Standarisasi Nasional, 2020)

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan Minimum (Lux)
Ruang Kelas	350
Ruang Baca Perpustakaan	350
Laboratorium	500
Ruang Praktek Komputer	500
Ruang Laboratorium Bahasa	300
Ruang Guru / Dosen	300
Ruang Olahraga	300
Ruang Gambar	750
Ruang Auditorium	300
Lobby	100
Tangga	100
Kantin	200

Menurut aturan Standar Tingkat Pencahayaan Minimal dan Standar Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan digunakan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Standar Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan (Prastyawan et al., 2020)

Ruangan di Lembaga Pendidikan	Daya Pencahayaan Maksimum (W/m^2)
-------------------------------	--

Ruang Kelas	15
Perpustakaan	11
Laboratorium	13
Ruang Praktek Komputer	12
Ruang Laboratorium Bahasa	13
Ruang Guru / Dosen	12
Ruang Olahraga	12
Kantin	8

Dengan mengetahui standar pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4, dapat dianalisis daya yang dibutuhkan dan jumlah lampu yang dapat terpasang dalam ruangan. Kemudian dengan memiliki ukuran luas ruangan dan fungsional ruangannya. Dapat dianalisis menggunakan persamaan (Prastyawan et al., 2020).

$$N = \frac{E \times A}{K_p \times K_d \times F}$$

Dimana:

N adalah jumlah titik lampu

E adalah kuat ACuan intensitas pencahayaan (Lux)

A adalah luas ruangan (m^2)

K_p adalah koefisien penggunaan (0,7)

K_d adalah koefisien depresiasi (penyusutan) (0,8)

F adalah lumen keluaran lampu (lm)

2.4.2 Standar Efisiensi Motor Induksi

Efisiensi motor induksi didefinisikan sebagai ukuran efisiensi motor induksi dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, yang dinyatakan sebagai perbandingan antara daya masukan dan daya keluaran (Kurnia Pratama et al., 2020).

Definisi efisiensi energi menurut NEMA adalah efisiensi merupakan perbandingan daya keluaran yang bermanfaat terhadap total daya input yang dinyatakan dalam persentase.

Yang biasanya dinyatakan sebagai rasio daya masukan dan keluaran atau bisa juga disebut juga dengan rugi-rugi (Kurnia Pratama et al., 2020). Hal tersebut dapat peroleh dengan menggunakan persamaan (Kurnia Pratama et al., 2020).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

η adalah efisiensi (%)

P_{out} adalah daya Keluaran Motor Induksi (Watt)

P_{in} adalah daya Masukan Motor Induksi (Watt)

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) memiliki standar metode untuk mencari efisiensi motor induksi yang antara lain tertera pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Metode Pengukuran Efisiensi Motor Induksi IEEE (Kurnia Pratama et al., 2020)

No	Metode	Keterangan
1	A	Pengukuran langsung pada masukan dan keluaran
2	B	Pengukuran langsung pada masukan dan keluaran dengan menghitung tiap rugi-rugi dan pengukuran tak langsung pada rugi-rugi stray
3	C	Menduplikat mesin dengan tiap rugi-rugi dan pengukuran tak langsung pada rugi-rugi stray
4	E	Pengukuran daya listrik saat ada beban dengan tiap rugi-rugi yang ada dan pengukuran langsung rugi-rugi stray
5	E1	Pengukuran daya listrik saat ada beban dengan tiap rugi-rugi yang ada dan asumsi nilai rugi stray
6	F	Rangkaian ekivalen dengan pengukuran langsung pada rugi-rugi stray
7	F1	Rangkaian ekivalen dengan asumsi pada rugi-rugi stray
8	C/F	Rangkaian ekivalen yang dikalibrasikan per titik beban metode C dengan pengukuran tak langsung rugi-rugi stray
9	E/F	Rangkaian ekivalen yang dikalibrasikan per titik beban Metode E dengan pengukuran langsung rugi-rugi stray
10	E1/F1	Rangkaian ekivalen yang dikalibrasikan per titik beban Metode E dengan asumsi nilai rugi-rugi stray

2.4.3 Standar Temperatur

Tingkat kenyamanan temperatur dalam ruang diatur oleh tata udara gedung agar tetap nyaman tertuang dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 yang menyatakan standar temperatur udara yaitu ($24^0\text{C} - 27^0\text{C}$) dan standar kelembaban (55%-65%) dalam ruangan (Biantoro & Permana, 2017).

Sesuai dengan SNI 03-6572-2001 kenyamanan termal ruangan ditentukan oleh faktor temperatur ruangan pada daerah tropis dapat dilihat pada Tabel 2.6:

Tabel 2.6 Tingkat Kenyamanan Termal pada Daerah Tropis (Rengganis, 2009)

Kriteria	Temperatur Efektif
Sejuk Nyaman	20,5°C – 22,8°C
Nyaman Optimal	22,8°C – 25,8°C
Hangat Nyaman	25,8°C – 27,1°C

Untuk kelembaban udara pada daerah tropis relatif yang dianjurkan yaitu antara 40% hingga 50%, namun untuk ruangan dengan penghuni padat seperti ruang pertemuan, kelembaban relatif masih dapat diperbolehkan berkisar antara 55% hingga 60% (Rengganis, 2009).

Berdasarkan jurnal Musyadad pada skripsinya yang berjudul Evaluasi Kapasitas AC pada Gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula Semarang menyatakan nilai PK (*Parkade Kracht*) terhadap BTU/H (*British Thermal Unit per Hour*) dapat dilihat pada Tabel 2.7 (Musyadad, 2018).

Tabel 2.7 Nilai PK terhadap BTU/H

Kapasitas AC (PK)	BTU/H	Luas Ruang per Meter Persegi
0,5	5.000	10
0,75	7.000	14
1	9.000	18
1,5	12.000	24
2	18.000	36

2.5 Penelitian yang Relevan

Pengembangan tugas akhir ini dilakukan tinjauan dari beberapa pustaka yang memiliki topik relevan yang dapat dilihat pada artikel sebagai berikut:

Analisis audit energi untuk pencapaian efisiensi energi di gedung AB, kabupaten Tangerang, Banten pada tahun 2017. Hasil penelitian intensitas konsumsi energi (IKE) pada gedung AB yaitu 48.33 kWh/tahun, hal tersebut masuk dalam kategori efisien yang terjadi

karena banyak kondisi *AC* yang tidak bekerja dan lampu yang pencahayaannya kurang terang di bawah standar SNI (Biantoro & Permana, 2017).

Audit energi awal melalui perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) listrik dengan studi kasus pada gedung politeknik Muara Teweh pada tahun 2019. Nilai IKE ini diperoleh dengan pengumpulan dan menghitung data histori biaya energi listrik pada tahun 2017 konsumsi energi listrik pada gedung Polmat setiap akhir bulan memiliki nilai rata-rata 2.598 kWh dan hasil IKE bulanan nya 4.224 kWh/m² per bulan atau 50.698 kWh/m² per tahun yang masuk pada golongan sangat efisien (Teruna, 2019).

Audit energi dan analisis peluang hemat energi pada bangunan gedung PT. X dengan menggunakan data histori dari tahun 2008 hingga 2011 yang nilai IKE nya meningkat dari tahun ke tahun yaitu pada tahun (2008) sebesar 90,19 kWh/m²/tahun termasuk dalam kategori sangat efisien namun pada tahun (2009) sebesar 117,61 kWh/m²/tahun, (2010) sebesar 133,21 kWh/m²/tahun, dan (2011) sebesar 127,57 kWh/m²/tahun mengalami penurunan kualitas dan masuk dalam kategori efisien (Septian & Prihartono, 2013).

Audit energi pemakaian air conditioning (*AC*) Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat, dengan melakukan pengukuran tekanan temperatur, laju aliran fluida atau konsumsi energi listrik selama 1 bulan penuh untuk menghitung nilai IKE dan analisis data 1 tahun terakhir dari Januari 2016 hingga Desember 2016 mengambil data histori pembayaran listrik. Setelah melakukan audit awal dilakukan pengenalan peluang penghematan energi yaitu melakukan perawatan *AC* secara berkala, memasang termometer untuk mengetahui temperatur ruangan dan sosialisasi internal serta peningkatan penghematan energi, diperoleh nilai IKE per tahunnya turun dari 198,13 kWh/m² masuk dalam kategori agak boros menjadi 156,83 kWh/m² yang masuk dalam kategori cukup efisien (Lukman, 2019).

Audit energi sebagai upaya proses efisiensi pemakaian energi listrik di Universitas Teuku Umar (UTU) Meulaboh mengambil data pada tahun 2013 pada masing-masing IDPL. Dari hasil analisis konsumsi energi listrik masih jauh di angka standar IKE yaitu $21,8 \text{ kWh/m}^2$ per tahun, yang masuk dalam golongan sangat efisien. Namun diperlukan penambahan daya atau penggantian MCB karena daya listrik yang tersedia masih terlalu rendah sehingga menyebabkan terjadinya trip pada MCB ketika beban puncak (Ikhsan & Saputra, 2018).

Audit energi berbasis hasil pengukuran dan monitoring besaran listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila dengan melakukan pengukuran ruang dengan *AC* dan tanpa *AC*, melakukan analisis berupa asumsi lama penggunaan listrik dan umur peralatan listrik yang sudah tidak tersedia, melakukan pengukuran kWh perhari dan perbulan serta memberikan rekomendasi upaya penghematan energi. Dari hasil analisis konsumsi energi listrik sebelum diberikan rekomendasi penghematan yaitu 9.487 kWh/m^2 per bulan yang termasuk dalam kategori efisien berdasarkan IKE menjadi 8.242 kWh/m^2 per bulan yang masuk dalam kategori efisien namun sudah mendekati nilai sangat efisien ketika dilakukan rekomendasi penghematan dengan mengganti lampu yang telah habis masa pakai, mengatur temperatur pada remote *AC* di seluruh ruangan pada suhu 24°C hingga 27°C , perawatan *AC* setiap 3 bulan sekali, memasang *door closer* pada setiap pintu utama yang berhubungan langsung dengan lingkungan luar dan mengoptimalkan waktu penggunaan *AC* (Despa et al., 2021).

Pemakaian lampu LED terhadap energi dan efisiensi biaya di PT. Total Bangun Persada TBK. Dengan mengganti 80 lampu LED dari yang sebelumnya mengkonsumsi energi listrik 24.624 kWh/hari dan 7.206 kWh/tahun menjadi 3.306 kWh/hari dan 1.226 kWh/tahun . Nilai efisiensi serta ekonomis yang diperoleh pada penggunaan lampu LED yaitu Rp. 84.144.416,6 dengan titik balik atau Break Event Point (BEP) berada pada tahun ke 1,63 dan nilai ROI sebesar 52,59% (Suwandi & Fardian, 2016).

Audit energi listrik pabrik dengan mengukur dan menganalisis frekuensi, arus, tegangan, daya semu, daya reaktif, daya aktif, faktor daya, ketidakseimbangan arus, ketidakseimbangan tegangan, harmonisa arus, harmonisa tegangan menggunakan alat *Three Phase Power Quality Analyzer*. Dari hasil penelitian Almarda dan Kusuma kualitas daya secara menyeluruh dapat dikatakan kurang baik karena besarnya distorsi harmonic dan ketidakseimbangan beban pada setiap fasa. Oleh karena itu diperlukan pembenahan pada sektor distribusi beban dan penambahan kapasitor bank untuk menaikan nilai faktor daya (Almarda & Kusuma, 2018).

Dari beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, penulis akan melakukan audit energi berupa pengumpulan data sekunder berupa data sejarah energi pada gedung baik itu penggunaan daya dan biaya tagihan listrik, pengumpulan data primer dengan melakukan pengukuran/pemeriksaan pada setiap ruangan berupa intensitas cahaya ruangan dan temperatur seperti peneliti terdahulu. Tidak lupa juga penulis mengumpulkan data berupa luas pada setiap ruang gedung, inventarisasi dan identifikasi penggunaan energi listrik dari peralatan listrik dan menghitung besar intensitas konsumsi energi (IKE).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengolahan Data

Metode deskriptif statistik digunakan untuk merangkum dan menjelaskan data yang diperoleh dari pengukuran dan observasi energi pada temperatur udara, pencahayaan, dan peralatan elektronik lainnya (Ansor et al., 2019).

3.1.1 Tujuan Penggunaan Deskriptif Statistik

Deskriptif statistik digunakan untuk merangkum dan menjelaskan data yang diperoleh pada pengukuran dan observasi energi dari hasil pengukuran udara, pencahayaan, kualitas daya pompa air, hasil kuesioner terhadap pejabat universitas, karyawan, dosen serta mahasiswa yang masih aktif di Universitas Buddhi Dharma.

3.1.2 Variabel yang diukur

Variabel yang diukur selama audit energi mencakup konsumsi energi dengan pencatatan penggunaan daya keseluruhan pada gedung, temperatur udara pada setiap ruang, intensitas pencahayaan dengan melakukan pengukuran pada titik tengah ruang, mengamati kapan pompa air beroperasi dan seberapa lama durasi.

3.1.3 Pemilihan Metrik

Pemilihan metrik dengan menampilkan penggunaan energi tertinggi, terkecil dan rata-rata pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma dari hasil pencatatan, pengukuran dan observasi yang telah dilakukan dengan menampilkan data dalam bentuk grafik agar mempermudah dalam melihat perbandingan dari data yang telah diperoleh.

3.2 Alat Ukur

Audit energi pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma membutuhkan alat yang berfungsi untuk mengukur pada semua parameter penelitian, berikut alat ukur yang perlu dipersiapkan antara lain yaitu tang ampere, digital lux meter dan mini temperature humidity meter.

3.2.1 Tang Ampere

Tang Ampere berfungsi untuk mengukur arus (I) listrik tanpa harus memutus aliran arus listrik atau mengupas kabel, manfaat lain dari tang ampere yaitu untuk mengukur tegangan (V) dan nilai resistansi (Ω). Cara penggunaan tang ampere meter yaitu dengan melingkarkan alat tersebut pada kabel phase dan sensor yang terdapat pada tang ampere meter ini akan membACA dan menampilkan arus yang dialiri oleh kabel phase tersebut pada instrument digital yang tersedia.



Gambar 3.1 Tang Ampere Kyoritsu
(Sumber : Shoppe)

3.2.2 Digital Lux Meter

Lux Meter berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya agar dapat mengetahui tingkat pencahayaan pada suatu area. Hasil pengukuran dinyatakan dalam unit lux agar dapat mengetahui apakah pencahayaan dalam ruangan guna memastikan bahwa tingkat pencahayaan memenuhi standar yang ditetapkan untuk kenyamanan visual, keamanan dan keperluan pada setiap ruangan yang berbeda-beda.



Gambar 3.2 Digital Lux Meter
(Sumber : Indiamart)

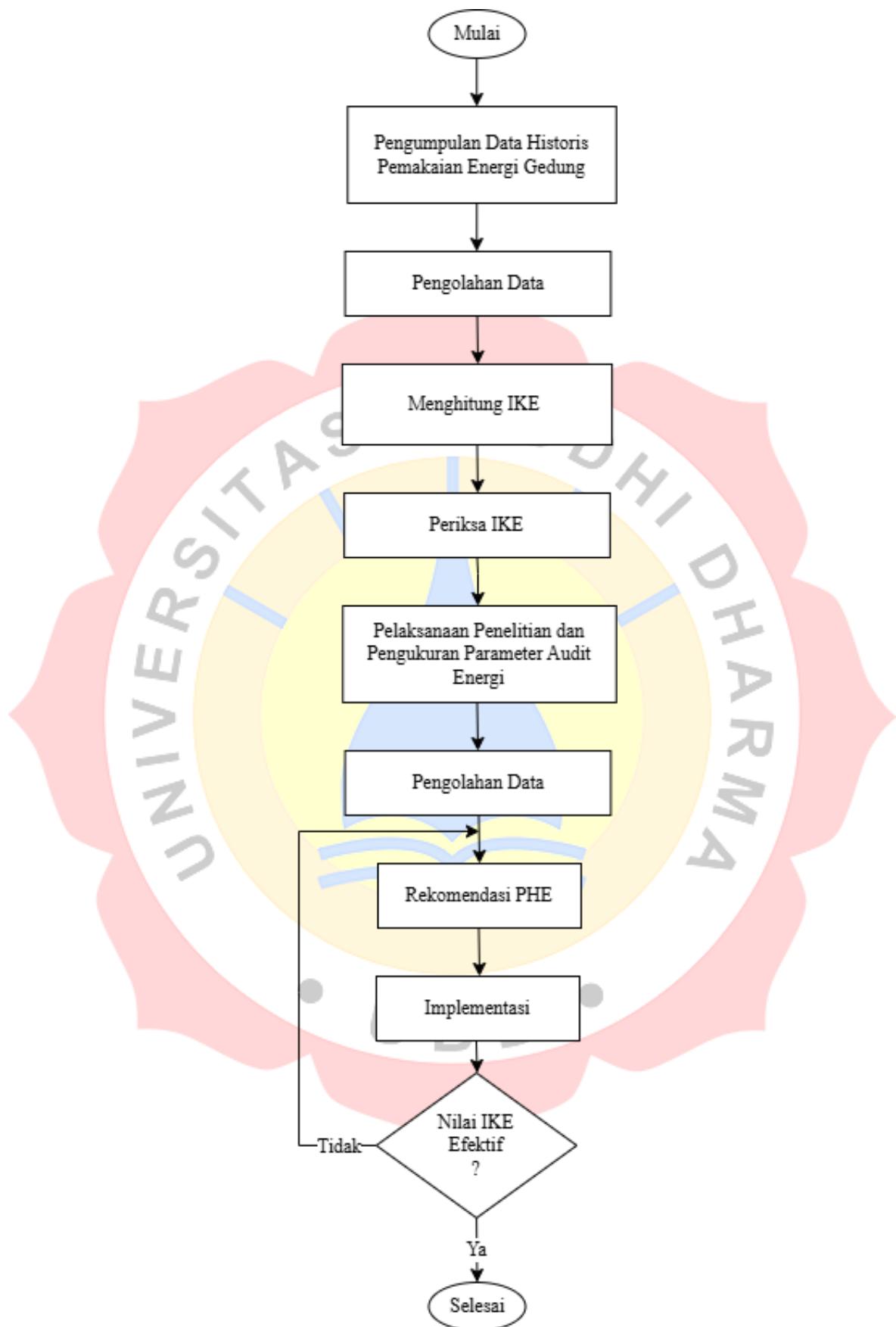
Penggunaan alat lux meter dilakukan dengan melakukan pengukuran pada posisi ketinggian 75 cm dari lantai ruangan. Pengukuran dilakukan pada setiap sudut ruangan dan posisi tengah ruangan, yang kemudian dilakukan perhitungan rata-rata.

3.2.3 Mini Temperature Humidity Meter

Mini temperature humidity meter merupakan alat pengukur temperatur dan kelembaban. Yang berfungsi memberikan informasi tentang kondisi termal dan kelembaban pada ruangan. Alat ini berguna untuk memahami dan mengontrol kondisi mikroklimat untuk standar kenyamanan suhu dan kelembaban bagi manusia yang dengan mempengaruhi dalam konsentrasi kegiatan belajar mengajar serta aktivitas lainnya di dalam gedung, melalui tampilan digital pada layar yang terpasang pada alat tersebut.



Gambar 3.3 Mini Temperatur Humidity Meter
(Sumber : Hope-education)



Gambar 3.4 Flowchart Audit Energi Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma

3.3 Flowchart

Konsep dan alur analisis audit energi pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma dilakukan melalui beberapa tahapan yang ditampilkan oleh diagram alur yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

3.3.1 Pengumpulan Data Pemakaian Energi Gedung

Yang dilakukan pertama yaitu mengumpulkan data luas ruang gedung dan histori tagihan konsumsi energi listrik dalam kurun waktu beberapa bulan yang telah berlalu.

3.3.2 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan luas ruang gedung dan histori konsumsi energi listrik dan tagihannya, dapat dilakukan perhitungan guna mengetahui luas ruang pada masing-masing lantai secara menyeluruh serta menghitung konsumsi tertinggi, terendah dan rata-rata penggunaan energi listrik.

3.3.3 Menghitung IKE

Dari data yang telah diproses maka dapat dihitung intensitas konsumsi energi listrik terhadap luas ruangan secara keseluruhan.

3.3.4 Periksa IKE

Hasil perhitungan konsumsi energi listrik gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma dapat dilakukan pemeriksaan kategori nilai intensitas konsumsi energi listrik yang ada pada Tabel 2.2.

3.3.5 Pelaksanaan Penelitian dan Pengukuran Parameter Audit Energi

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada malam hari, kegiatan yang dilakukan yaitu mencatat peralatan listrik yang terpasang pada setiap ruang, mengukur tingkat besaran lumen pada lampu menggunakan alat bantu digital lux meter, mengukur temperatur dan kelembaban menggunakan alat bantu mini temperature humidity meter, serta mengamati pengoperasian pompa air dan lift.

3.3.6 Rekomendasi PHE (Potensi Hemat Energi)

Setelah dilakukan audit komprehensif secara menyeluruh maka peneliti memberikan rekomendasi penghematan konsumsi energi listrik pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.

3.4 Jadwal Pelaksanaan

Pelaksanaan audit energi diperkirakan dilaksanakan selama 2 bulan. Dengan mengamati lux meter pada pencahayaan dan temperatur udara, melakukan pengukuran daya input dan output pada motor pompa air dalam gedung serta melakukan pencatatan penggunaan daya pada kWh meter.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Audit Energi pada Gedung Vipassi

Kegiatan	Minggu															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Pengukuran intensitas cahaya, temperatur, daya input output motor listrik, pendataan peralatan elektronik gedung Vipassi dan melakukan pencatatan data penggunaan daya																
Kuesioner mengenai kenyamanan terhadap cahaya, temperatur dan ergonomi pada Gedung Vipassi																
Pengolahan dan Analisis Data																
Pembuatan Laporan Penelitian																

Prosedur penelitian meliputi:

1. Pengumpulan data terkait luas gedung, kapasitas daya, peralatan listrik yang terpasang pada Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma dan histori pembayaran rekening listrik pada tahun terakhir oleh pihak administrasi Universitas Buddhi Dharma.
2. Melakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat digital lux meter pada setiap ruang yang ada di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma disetiap sudut-sudut ruang dan posisi *center*.
3. Melakukan pengukuran temperatur udara menggunakan alat mini temperature humidity meter pada setiap ruang yang ada di Gedung Vipassi Universitas Buddhi Dharma.
4. Melakukan pendataan setiap komponen listrik yang terpasang pada semua ruang pada area gedung.
5. Melakukan pengukuran daya input dan output pada motor pompa air menggunakan tang ampere kyoritsu.
6. Pencatatan penggunaan daya pada kWh meter listrik.

7. Pendataan survei kepada dosen, karyawan, dan mahasiswa yang aktif di Universitas Buddhi Dharma terkait kenyamanan terhadap cahaya dan temperatur udara pada Gedung Vipassi.
8. Analisis dan pengolahan data yang telah terkumpul.

