

AUDIT ENERGI PADA GEDUNG ADMINISTRASI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma tiga (D-3) Program
Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan teknik mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

MUHAMMAD ISWAN DWI PUTRA ARIEF 342 18 016

HAFIFAH INDRIANI 342 18 008

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

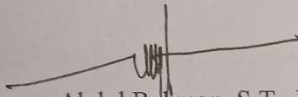
2021

HALAMAN PERSETUJUAN

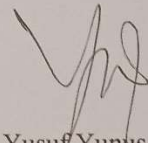
Laporan tugas akhir dengan judul “Audit Energi Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang” oleh Muhammad Iswan Dwi Putra Arief NIM 342 18 016 dan Hafifah Indriani NIM 342 18 008 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 20 September 2021

Pengarah I,


Abdul Rahman, S.T., M.T.
Nip:19730803 200604 1 001

Pengarah II,


Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.
Nip:19800802 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



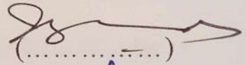
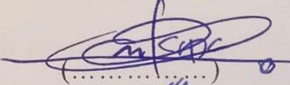
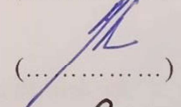
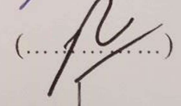
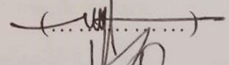
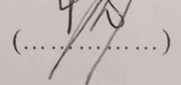
Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D.
Nip:19741106 200212 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Senin tanggal 20 September 2021 tim penguji ujian siding laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian siding laporan tugas akhir oleh mahasiswa Muhammad Iswan Dwi Putra Arief NIM 342 18 016 dan Hafifah Indriani NIM 342 18008 dengan judul “Audit Energi Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang”.

Makassar, 20 September 2021

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir:

- | | | |
|-----------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. A.M.Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng. Sc., Ph.D. | (Ketua) |  |
| 2. Sukma Abadi, S.T., M.T. | (Sekretaris) |  |
| 3. Musrady Mulyady, S.ST., M.T. | (Anggota) |  |
| 4. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D. | (Anggota) |  |
| 5. Abdul Rahman, S.T., M.T. | (Pengarah 1) |  |
| 6. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T. | (Pengarah 2) |  |

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Audit Energi Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudari penulis yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Abdul Rahman, S.T., M.T. selaku pengarah I dan Bapak Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T. selaku pengarah II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Marhatang, S.ST., M.T., selaku Wali Kelas.
7. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Konversi Energi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama melaksanakan perkuliahan, dan telah membantu dalam menyediakan fasilitas dan sarana dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini.
8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2018 yang telah menjadi saudara-saudari serta banyak memberikan motivasi, bantuan serta doanya, selama berada di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
9. Buat semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu-persatu yang berjasa dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih kurang sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Makassar, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
SURAT PERNYATAAN	xviii
RINGKASAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Standar Audit Energi	7
2.2 Bentuk-bentuk Energi Yang Dikonsumsi Dalam Bangunan	8
2.2.1 Bentuk-bentuk energi yang dikonsumsi dalam bangunan/industri, yaitu.....	8
2.2.2 Peralatan-peralatan yang mengkonsumsi energi pada bangunan terdiri atas :	
.....	8

2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi Tingkat Konsumsi Energi Pada Bangunan	8
2.3.1 Faktor Perencanaan Bangunan	8
2.3.2 Faktor peralatan dan penghunian.....	10
2.4 Proses Audit Energi	11
2.4.1 Audit Energi Awal.....	11
2.4.1.1 Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung.	11
2.4.1.2 Menghitung Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung.....	12
2.4.2 Audit energi rinci.....	12
2.5 Manfaat Audit Energi	14
2.6 Pelaku Audit Energi.....	14
2.7 Gambaran Umum Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.....	15
2.8 Distribusi Pemakaian Energi.....	16
2.9 Gambaran Peralatan Yang Mengkonsumsi Energi Listrik Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.....	16
2.10 Analisa Selubung Bangunan.....	17
2.11 Nilai perpindahan termal menyeluruh.....	17
2.11.1 Transmittansi termal (U).....	18
2.11.2 Beda temperatur ekuivalen.....	19
2.11.3 Faktor radiasi matahari.....	19
2.11.4 Koefisien peneduh (SC)	19
2.12 Analisa Beban Pengkondisian Udara (AC)	22
2.12.1 Kalor Penerangan	22
2.12.2 Kalor Sensibel Lantai	22
2.12.3 Kalor Sensibel Manusia.....	23
2.12.4 Kalor Sensibel Peralatan	23
2.12.5 Kalor Jendela.....	23
2.12.6 Kalor Sensibel Dinding	23
2.12.7 Kalor Radiasi Matahari	23

2.12.8 Kalor Sensibel Infiltrasi	23
2.13 Analisa Sistem Penerangan	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.2 Alat Ukur yang Digunakan	25
3.3 Pengambilan Data	27
3.4 Metode Audit Energi	30
3.4.1 Pengambilan data	30
3.4.2 Analisis dan Pembahasan Data.....	31
3.5 Analisis Peluang Hemat Energi	31
3.6 Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.7 Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Perhitungan OTTV	33
4.1.1 Menentukan Nilai Absorbstansi Radiasi Matahari	34
4.1.2 Menghitung Nilai Wall Window Ratio (WWR)	34
4.1.3 Menghitung Nilai Transmittansi Termal (U).....	34
4.1.4 Menentukan Beda Temperatur Ekuivalen (TDEK)	36
4.1.5 Menentukan Nilai Faktor Radiasi Matahari (SF)	36
4.1.6 Menghitung Koefisien Peneduh (SC).....	36
4.1.7 Menghitung Nilai OTTV	37
4.2 Sistem AC.....	40
4.3 Sistem Penerangan	52
4.4 Menghitung efisiensi	65
4.5 Menghitung IKE	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76

5.1 KESIMPULAN..... 76
5.2 SARAN..... 77
DAFTAR PUSTAKA..... 79



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pemakaian energi akhir di beberapa sektor (%).....	6
Tabel 2 Daftar peralatan dan parameter pengukuran.....	28
Tabel 3 Contoh tabel pengambilan data pada peralatan	30
Tabel 4 Contoh tabel pengambilan data untuk jumlah manusia.....	30
Tabel 5 Jadwal Pelaksanaan Pembuatan Tugas Akhir 2020-2021	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6 Perhitungan nilai U_w untuk dinding bata	35
Tabel 7 Perhitungan nilai U_F untuk jendela kaca	35
Tabel 8 Nilai OTTV di setiap orientasi	37
Tabel 9 Hasil analisis total beban kalor pengkondisian udara.....	43
Tabel 10 Hasil analisis pada sistem pendinginan sebelum di sesuaikan dengan standar	45
Tabel 11 Hasil analisis pada sistem pendingin setelah disesuaikan dengan standar	47
Tabel 12 Hasil analisis pada sistem pendingin setelah disesuaikan dengan beban kalor	49
Tabel 13 Hasil analisis pada sistem penerangan sebelum di sesuaikan dengan standar.	55
Tabel 14 Hasil analisis pada sistem penerangan setelah di sesuaikan dengan standar.	58
Tabel 15 Hasil analisis pada sistem penerangan setelah di sesuaikan pada standar.....	61
Tabel 16 Hasil analisis efisiensi pada sistem penerangan	65

Tabel 17 Hasil analisis efisiensi pada sistem penerangan sebelum disesuaikan standar	65
Tabel 18 Hasil analisis efisiensi pada sistem penerangan sebelum pengaturan thermostat dengan setelah melakukan pengaturan thermostat.	66
Tabel 19 Klasifikasi nilai IKE ruangan ber-AC	67
Tabel 20 Perhitungan IKE sebelum disesuaikan pada standar	68
Tabel 21 Perhitungan IKE setelah disesuaikan pada standar	71
Tabel 22 Perhitungan IKE setelah dilakukan penghematan	73
Tabel 23 Data Penerangan di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung	82
Tabel 24 Data pengkondisian udara di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri	89
Tabel 25 Faktor Koefisien Transmisi Kalor Peralatan Listrik.....	96
Tabel 26 Koefisien transmisi kalor dari atap.....	96
Tabel 27 Faktor koefisien manusia dan Faktor kelompok.	97
Tabel 28 Koefisien transmisi kalor jendela	98
Tabel 29 Koefisien mission transmisi kalor dinding	98
Tabel 30 Faktor Transmisi Jendela.....	99
Tabel 31 Jumlah pergantian.....	99
Tabel 32 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding	100
Tabel 33 Nilai R lapisan udara permukaan untuk dinding dan atap.....	101

Tabel 34 Nilai k bahan bangunan	101
Tabel 35 Beda temperatur ekuivalen untuk dinding	102
Tabel 36 Faktor radiasi matahari (SF, W/m ²) untuk berbagai orientasi.....	102
Tabel 37 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperature warna yang....	103
Tabel 38 Penetapan penyesuaian tariff tenaga listrik (tariff adjustment) periode april-juni 2021.....	104



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sinar matahari jatuh pada bidang normal dengan sudut 45°	20
Gambar 2 Tang Ampere	25
Gambar 3 Pyranometer.....	26
Gambar 4 Lux Meter	27
Gambar 5 Denah bangunan administrasi.....	29
Gambar 6 Flowchart Penelitian.....	32
Gambar 7 Grafik perbandingan nilai OTTV di setiap orientasi terhadap nilai standar	38
Gambar 8 Grafik perbandingan nilai OTTV total terhadap nilai standar OTTV 45	39
Gambar 9 Grafik kWh/bulan pada sistem pengkondisian udara	51
Gambar 10 Grafik kWh/bulan pada sistem penerangan.....	64
Gambar 11 Grafik nilai IKE	75
Gambar 13 Pengambilan data Arus dan Cos phi lampu.....	108
Gambar 14 Pengambilan data pada ruang rapat Gedung Administrasi.....	108
Gambar 15 Pengambilan data pada ruang rapat x direktur	109
Gambar 16 Pengukuran tingkat pencahayaan ruangan x direktur	109
Gambar 17 Pengukuran arus AC di panel box Lantai 1 Gedung Administrasi.....	110
Gambar 18 Pengambilan data pada name plate AC	110
Gambar 19 Pengukuran luas jendela	111
Gambar 20 Pengukuran luas dinding di setiap orientasi	111

DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
IKE	kWh/m^2	Intensitas Konsumsi Energi
SNI		Standar Nasional Indonesia
α		Absorbtansi radiasi matahari.
U_w	$W/m^2.K$	Transmitansi termal dinding tak tembus cahaya
WWR		Perbandingan luas Jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan
T_{DEK}	K	Beda temperatur ekuivalen.
SF	W/m^2	Faktor radiasi matahari.
SC		Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

U_F	$W/m^2.K$	Transmitansi termal fenestrasi.
ΔT	K	Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam.
R_{UL}		Resistansi lapisan udara luar
R_K		Resistansi termal bahan.
t	m	Tebal bahan
k	$W/m.K$	nilai konduktivitas termal bahan.
R_{RU}		Resistansi termal rongga udara
R_{UP}		Resistansi lapisan udara permukaan
SC_k		Koefisien peneduh kaca.
SC_{Hari}		Koefisien peneduh efektif alat peneduh.
I_T	W/m^2	radiasi total.
H		perolehan panas radiasi matahari.

A_{EK}	m^2	luas bagian jendela yang terekspos (exposed area).
A_s	m^2	luas bagian jendela yang terlindungi (shaded area).
I_d	W/m^2	radiasi difus.
I_L	W/m^2	radiasi langsung.
A_N	m^2	luas jendela.
E	Lux	Jumlah titik lampu
L	m	Kuat penerangan
W	m	Panjang (Length) ruangan
\square	Lumen	Lebar (Widht) ruangan.
LLF		Total nilai pencahayaan lampu
CU		Light Loss Factor
n		Coeffesien of Utilization
		Jumlah lampu dalam 1 titik

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Sistem Penerangan dan Sistem Pengkondisian Udara.....	82
Lampiran 2 Analisis Data.....	96
Lampiran 3 Lampiran Dokumentasi.....	108



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iswan Dwi Putra Arief

NIM : 342 18 016

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Audit Energi Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2021

Muhammad Iswan Dwi Putra Arief
342 18 016

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hafifah Indriani

NIM : 342 18 008

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Audit Energi Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2021

Hafifah Indriani
342 18 008

AUDIT ENERGI PADA GEDUNG ADMINISTRASI POLITEKNIK NEGERI

UJUNG PANDANG

RINGKASAN

Audit energi merupakan langkah awal atau pendekatan standar yang harus dilakukan untuk menolong suatu perusahaan/instansi dalam mengevaluasi penggunaan energi dan mengidentifikasi peluang penghematan energi terutama untuk bangunan besar (komersial/non komersial), yang banyak mengkonsumsi energi baik dalam bangunan komersial/non komersial yang tidak dikendalikan secara baik, dapat menjurus kepada pemborosan dalam pemakaian energi. Dalam kegiatan ini bangunan yang di audit ialah Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang. Audit dilakukan pada selubung bangunan, sistem penerangan, dan sistem pengkondisian udara. Pada selubung bangunan didapatkan nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) sebesar $37,6 \text{ W/m}^2$, nilai tersebut telah memenuhi OTTV yang disyaratkan yaitu 45 W/m^2 . Setelah melakukan audit energi pada sistem penerangan dan sistem pengkondisian udara dengan menentukan peluang-peluang penghematannya dapat dihemat sekitar Rp. 3.203.516,28 /bulan. Nilai IKE pada Gedung Administrasi masuk dalam kategori efisien, setelah dilakukan penghematan didapatkan nilai IKE menjadi sangat efisien.

Kata kunci : Audit energi, OTTV, selubung bangunan, IKE

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dapat kita katakan bahwa hampir seluruh kegiatan manusia membutuhkan energi. Seiring berjalannya waktu cadangan energi semakin langka, sedangkan kebutuhan energi makin meningkat. Penggunaan energi secara boros dapat menyebabkan penurunan daya saing produk, gejolak sosial ekonomi jangka panjang dan kerusakan lingkungan. Tingkat kebutuhan dan penyediaan energi adalah salah satu isu strategis tentang ketahanan energi nasional yang berkaitan dengan pembangunan ekonomi. Mengurangi intensitas energi 1% per tahunnya, mencapai elastisitas energi kurang dari 1, serta mencapai penghematan energi sebesar final 17 % adalah beberapa target konservasi energi di Indonesia pada tahun 2025. Ketika suatu negara ingin mendapatkan penggunaan energi se-efisien mungkin maka perlu didapatkan nilai intensitas energi yang kecil. (Marzuki dan Rusman, 2012).

Intensitas energi primer Indonesia masih lebih besar dibandingkan Filipina, Amerika Serikat, Inggris dan Jepang. Hal ini menandakan Indonesia lebih banyak mempergunakan energi untuk menghasilkan seribu USD PDB. (Nur Hidayanto, 2012)

Elastisitas energi adalah perbandingan antara laju pertumbuhan konsumsi energi dengan laju pertumbuhan ekonomi. Semakin kecil angka elastisitas, maka semakin efisien pula penggunaan energi. Pada tahun 2012, angka elastisitas energi di Indonesia terbilang masih cukup tinggi yaitu 1,36. Dibandingkan dengan negara lain, menurut penelitian *International Energi Agency* pada tahun 2009, angka elastisitas Thailand

sebesar 1,4, Singapura sebesar 1,1 dan Negara-negara maju lainnya berkisar antara 0,1 sampai 0,6. (Nugraha, 2015).

Terdapat 5 sektor utama yang menjadi pengonsumsi energi di suatu negara termasuk Indonesia yaitu sektor transportasi, rumah tangga, industri dan skomersia, dan lain-lain. Bangunan merupakan sub sektor dari sub komersial. (Nur Hidayanto, 2012).

Pada gedung atau bangunan, penggunaan energi sangatlah penting, terutama energi listrik, karena porsi pemakaian serta alokasi dana untuk menyediakannya adalah yang terbesar. Hal ini dikarenakan dalam operasional suatu gedung dominan menggunakan peralatan seperti lampu-lampu, peralatan elektronik, pompa-pompa, sampai pada sistem pengkondisian udara. (Rengganis, 2009).

Dalam upaya menanggulangi pemborosan pemakaian energi yang pada akhirnya mengakibatkan pembengkakan pada pembayaran listrik maka harus dilakukan efisiensi energi. Konservasi energi merupakan salah satu metode yang dipakai untuk mengefisienkan pemakaian energi listrik. Peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi merupakan defenisi dari konservasi energi. Dalam proses konservasi energi ini meliputi adanya audit energi, yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan, yang mana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan standar yang ada untuk kemudian dicari solusi penghematan konsumsi energi jika tingkat konsumsi melebihi standar baku yang ada. (Rengganis, 2009).

Atas dasar pemikiran di atas, maka penulis dalam penyusunan tugas akhir ini mengambil judul “Audit Energi pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung

Pandang”. Alasan diangkatnya gedung administrasi tersebut adalah setelah kami melakukan observasi kami mendapatkan penggunaan lampu yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dan penggunaan AC yang kurang tepat. Dengan harapan dari tugas akhir ini dapat diketahui tingkat konsumsi energi di Gedung Administrasi, peluang dan solusi penghematan yang dapat direkomendasikan kepada pihak manajemen Politeknik Negeri Ujung Pandang.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dirumuskan beberapa masalah diantaranya :

- a. Bagaimana mengefisienkan energi pada sistem tata udara dan sistem penerangan di suatu Gedung Administrasi.
- b. Bagaimana menentukan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) di suatu Gedung Administrasi.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengefisienkan energi pada sistem tata udara dan sistem penerangan di suatu Gedung Administrasi.
- b. Untuk menentukan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) di suatu Gedung Administrasi.

1.4 Batasan Masalah

- a. Audit energi dilakukan pada Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

- b. Pengamatan dilakukan pada sistem tata udara dan sistem penerangan.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Dapat mengetahui kualitas dari penerangan di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- b. Dapat mengetahui kualitas dari sistem pengkondisian udara di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- c. Dapat digunakan sebagai bahan acuan melakukan penghematan energi.
- d. Dapat mengetahui peluang-peluang penghematan energi di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang apabila ada pemborosan penggunaan energi.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Ditinjau dari segi bahasa, *Audit* artinya memeriksa, sedangkan *Energi* artinya kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja. Sehingga dapat dikatakan, *audit energi* adalah cara yang dipakai untuk memeriksa dan menghitung besarnya konsumsi energi suatu sistem untuk melakukan kerja. (Nur Hidayanto, 2012).

Definisi audit adalah inspeksi, koreksi, dan verifikasi. Sehingga audit energi dapat dikatakan sebagai hasil dari inspeksi berupa observasi penggunaan energi yang kemudian dikoreksi bila terdapat penyimpangan konsumsi energi dalam bentuk analisis penggunaan energinya, lalu dicari upaya dalam verifikasi (penyelesaian) masalah energi tersebut. (Nur Hidayanto, 2012).

Jadi audit energi dapat disimpulkan sebagai suatu tindakan untuk mendapatkan potret/profil penggunaan energi dari hasil kompilasi data energi yang terkumpul dan teranalisis pada suatu sistem, guna memberikan gambaran untuk merencanakan tindakan manajemen/konservasi dalam menyelesaikan masalah energi. (Nur Hidayanto, 2012).

Jenis-jenis bangunan terdiri atas (Nofriana dan Baso, 2013) :

- a. Residential (Tempat tinggal)
- b. Non Residential :
 - Commercial : Hotel, Rumah Sakit, Pertokoan, Rental Office, dan lain-

lain

- Non Commercial : Kantor-kantor yang bersifat pelayanan seperti pemerintah, bank, dan lain-lain

Permintaan energi di sektor komersial hanya sekitar 4% dari total permintaan energi nasional. Meskipun demikian, efisiensi energi pada sektor ini tetap menjadi prioritas. Umumnya energi yang digunakan oleh bangunan gedung komersial adalah pengaturan suhu dan pencahayaan. (Nur Hidayanto, 2012).

Tabel 1 Pemakaian energi akhir di beberapa sektor (%).

Year	Industry	Household	Commercial	Transportation	Other
2009	43.05	13.37	4.66	34.73	4.18
2010	45.66	12.19	4.41	34.40	3.34
2011	43.78	11.33	4.50	36.79	3.61
2012	39.95	11.30	4.37	40.26	4.12
2013	31.92	13.31	5.06	45.57	4.15
2014	32.25	13.95	5.10	44.94	3.76
2015	32.10	14.56	4.99	45.49	2.86
2016	30.07	15.58	5.42	46.23	2.69
2017	29.75	15.57	5.32	47.15	2.20
2018	32.86	14.71	4.72	45.87	1.85
2019	36.64	13.73	4.51	43.87	1.25

Source : Handbook of Energy & Econimoc Statistics of Indonesia, 2019

2.1 Standar Audit Energi

Audit energi tidak lepas dari standarisasi yang digunakan oleh sebagian Negara dalam melakukan audit atau pengukuran. Standar yang harus digunakan dalam audit energi haruslah standar yang berlaku dan banyak dipakai secara Internasional.

Indonesia sendiri telah memiliki standar yang telah disesuaikan dengan keadaan iklim atau tekstur wilayah Indonesia, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI). (Nur Hidayanto, 2012).

Fungsi standar sendiri adalah sebagai acuan bagi perancang, pemilik gedung, pengelola, pelaksana, dan pemakai di dalam merancang sistem keenergian pada bangunan gedung, dengan tujuan untuk memperoleh bangunan gedung yang pengoperasian dan pemeliharaannya dapat menghemat energi tanpa harus mengurangi atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan, produktivitas kerja penghuni atau pemakai gedung, serta mempertimbangkan aspek biaya. (Nur Hidayanto, 2012).

Standar- standar yang biasa digunakan antara lain:

- a. SNI 03-6389-2000; *Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung.*
- b. SNI 03-6197-2000; *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan.*
- c. SNI 03-6390-2011; *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung.*
- d. ASHRAE , *Standrd 90.1: energi efficiency.*

Standar yang digunakan penulis pada audit di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang adalah SNI 03-6389-2000 dan SNI 03-6197-2000. Pada SNI

tersebut membahas tentang radiasi matahari yang menimpa gedung dan penggunaan pencahayaan.

2.2 Bentuk-bentuk Energi Yang Dikonsumsi Dalam Bangunan

2.2.1 Bentuk-bentuk energi yang dikonsumsi dalam bangunan/industri, yaitu :

- a. Energi listrik : PLN, genset

2.2.2 Peralatan-peralatan yang mengkonsumsi energi pada bangunan terdiri atas :

- a. Peralatan-peralatan untuk mengubah kondisi termal :
 - Sistem AC
 - Sistem ventilasi
- b. Peralatan-peralatan untuk merubah kondisi visual/lighting (pencahayaan) : lampu dan alat-alat kontrolnya.
- c. Peralatan pendukung listrik lainnya : Laptop, proyektor, dan lain-lain.

2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi Tingkat Konsumsi Energi Pada Bangunan

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi energi pada bangunan terbagi dari dua kategori yaitu : (Departemen Pertambangan dan Energi, 1996)

2.3.1 Faktor Perencanaan Bangunan

Yang dimaksud dengan faktor tata letak bangunan adalah aspek-aspek yang perlu dipertimbangan pada awal perencanaan bangunan. Aspek-aspek tersebut adalah

- a. Orientasi Bangunan

Arah bangunan timur – barat akan mempengaruhi pemanasan langsung, karena radiasi matahari. Pada prinsipnya cahaya matahari memang kita butuhkan sebanyak mungkin untuk penerangan. Akan tetapi radiasinya dihindarkan sebanyak mungkin, karena cahaya matahari langsung mengenai tembok atau bidang kaca akan membuat ruangan dibelakangnya menjadi cepat panas. Begitu pula konfigurasi pelapisan bangunan mempengaruhi jumlah penggunaan energi.

Untuk bangunan yang berlokasi di daerah-daerah dengan iklim yang nyaman pengaruh radiasi matahari mungkin tidak besar. Akan tetapi untuk daerah-daerah dimana radiasi sinar matahari cukup berarti, orientasi dari dinding-dinding luar berpengaruh terhadap konsumsi energi.

b. Desain bangunan

Desain bangunan mempengaruhi konsumsi energi. Bangunan yang bulat atau melingkar biasanya mempunyai luas permukaan lantai yang lebih kecil, karena itu kehilangan energi dan radiasi dari luar juga lebih kecil dibandingkan dengan bentuk bangunan yang lain untuk jumlah luas lantai yang sama. Bangunan-bangunan yang tinggi memiliki luas atap yang lebih kecil sehingga kurang dipengaruhi oleh radiasi dari atap tetapi radiasi dari dinding lebih besar. Disamping itu bangunan-bangunan yang tinggi pada umumnya akan dipengaruhi oleh angin atau udara disekitar sehingga efek infiltrasi udara luar menjadi lebih besar. Jelaslah bahwa desain bangunan memiliki pengaruh yang besar terhadap jumlah konsumsi energi terhadap bangunan.

c. Fungsi bangunan

Pengaruh energi di bangunan sangat dipengaruhi oleh fungsi bangunan. Bangunan perkantoran lebih mengutamakan penggunaan energi. Sedangkan bangunan hotel lebih diarahkan kepada aspek kenyamanan penghunian untuk tujuan komersial.

2.3.2 Faktor peralatan dan penghunian

Faktor-faktor ini sangat besar pengaruhnya terhadap penggunaan energi di bangunan. Pengaruh kearah tidak efisien penggunaan energi dapat dicegah melalui program-program tertentu seperti audit energi dan peningkatan kesadaran penghuni sebagai pemakai energi.

a. Peralatan

Peralatan yang kurang pemeliharaan dan sudah lama digunakan mempunyai tingkat efisien yang rendah. Dalam memilih peralatan seperti AC, lampu, pompa dan sebagainya selain pertimbangan sebagai tingkat efisiensinya perlu pula diperhatikan umur alat (life time). Di samping itu pemeliharaan akan sangat membantu meningkatkan efisiensi peralatan.

b. Penghunian

Tidak dapat dipungkiri bahwa pemakaian energi di dalam bangunan adalah penentu tingkat konsumsi energi dalam bangunan. Tingkat kesadaran penghuni mengenai konservasi energi menentukan boros tidaknya penggunaan energi di suatu bangunan. Pada pelaksanaannya program konservasi energi, faktor penghuni memegang peranan penting bagi keberhasilan program tersebut secara menyeluruh. Melakukan audit energi berarti mengurangi biaya operasional bangunan, menambah

keuntungan dan memperkuat daya saing, yang dapat diharapkan dari tindak lanjut audit energi.

2.4 Proses Audit Energi.

Audit energi sangat dianjurkan untuk dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui potret penggunaan energi dan mencari usaha yang perlu dilakukan dalam rangka meningkatkan efisiensi penggunaan energi terutama pada gedung perkantoran, pusat belanja, hotel, apartemen, dan rumah sakit. (Nofriana dan Baso, 2013).

Audit energi dapat dilakukan dalam 2 tingkatan, yaitu audit energi awal (*Preliminary energy audit*) dan audit energi rinci (*Detailed energy audit*). (Nur Hidayanto, 2012).

2.4.1 Audit Energi Awal

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik/pengelola bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual.

2.4.1.1 Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung.

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi:

- a. Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan gedung sesuai pelaksanaan konstruksi.
 - Tapak, daerah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
 - Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.

- Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN
- b. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir.
 - c. Tingkat hunian bangunan (*occupany rate*).

2.4.1.2 Menghitung Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung.

- a. Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m²).
- b. Konsumsi Energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun).
- c. Intensitas Komsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun (kWh/m² tahun).

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi Energi bangunan gedung per tahun } \left(\frac{kWh}{\text{tahun}}\right)}{\text{Luas bangunan gedung (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

- d. Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

2.4.2 Audit energi rinci

Audit enrgi rinci dilakukan bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan.

- a. Penelitian dan pengukuran komsumsi energi.

Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai target yang ditentukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan penggunaan energi apa saja yang pemakaiannya cukup besar.

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian energi adalah mengumpulkan dan meneliti hal-hal yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan

gedung, dan dari hasil penelitian dan pengukuran energi dilihat dari profil penggunaan energi bangunan gedung.

b. Pengukuran energi

Seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan (*error*) yang masih dapat diterima. Untuk itu penting untuk menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Alat ukur yang digunakan dapat berupa alat ukur yang dipasang tetap (*permanent*) pada instalasi atau alat ukur yang dipasang tidak tetap (*portable*).

c. Instrumen – instrument Audit Energi

Persyaratan untuk satu audit seperti identifikasi dan hitung energi mengharuskan pengukuran – pengukuran. Pengukuran – pengukuran ini memerlukan pemakaian instrumen – instrumen. Instrument – instrument ini harus jinjing, yang tahan lama, mudah untuk beroperasi dan secara relative murah. Parameter- parameter secara umum dimonitor selama audit energi meliputi yang berikut: Basic Parameter- parameter Elektrik di AC & DC system- voltage (V), Arus , faktor daya, daya aktif (KW), daya semu (permintaan) (Kva), konsumsi energi (kWh), frekuensi (Hz), dan lain-lain.

2.5 Manfaat Audit Energi

Manfaat audit energi secara garis besar terdiri atas dua bagian, yaitu : (Nofriana dan Baso, 2013).

- a. Secara mikro yaitu mengurangi biaya operasional bangunan yang akan menguntungkan instalasi/perusahaan. Presentase biaya adalah cukup besar bagi suatu instalasi/perusahaan apalagi bagi bangunan komersial seperti industry, rumah sakit, hotel dan sebagainya, sehingga penghematan biaya energi dapat memberikan kontribusi langsung terhadap keuntungan perusahaan. Dengan turunnya biaya operasional secara langsung dapat memperbaiki daya saing terhadap perusahaan lainnya.
- b. Secara makro yaitu mengurangi beban negara untuk pengadaan energi dalam negeri sehingga peluang penyediaan energi untuk ekspor guna menambah devisa negara.

2.6 Pelaku Audit Energi

Keberhasilan audit energi melalui pelaksanaan audit energi sangat bergantung pada kerjasama antara pimpinan dan karyawan pada instalasi/perusahaan/pengelola bangunan. Dukungan dari semua tingkatan mulai dari pimpinan teratas hingga karyawan terendah adalah sangat penting. Audit energi menyangkut pula penggunaan peralatan secara tepat serta pemeliharaan yang besar dan karena itu karyawan mempunyai andil penting untuk berperan secara aktif. Mematikan lampu yang tidak perlu, melakukan berbagai kegiatan kantor dengan cara lebih efisien merupakan beberapa contoh dari usaha audit energi secara langsung. (Nofriana dan Baso, 2013).

Kunci keberhasilan pelaksanaan audit energi terletak pada kerjasama tim yang mengkoordinasi dan mengembangkan program audit energi secara langsung. Pada instalasi/perusahaan yang kecil, direktur atau koordinator dimungkinkan sebagai orang yang diserahi seluruh tanggung jawab. Akan tetapi untuk perusahaan yang besar dengan bangunan yang lebih kompleks, maka program ini akan ideal bila dikoordinasikan oleh seseorang yang khusus ditunjuk untuk pekerjaan tersebut dan anggota-anggotanya harus dipilih dari wakil-wakil berbagai bagian dalam perusahaan/instalasi. (Nofriana dan Baso, 2013).

Beberapa persyaratan penting dalam menetapkan keanggotaan tim audit energi energi antara lain : tanggung jawab, kemampuan berkomunikasi, keahlian teknis yang memadai.

2.7 Gambaran Umum Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang

Gedung Administrasi merupakan salah satu unit gedung yang dikelola oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang yang bertempat di Makassar. Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang yang terletak di Jalan Perintis Kemerdekaan KM 10 Tamalanrea, Makassar – Sulawesi Selatan dengan koordinat Geografis berada pada 5° 8' 6" LS dan 119 29' 36" BT. Bangunan Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang ini terdiri atas 3 lantai.

Secara keseluruhan kondisi bangunan pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang mempunyai dinding luar yang terdiri atas dinding beton.

2.8 Distribusi Pemakaian Energi

Dari hasil pengumpulan data yang dilakukan pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang maka jenis-jenis peralatan yang menginginkan energi listrik dapat dikelompokkan sebagai berikut : penerangan, peralatan kelistrikan pendukung, dan sistem tata udara.

2.9 Gambaran Peralatan Yang Mengkonsumsi Energi Listrik Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang

a. Sistem Penerangan

Penerangan (*iluminasi*) adalah suatu berkas cahaya yang mengenai suatu permukaan. Cahaya merupakan sinar elektromagnet yang hanya dibedakan oleh panjang gelombang dan frekuensi dengan gelombang elektromagnet lainnya.

Alat penerangan ini digunakan sesuai dengan kondisi waktu dan cuaca. Untuk pagi hari hingga sore hari alat penerangan sering digunakan karna ruangan para staff yang agak gelap. Demikian pula pada saat musim hujan dimana sinar matahari agak redup maka pada saat itulah lampu banyak digunakan.

Untuk penggunaan lampu pada malam hari, semua lampu pada setiap ruangan di matikan karna tidak adanya aktifitas kerja saat masuk waktu petang hingga keesokan harinya.

b. Sistem tata udara

Air Conditioning (AC) atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini berfungsi agar dalam suatu

ruangan dapat mencapai suhu atau kelembaban udara yang diinginkan dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Tata udara juga diperlukan untuk kenyamanan sehingga rasa segar dapat dinikmati oleh para penghuni ruangan tersebut. Penggunaan AC ini sering ditemui di daerah tropis yang terkenal dengan musim panas. Suhu udara pada saat musim panas yang sedemikian tinggi dapat mengakibatkan dehidrasi cairan tubuh yang dapat mengakibatkan kematian. Sistem tata udara ini memerlukan banyak energi oleh karena itu perlu mendapat perhatian dalam usaha penghematan energi.

c. Sistem Kelistrikan/Peralatan Pendukung Lainnya

Untuk pemakaian energi listrik pendukung tidak banyak, hanya beberapa alat untuk mendukung proses pembelajaran.

2.10 Analisa Selubung Bangunan

Dalam menghitung selubung bangunan dapat digunakan rumus sebagai berikut: (Badan Standarisasi Nasional, 2000).

2.11 Nilai perpindahan termal menyeluruh

Nilai perpindahan termal menyeluruh atau OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, harus dihitung melalui persamaan:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{transmisi}} + (Q_{\text{konveksi}} + Q_{\text{radiasi}}) \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

- OTTV = Harga perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (W/m^2).
- α = Absorbtansi radiasi matahari.
- U_w = Transmitansi termal dinding tak tembus cahaya ($W/m^2.K$).
- WWR = Perbandingan luas Jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan.
- TD_{Ek} = Beda temperatur ekuivalen (K).
- SF = Faktor radiasi matahari (W/m^2).
- SC = Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.
- U_f = Transmitansi termal fenestrasi ($W/m^2.K$).
- ΔT = Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K).

2.11.1 Transmitansi termal (U)

Untuk dinding tak tembus cahaya dan fenestrasi yang terdiri dari beberapa lapis komponen bangunan, maka besarnya U dihitung dengan rumus:

$$U = \frac{1}{R_{Total}} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana:

$$R_{Total} = \text{Resistansi termal total} = \sum_{i=0}^n R_i$$

Resistansi termal terdiri dari :

- a. Resistansi lapisan udara luar (R_{UL})
- b. Resistansi termal bahan (R_K)

$$R_K = \frac{t}{k} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana:

t = tebal bahan (m)

k = nilai konduktivitas termal bahan (Watt/m.K)

- c. Resistansi termal rongga udara (R_{RU})
- d. Resistansi lapisan udara permukaan (R_{UP})

2.11.2 Beda temperatur ekuivalen

Beda temperature ekuivalen (TD_{EK}) dipengaruhi oleh :

- a. Tipe, massa dan densitas konstruksi
- b. Intensitas radiasi dan lama penyinaran
- c. Lokasi dan orientasi bangunan

Untuk menyederhanakan perhitungan OTTV, maka nilai TD_{EK} untuk berbagai tipe konstruksi tercantum pada tabel 2.

2.11.3 Faktor radiasi matahari

Beberapa faktor radiasi matahari dihitung antara jam 07.00 sampai dengan jam 18.00. Untuk bidang vertical pada berbagai orientasi dapat dilihat pada tabel 3.

2.11.4 Koefisien peneduh (SC)

- a. Koefisien peneduh tiap sistem fenetrasi dapat diperoleh dengan cara mengalikan besaran SC kaca dengan SC hari dari kelengkapan peneduh luar, sehingga persamaannya menjadi :

$$SC_{total} = SC_{kaca} \times SC_{peneduh} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

SC = Koefisien peneduh sistem fenestrasi.

SC_k = Koefisien peneduh kaca.

SC_{Hari} = Koefisien peneduh efektif alat peneduh.

- b. Angka koefisien peneduh kaca didasarkan atas nilai yang dicantumkan oleh pabrik pembuatnya, yang ditentukan berdasarkan sudut datang 45° terhadap garis normal. Sebagai contoh, besarnya koefisien peneduh kaca seperti ditunjukkan dalam gambar 1, berdasarkan data pabrik pembuat adalah $SC_k = 0,5$.



Gambar 1 Sinar matahari jatuh pada bidang normal dengan sudut 45°

- c. Pengaruh tirai dan atau korden di dalam bangunan gedung, khususnya untuk perhitungan OTTV, tidak termasuk yang diperhitungkan.
- d. Perhitungan koefisien peneduh efektif
- Bila sebuah jendela dilindungi atau diteduhi sebagian oleh sarana peneduh luar,
maka :
 - Bagian yang ekspos dari jendela, menerima radiasi total I_T

- Bagian yang diteduhi, menerima radiasi difus I_D
- Perolehan panas radiasi matahari dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$H = (A_{EK} \times I_T) + (A_S \times I_D)$$

$$H = (A_{EK} \times I_D) + (A_{EK} \times I_L) + (A_S \times I_D)$$

$$H = (A_{EK} \times I_L) + \{(A_{EK} + A_S) \times I_D\} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana :

H = perolehan panas radiasi matahari.

A_{EK} = luas bagian jendela yang terekspos (exposed area).

A_S = luas bagian jendela yang terlindungi (shaded area).

I_T = radiasi total (= $I_D + I_L$).

I_D = radiasi difus.

I_L = radiasi langsung.

A = luas jendela (= $A_{EK} + A_S$).

Persamaan 2.5, dapat ditulis menjadi :

$$H = (A_{EK} \times I_L) + (A \times I_D) \dots \dots \dots (2.7)$$

- Untuk kaca bening dengan ketebalan 3 mm dan tidak terlindungi, perolehan panas radiasi matahari adalah :

$$H = A \times I_T \dots \dots \dots (2.8)$$

- Besarnya koefisien peneduh tiap jam, dinyatakan dengan persamaan :

$$SC = \frac{H}{A \times I_T} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$SC = \frac{(A_{EK} \times I_L) + (A \times I_D)}{A \times I_T}$$

$$SC = \frac{\left(\frac{A_{EK} \times I_L}{A}\right) + I_D}{I_T}, \text{ atau :}$$

$$SC = \frac{G \times I_L + I_D}{I_T} \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana :

$G = \frac{A_{EK}}{A}$, adalah fraksi luas bagian yang ekspos oleh radiasi matahari langsung

- Nilai koefisien peneduh (SC) dari suatu sarana peneduh untuk sehari penuh, harus dihitung dari perolehan panas radiasi setiap jamnya, kemudian dijumlahkan untuk seluruh waktu 12 jam siang hari. Perolehan panas total ini kemudian dibagi dengan jumlah radiasi total I_T , yang melalui kaca beningtak terlindungi setebal 3 mm untuk seluruh jam siang hari yang sama guna mendapatkan harga SC pada hari tersebut.
- Secara matematis, perhitungan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$SC_{HARI} = \frac{\sum_{j=1}^{j=12} (A_{EK} \times I_L + A \times I_D)}{\sum_{j=1}^{j=12} (A \times I_T)} \dots\dots\dots (2.11)$$

2.12 Analisa Beban Pengkondisian Udara (AC)

2.12.1 Kalor Penerangan

Kalor Sensibel Penerangan = Jumlah lampu (kW) × faktor koefisien transmisi lampu
(kcal/kWh)

2.12.2 Kalor Sensibel Lantai

Kalor Sensibel Atap = Luas lantai (m²) × Koefisien transmisi kalor K dari atap
(kcal/m².h.°C) × Selisih temperatur dalam dan luar ruangan (°C).

2.12.3 Kalor Sensibel Manusia

Kalor sensibel manusia = Jumlah orang \times Faktor koefisien manusia (kcal/h)

2.12.4 Kalor Sensibel Peralatan

Kalor Sensibel Equipment = Jumlah peralatan (kW) \times faktor koefisien peralatan (kcal/KWh).

2.12.5 Kalor Jendela

Kalor Sensibel Jendela = Luas jendela (m^2) \times Koefisien transmisi kalor melalui jendela (kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$) \times Selisih temperatur interior dan exterior ($^\circ C$).

2.12.6 Kalor Sensibel Dinding

Kalor Sensibel Dinding = Luas dinding (m^2) \times Koefisien mission transmisi kalor dari dinding (kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$) \times Selisih temperatur ekivalen dari radiasi matahari + selisih temperatur ekivalen dari temperatur atmosfer ($^\circ C$).

2.12.7 Kalor Radiasi Matahari

Radiasi matahari total = radiasi matahari langsung (kcal/m h) + Radiasi matahari tak langsung (kcal/m h).

2.12.8 Kalor Sensibel Infiltrasi

Kalor Sensibel Infiltrasi = Volume ruangan (m^3) \times Jumlah pergantian ventilasi alamiah \times Selisih temperatur exterior dan interior ($^\circ C$) \times (0,24 / Volume spesifik).

2.13 Analisa Sistem Penerangan

Jumlah lampu pada suatu ruang ditentukan/dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{LLF \cdot CU \cdot E \cdot L \cdot W}{n \cdot \phi}$$

Penjelasan rumus di atas, adalah :

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan (Lux), rumah atau apartemen standar 300 ~ 350 Lux

L = Panjang (Length) ruangan dalam satuan meter

W = Lebar (Widht) ruangan dalam satuan meter

ϕ = Total nilai pencahayaan lampu dalam satuan lumen

LLF = (Light Loss Factor) atau faktor kehilangan atau kerugian cahaya, biasa nilainya antara 0,7~0,8

CU = (Coeffisien of Utilization) biasa nilainya antara 50% ~ 65%

n = Jumlah lampu dalam 1 titik

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan proses penelitian ini dilaksanakan di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang, Provinsi Sulawesi Selatan. Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu bulan Maret 2021 hingga Juni 2021.

3.2 Alat Ukur yang Digunakan

Alat pengukuran konsumsi energi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Tang Ampere (*clamp meter*)



Gambar 2 Tang Ampere

Tang ampere atau *clamp meter* adalah sebuah alat ukur yang sangat nyaman digunakan yang memberikan kemudahan pengukuran arus listrik tanpa mengganggu rangkaian listriknya. Namun jika menggunakan *clamp meter*/ tang ampere, dapat

mengukur arus dengan hanya meng-*clamp*-kan pada salah satu kabel/konduktor (Poeng, 2015).

b. Pyranometer



Gambar 3 Pyranometer

Pyranometer digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh radiasi cahaya pada permukaan bidang dengan satuan W/m^2 . Kinerja alat ini dengan dipasang pada suatu permukaan bidang kemudian dengan adanya hantaman cahaya tepat pada sensor cahaya yang akan diteruskan pada tampilan komputer dalam bentuk simpangan besarnya fluks yang diberikan cahaya tersebut. (Jihand dan Djoko, 2016)

c. Lux meter



Gambar 4 Lux Meter

Lux meter atau alat ukur cahaya adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya disuatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linear terhadap cahaya. Sehingga cahaya yang diterima oleh sensor dapat diukur dan ditampilkan pada sebuah tampilan digital (Puspitasari, 2013).

3.3 Pengambilan Data

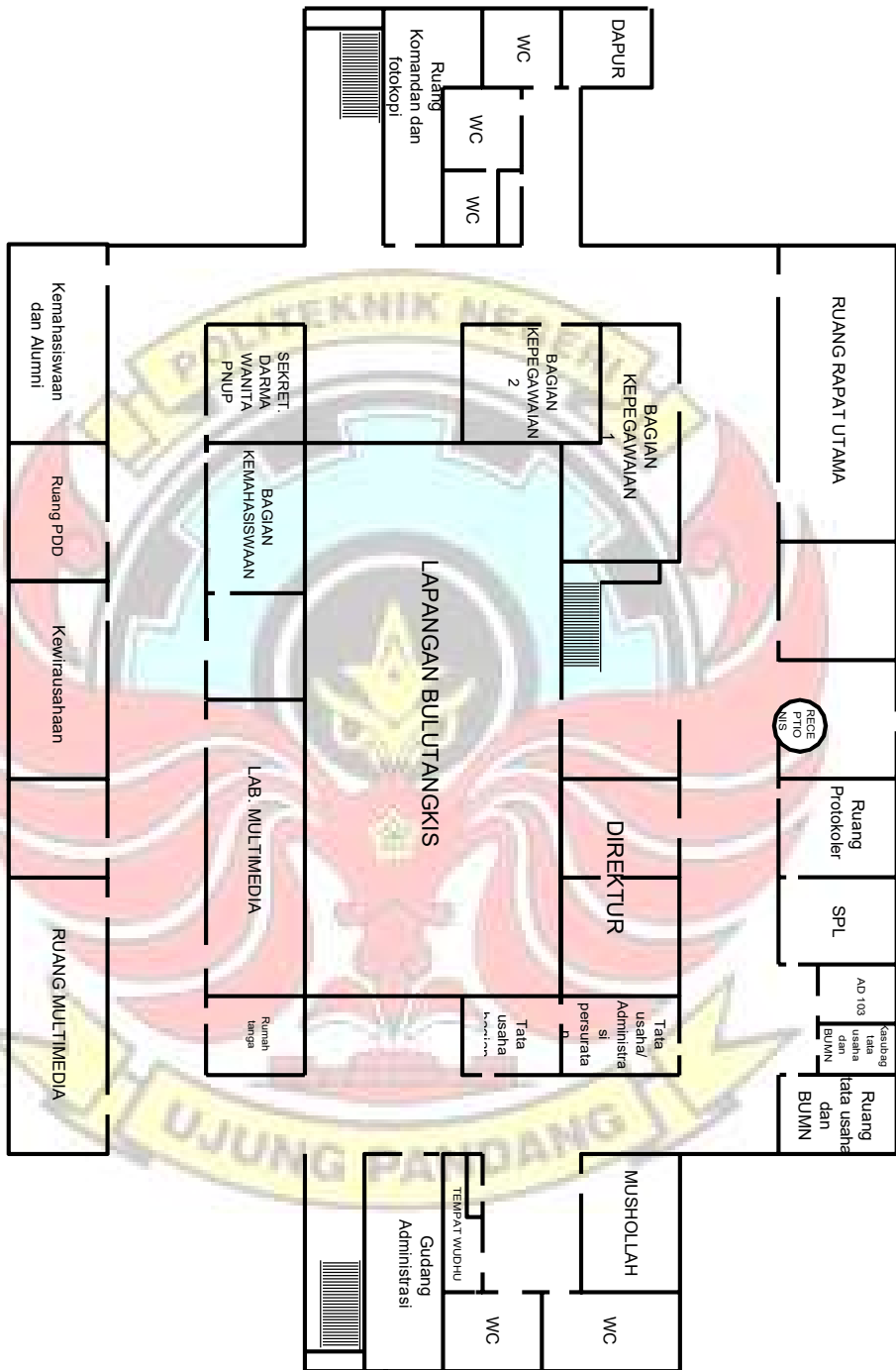
Adapun data yang diambil pada audit energi ini, yaitu:

- a. Pendataan jenis dan jumlah peralatan listrik yang digunakan di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- b. Pengukuran daya peralatan listrik termasuk peralatan bantu Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

- c. Waktu operasi peralatan termasuk peralatan bantu gedung
- d. Denah bangunan Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- e. Pengukuran luas setiap ruangan.
- f. Data harian dan bulanan Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Tabel 2 Daftar peralatan dan parameter pengukuran

Peralatan yang diukur	Parameter yang diukur
<i>Air Conditioner</i>	Daya (kW) Lama penggunaan (jam)
Penerangan /lampu	Daya (kW) Lama penggunaan (jam) Lumen (Lux)
Peralatan listrik ruangan	Daya (kW) Lama penggunaan (jam) Jenis peralatan



Gambar 5 Denah bangunan administrasi

3.4 Metode Audit Energi

Penelitian ini mengikuti metode penelitian menurut (Raharjo, 2013), yaitu sebagai berikut

3.4.1 Pengambilan data

a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran, perhitungan, dan pengamatan langsung di lapangan

Tabel 3 Contoh tabel pengambilan data pada peralatan

No.	Nama Ruangan	Jenis Peralatan	Jumlah	Spesifikasi

Tabel 4 Contoh tabel pengambilan data untuk jumlah manusia.

No.	Nama Ruangan	Jumlah lakilaki	Jumlah Perempuan	Jumlah Orang	Aktifitas

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang bersumber dari buku referensi jurnal, skripsi yang relevan dengan pembahasan skripsi ataupun yang terdapat pada lapangan.

3.4.2 Analisis dan Pembahasan Data

a. Pengolahan Data

Data yang diolah merupakan data primer yang mana data tersebut diambil langsung dari Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

b. Analisis data

Analisis data ini dilakukan dengan menghitung konsumsi energi listrik di setiap peralatan listrik dari data primer.

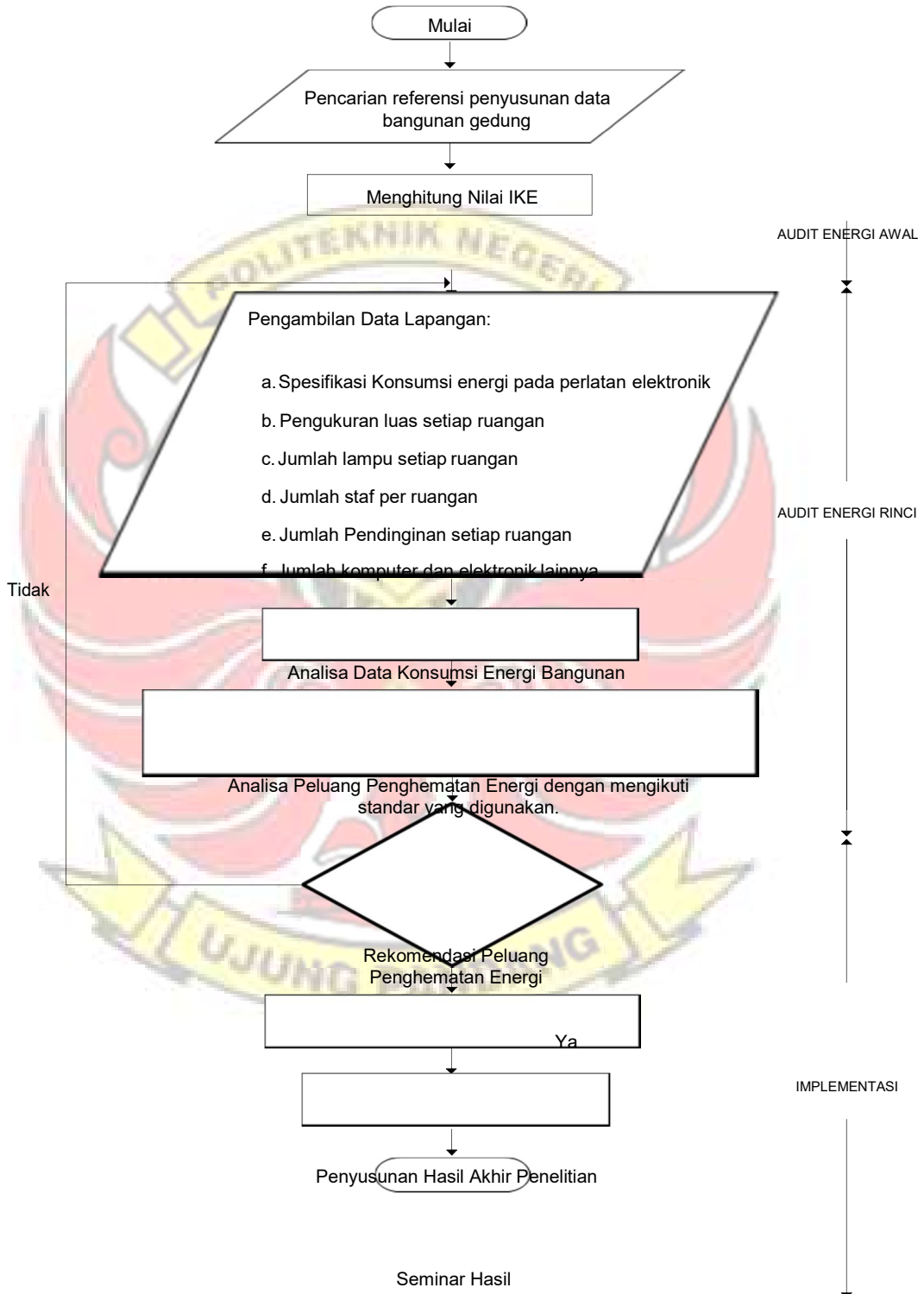
3.5 Analisis Peluang Hemat Energi

Apabila peluang hemat energi telah dikenali, selanjutnya perlu ditindak lanjuti dengan analisa peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. (Fahmi dan Firmansyah, 2018).

Penghematan energi pada bangunan gedung tidak diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni. Badan Standarisai Nasional, SNI 03-6389-2000 tentang konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, analisa peluang hemat energi dilakukan dengan usaha-usaha.

- a. Mengurangi sekecil mungkin penggunaan energi
- b. Memperbaiki kinerja peralatan

3.6 Diagram Alir Penelitian



Selesai

Gambar 6 Flowchart Penelitian



BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI

4.1 Perhitungan OTTV

Bangunan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang dan dibatasi dengan kriteria-kriteria sebagai berikut:

- a. Lingkungan disekitar bangunan berupa gedung-gedung dianggap tidak mempengaruhi perhitungan
- b. Bangunan berlokasi di Makassar dan berfungsi sebagai perkantoran, beroperasi mulai pukul 8.30 – pukul 16.30.
- c. Untuk Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang yang mempunyai bermacam-macam arah, diambil Shading Coefficient (SC) kaca terbayangi = $0,82 \times SC \text{ kaca} \times \text{Peneduh}$.
- d. Pengaruh tirai dana atau korden di dalam gedung, untuk perhitungan OTTV, menurut SNI 03-6389-2000 tidak diperhitungkan.

4.1.1 Menentukan Nilai Absorbtansi Radiasi Matahari.

Absorbtansi radiasi matahari adalah nilai penyerapan energi termal akibat radiasi matahari pada suatu bahan dan yang ditentukan pula oleh warna bahan tersebut. Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang diketahui menggunakan cat permukaan dinding luar berwarna kuning medium dengan nilai absorbtansi 0,58.

4.1.2 Menghitung Nilai Wall Window Ratio (WWR)

Wall Window Ratio adalah perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan. Pada orientasi utara didapatkan WWR dengan rumus

$$\square\square\square = \frac{\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square (\square^2)}{\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square (\square^2)}$$

Dimana :

$$\text{Luas jendela} = 61 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas dinding} = 201 \text{ m}^2$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \square\square\square &= \frac{61 \square^2}{201 \square^2} \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

4.1.3 Menghitung Nilai Transmittansi Termal (U)

Transmittansi Termal adalah koefisien perpindahan kalor dari udara pada satu sisi bahan ke udara pada sisi lainnya. Transmittansi termal terdiri dari transmittansi termal dinding tak tembus cahaya (U_w) dan transmittansi termal fenestrasi (U_F). Transmittansi termal fenestrasi adalah bukaan pada selubung bangunan.

a. Untuk dinding bata



Tabel 5 Perhitungan nilai U_w untuk dinding bata.

Komponen	$\frac{\rho}{\lambda}$	R
Film udara luar		0,044
Dinding bata 115 mm	$\frac{0,115}{0,807}$	0,143
Plasteran semen 12 mm	$\frac{0,012}{0,533}$	0,023
Film udara dalam		0,120
Total R :		0,33

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,33} = 303 \text{ W/m.K}$$

Kemudian menentukan densitas bahan bangunan (lihat tabel 34), lalu menghitung nilai berat/satuan luas.

$$\text{Berat/satuan luas} = (1760 \times 0,115) + (1568 \times 0,012) = 221,22 \text{ kg/m}^2$$

b. Jendela Kaca

Tabel 6 Perhitungan nilai U_F untuk jendela kaca

Komponen	$\frac{\rho}{\lambda}$	R
Film Udara Luar		0,044
Kaca dalam 5 mm	$\frac{0,005}{1,053}$	0,005
Film Udara dalam		0,120

Total R :		0,169
-----------	--	-------

$$Q = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,169} = 591 \text{ W/m.K}$$

4.1.4 Menentukan Beda Temperatur Ekuivalen (T_{DEK})

Beda temperatur ekuivalen adalah beda antara temperatur ruangan dan temperatur dinding luar atau atap yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari dan temperatur udara luar untuk keadaan yang dianggap quasistatik yang menimbulkan aliran kalor melalui dinding atau atap, yang ekuivalen dengan aliran kalor sesungguhnya. Setelah menghitung Berat/satuan luas pada perhitungan sebelumnya, maka didapatkan nilai T_{DEK} 10 K (lihat tabel 35).

4.1.5 Menentukan Nilai Faktor Radiasi Matahari (SF)

Faktor radiasi matahari adalah laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu sampai pada suatu permukaan. Pada orientasi utara didapatkan nilai SF sebesar 130 (lihat tabel 36).

4.1.6 Menghitung Koefisien Peneduh (SC)

Koefisien peneduh adalah angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenetrasi, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenetrasi yang sama.

Untuk SC Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang diketahui:

$$SC^k = 0,5$$

$$SC_{eff} = 0,82$$

$$\text{Peneduh} = 1,23$$

$$SC = Sc^k \times Sc_{\text{eff}} \times \text{peneduh}$$

$$SC = 0,5 \times 0,82 \times 1,23$$

$$= 0,5$$

4.1.7 Menghitung Nilai OTTV

Diambil contoh perhitungan OTTV pada orientasi Utara :

$$Q_{\text{trans}} = \left[\left(\frac{A_{\text{trans}}}{A_{\text{trans}} + A_{\text{glaz}} \times (1 - SC)} \right) \times Q_{\text{trans}} + \left(\frac{A_{\text{glaz}}}{A_{\text{trans}} + A_{\text{glaz}} \times (1 - SC)} \times Q_{\text{glaz}} \right) + \left(\frac{A_{\text{ext}}}{A_{\text{trans}} + A_{\text{glaz}} \times (1 - SC)} \times \Delta T \right) \right]$$

$$Q_{\text{trans}} = 0,58 [303 \times (1 - 0,3)] \times 10 + (0,5 \times 0,3 \times 130) + (591 \times 0,3 \times 5)$$

$$= 12,12 + 195 + 886$$

$$= 4048 \text{ W/m}^2$$

Tabel 7 Nilai OTTV di setiap orientasi

Orientasi	OTTV (W/m ²)	Luas Dinding (m ²)
UTARA	40,48	203
SELATAN	37,53	203
BARAT	40,26	151
TIMUR	31,17	151

$$Q_{\text{trans}} = \frac{(203 \times 40,48) + (203 \times 37,53) + (151 \times 40,26) + (151 \times 31,17)}{203 + 203 + 151 + 151}$$

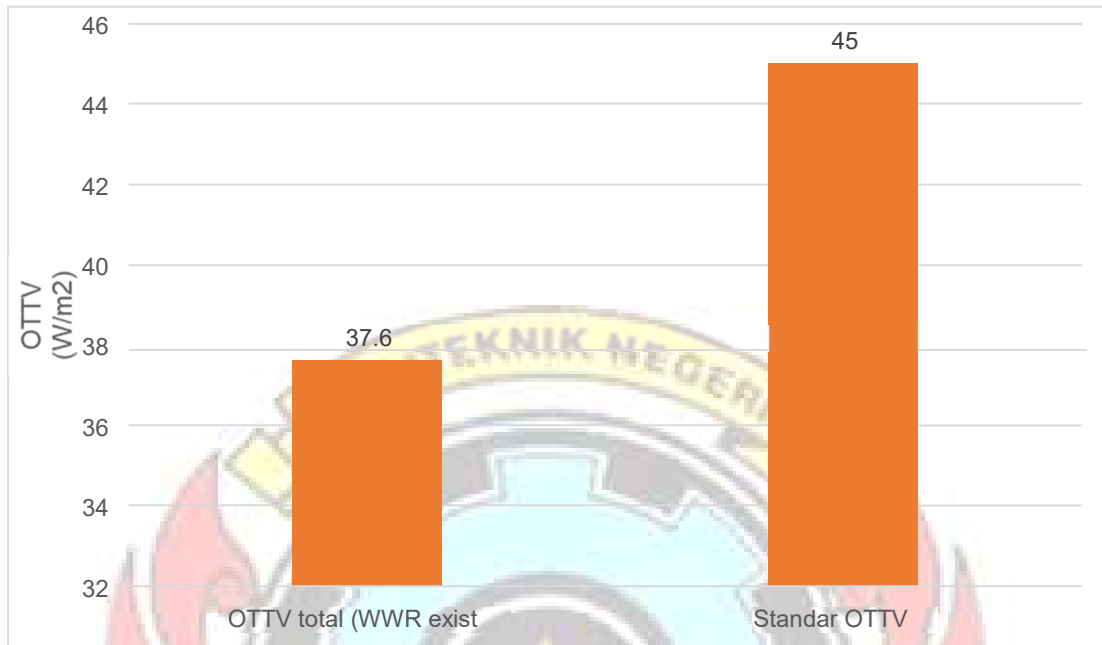
$$= \frac{8217,44 + 7618,59 + 6079,26 + 4706,67}{708}$$

$$= 37,6 \text{ W/m}^2$$



Gambar 7 Grafik perbandingan nilai OTTV di setiap orientasi terhadap nilai standar OTTV 45 W/m²

Pada grafik di atas terlihat nilai OTTV di setiap orientasi tidak melewati persyaratan nilai OTTV yaitu 45 W/m². Nilai OTTV tertinggi terdapat pada orientasi utara dengan nilai OTTV 40,48 W/m², sedangkan nilai OTTV terendah terdapat pada orientasi timur dengan nilai OTTV 31,17 W/m². Nilai OTTV pada setiap orientasi tidak melewati persyaratan dikarenakan nilai WWR yang tidak melewati 0,4. Semakin tinggi nilai WWR maka semakin tinggi pula nilai OTTV. Nilai OTTV juga dipengaruhi oleh setiap orientasi yang berbeda.



Gambar 8 Grafik perbandingan nilai OTTV total terhadap nilai standar OTTV 45 W/m².

Berdasarkan grafik di atas terlihat nilai OTTV total Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang tidak melewati nilai persyaratan standar OTTV. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan nilai OTTV di setiap orientasi tidak melewati standar yang ditetapkan. Juga dapat dilihat pada WWR exist tidak melebihi 0,4. Dipengaruhi juga pada nilai SC dan absorbtansi.

4.2 Sistem AC

a. Ruang tata usaha dan BUMN

Pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang tersebut terdapat ruang tata usaha dan BUMN, ruangan ini terletak di lantai 1. Dari hasil pengamatan dan pengukuran. Kondisi termal di ruang tersebut yaitu suhu rata-rata berkisar 17°C. Jika dilihat dari kondisi suhu 17°C ternyata berada di bawah suhu yang disarankan yaitu 24°C – 27°C, dengan menaikkan set point thermostat dapat mengurangi energi yang digunakan pada sistem AC pada ruangan tersebut. Ruangan ini memiliki jendela dengan luas ruangan 21 m². Dengan kapasitas 5 orang, jenis AC yang dipakai adalah AC Split 1 PK atau sebesar 913,03 kW, dengan jam operasional adalah kurang lebih 8 jam. Total pemakaian rata-rata sebulan 0,91 kW x 8 jam x 20 hari = 146,08 kWh/bulan. Sehingga jumlah harga yang dibayar ialah sebesar 146,08 kWh/bulan x Rp.1.035,78/kWh = Rp. 151.311,38/bulan. Apabila menaikkan set point thermostat sebesar 7°C diperkirakan dapat menghemat energi listrik sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Energi Listrik} &= \frac{146,08 \frac{\text{kWh}}{\text{bulan}} \cdot 7^\circ\text{C}}{17^\circ\text{C}} \\ &= 60,15 \text{ kWh/bulan} \end{aligned}$$

Dengan cara menaikkan set point maka dapat diketahui penghematan energi listrik setiap bulannya sebesar 60,15 kWh/bulan, dan dapat dihitung persentase penghematannya sebesar

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penghematan} &= \frac{146,08 \frac{\text{kWh}}{\text{bulan}} - 60,15 \frac{\text{kWh}}{\text{bulan}}}{146,08 \frac{\text{kWh}}{\text{bulan}}} \cdot 100\% \\ &= 58,84\% \end{aligned}$$

□ 100%



$$= 58,82 \%$$

Perhitungan Beban Pengkondisian Udara (Pendinginan)

Nama ruangan : Ruang tata usaha dan BUMN

Lokasi : Lantai 1 gedung administrasi

Kondisi Dasar

$$\text{Luas Lantai : } 3,5 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 21 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume ruangan : } 3,5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 73,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas dinding : } 2 (p \times t) + 2 (p \times l)$$

$$: 2 (3,5 \times 3,5) + 2 (3,5 \times 6)$$

$$: 66,5 \text{ m}^2$$

a. Kalor radiasi matahari

$$= \text{luas jendela} \times \text{jumlah radiasi matahari} \times \text{faktor transmisi jendela} \times \text{faktor bayangan}$$

$$= 5,81 \text{ m}^2 \times 422,21 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} \times 0,5 \times 0,3$$

$$= 367,96 \text{ kcal/h}$$

b. Beban transmisi kalor melalui jendela

$$= \text{luas jendela} \times \text{koeffisien kalor melalui jendela} \times \text{selisih temperatur exterior \& interior}$$

$$= 5,81 \text{ m}^2 \times 5,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C}$$

$$= 159,78 \text{ kcal/h}$$

c. Kalor sensible dinding

= luas dinding x koefisien mission transmisi kalor dari dinding x selisih temperatur ekivalen dari radiasi matahari + selisih temperatur ekivalen dari

temperatur atmosfer

$$= 66,5 \text{ m}^2 \times 2,89 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \times 7,549^\circ\text{C}$$

$$= 1450,80 \text{ kcal/h}$$

d. Kalor sensibel lantai

= luas lantai x koefisien transmisi kalor K dari lantai x selisih temperatur dalam dan luar ruangan

$$= 21 \text{ m}^2 \times 1,81 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C}$$

$$= 190,05 \text{ kcal/h}$$

e. Kalor sensibel atap

Sama dengan kalor sensibel lantai.

$$= 190,05 \text{ kcal/h}$$

f. Kalor sensibel manusia

= jumlah orang x faktor koefisien manusia x koreksi faktor kelompok

$$= 5 \text{ orang} \times 87 \text{ kcal/h} \times 0,897$$

$$= 390,19 \text{ kcal/h}$$

g. Kalor sensibel penerangan

= jumlah lampu x faktor koefisien lampu

$$= 0,077 \text{ kW} \times 1,08 \text{ kcal/kW}$$

$$= 0,08 \text{ kcal/h}$$

h. Kalor sensibel peralatan

$$= \text{jumlah peralatan} \times \text{faktor koefisien peralatan}$$

$$= (5 \times 0,0226) \times 0,86$$

$$= 0,09 \text{ kcal/h}$$

i. Infiltrasi beban kalor sensibel

$$= \text{Volume ruangan} \times \text{jumlah penggantian ventilasi alamiah} \times (0,24/\text{volume spesifik}) \times \text{selisih temperatur exterior dan interior}$$

$$= 73,5 \text{ m}^3 \times 1,5 \times (0,24/12,45 \text{ m}^3/\text{kg}) \times 5^\circ\text{C}$$

$$= 10,66 \text{ kcal/h}$$

Tabel 8 Hasil analisis total beban kalor pengkondisian udara

No.	Jenis kalor	Nilai
1.	Kalor radiasi matahari	367,96 kcal/h
2.	Beban transmisi kalor melalui jendela	159,77 kcal/h
3.	Kalor sensible dinding	1450,80 kcal/h

4.	Kalor sensibel lantai	190,05 kcal/h
5.	Kalor sensibel atap	190,05 kcal/h
6.	Kalor sensibel manusia	390,19 kcal/h
7.	Kalor sensibel penerangan	0,08 kcal/h
8.	Kalor sensibel peralatan	0,09 kcal/h
9.	Infiltrasi beban kalor sensibel	10,66 kcal/h
Beban total (kcal/h)		2759,63
Beban total (btu/h)		10951,06

1 Ton refrigerasi = 12000 Btu/h

$$= \frac{10951,06}{12000}$$

= 0,91 Ton refrigerasi

= 0,91 x 1,25

= 1,14 HP

Tabel 9 Hasil analisis pada sistem pendinginan sebelum di sesuaikan dengan standar

No.	Ruangan	Daya AC (Watt)	kWh/bulan	Rp/bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	985,42	157,67	163.308,53
2.	Ruang komandan keamanan	958,21	153,31	158.799,16
3.	Ruang kepegawaian 1	1305,52	208,88	216.357,04
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	1402,70	224,43	232.462,18
5.	Ruang multimedia	2714,09	434,25	449.791,56
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	972,66	155,62	161.186,59
7.	Ruang PDD	2537,14	405,94	420.467,02
8.	Ruang gudang administrasi	1438,45	230,15	238.386,84
9.	AD 103	1246,32	199,41	206.546,46
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	2430,77	388,92	402.838,21
11.	Ruang rumah tangga	1344,30	215,09	222.784,18
12.	Ruang administrasi persuratan	1533,36	245,34	254.115,79

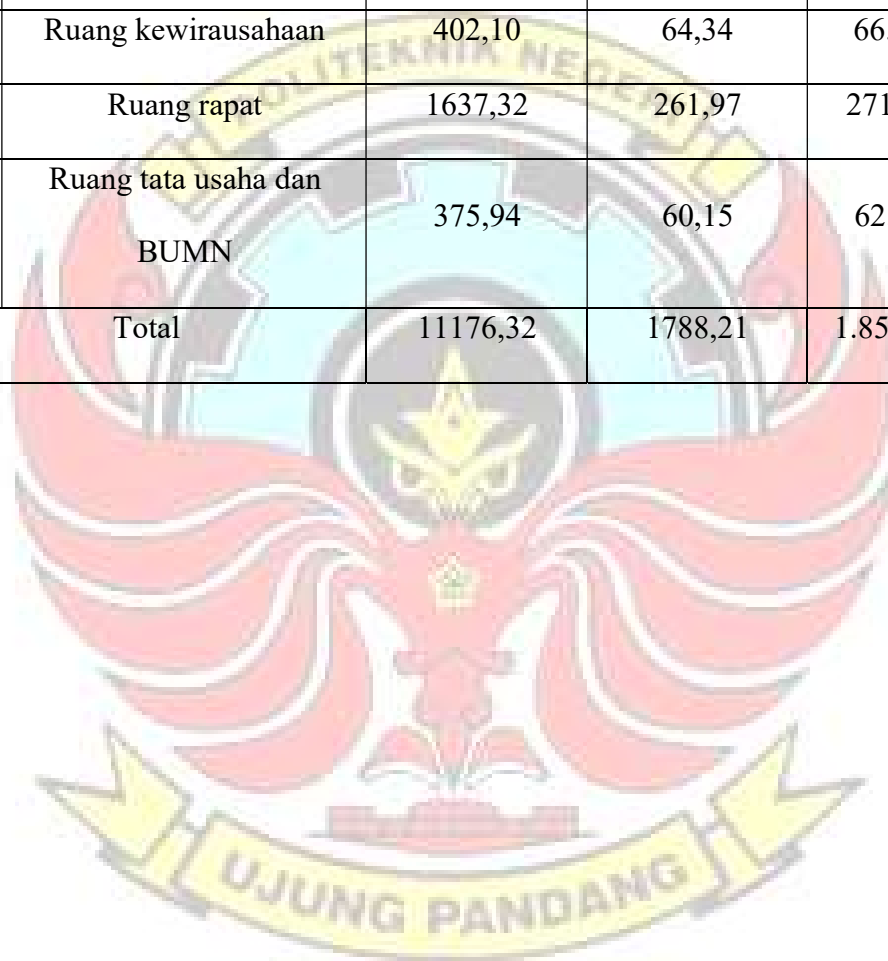
13.	Ruang X direktur	1276,35	204,22	211.523,18
14.	Ruang Protokoler	1489,98	238,40	246.926,64
15.	Ruang tamu direktur	2362,28	377,96	391.488,74
16.	Ruang SPI	1209,66	193,55	200.471,19
17.	Ruang kewirausahaan	1320,14	211,22	218.779,94
18.	Ruang rapat	4453,65	712,58	738.080,98
19.	Ruang tata usaha dan BUMN	913,03	146,08	151.311,38
	Total	35796,01	5103,04	5.285.625,61



Tabel 10 Hasil analisis pada sistem pendingin setelah disesuaikan dengan standar

No.	Ruangan	Daya AC (Watt)	kWh/bulan	Rp/bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	377,84	60,45	62.618,04
2.	Ruang komandan keamanan	358,51	57,36	59.414,19
3.	Ruang kepegawaian 1	509,65	81,54	84.461,55
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	541,54	86,65	89.746,02
5.	Ruang multimedia	1019,30	163,09	168.923,09
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	373,75	59,80	61.939,47
7.	Ruang PDD	550,41	88,07	91.217,27
8.	Ruang gudang administrasi	417,25	66,76	69.148,58
9.	AD 103	370,20	59,23	61.350,97
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	843,07	134,89	139.717,22
11.	Ruang rumah tangga	517,49	82,80	85.760,97
12.	Ruang administrasi persuratan	559,29	89,49	92.688,52

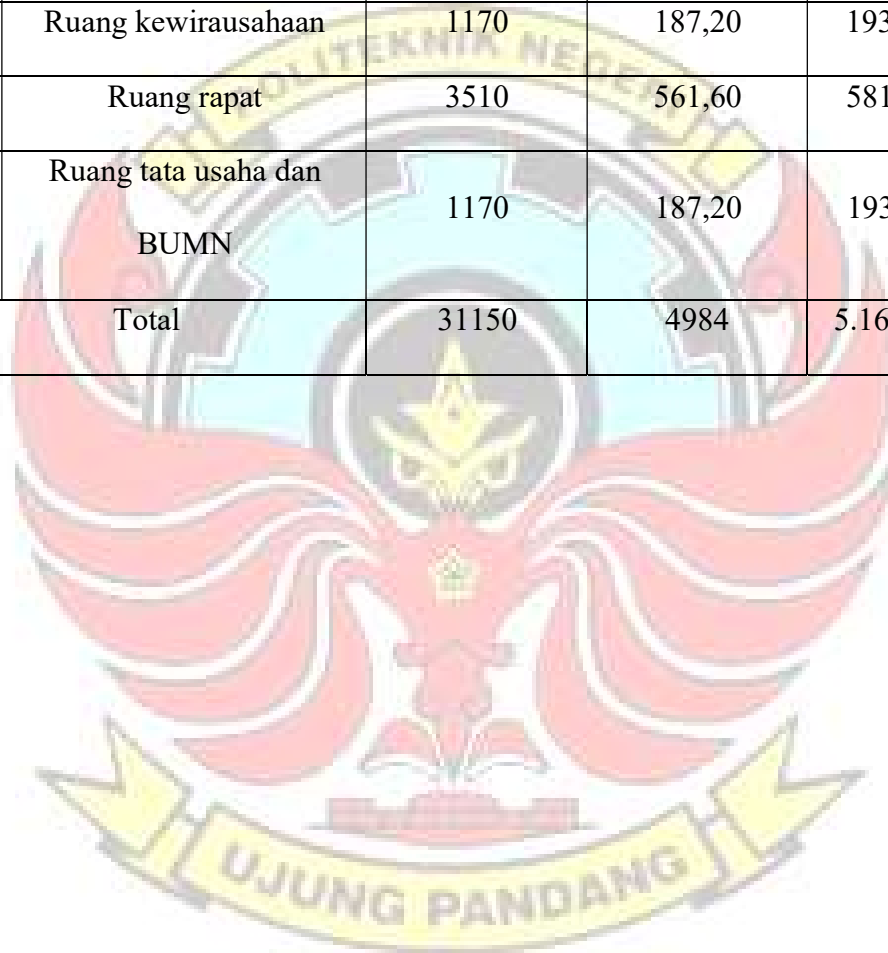
13.	Ruang X direktur	525,56	84,09	87.097,78
14.	Ruang Protokoler	568,17	90,91	94.159,76
15.	Ruang tamu direktur	874,44	139,91	144.916,05
16.	Ruang SPI	363,78	58,21	60.288,07
17.	Ruang kewirausahaan	402,10	64,34	66.637,36
18.	Ruang rapat	1637,32	261,97	271.345,31
19.	Ruang tata usaha dan BUMN	375,94	60,15	62.302,17
	Total	11176,32	1788,21	1.852.192,69

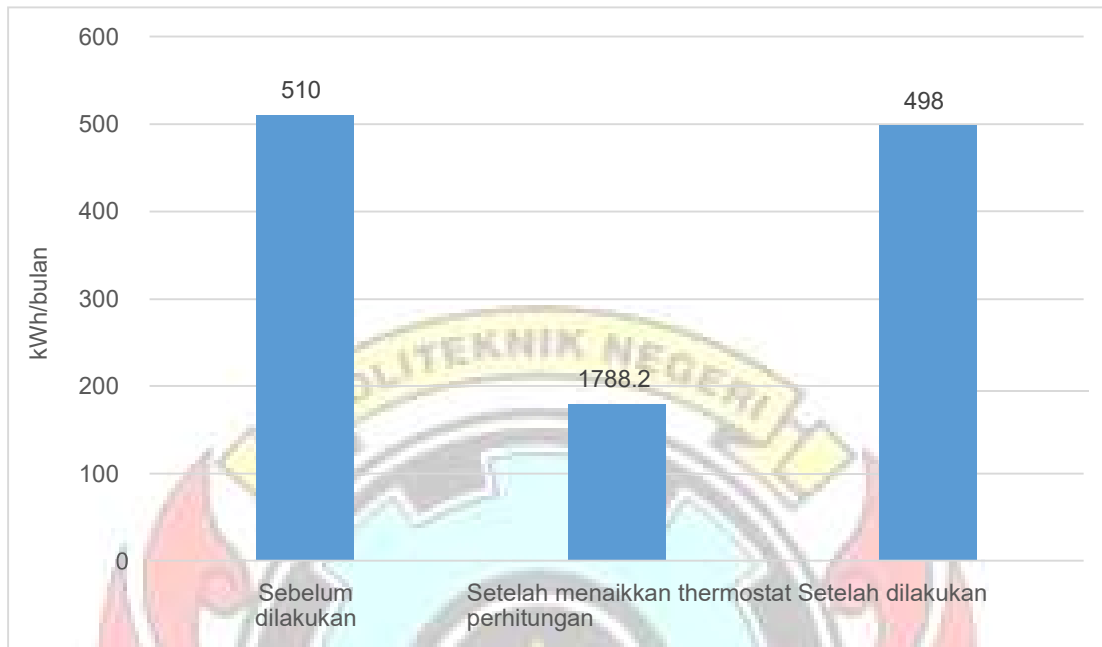


Tabel 11 Hasil analisis pada sistem pendingin setelah disesuaikan dengan beban kalor di tiap ruangan.

No.	Ruangan	Daya AC (Watt)	kWh/bulan	Rp/bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	1920	307,20	318.191,62
2.	Ruang komandan keamanan	600	96	99.434,88
3.	Ruang kepegawaian 1	1920	307,20	318.191,62
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	1170	187,20	193.898,02
5.	Ruang multimedia	5140	822,40	851.825,47
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	840	134,40	139.208,83
7.	Ruang PDD	2340	374,40	387.796,03
8.	Ruang gudang administrasi	1170	187,20	193.898,02
9.	AD 103	840	134,40	139.208,83
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	1920	307,20	318.191,62
11.	Ruang rumah tangga	1170	187,20	193.898,02
12.	Ruang administrasi persuratan	1170	187,20	193.898,02

13.	Ruang X direktur	840	134,40	139.208,83
14.	Ruang Protokoler	1170	187,20	193.898,02
15.	Ruang tamu direktur	1920	307,20	318.191,62
16.	Ruang SPI	1170	187,20	193.898,02
17.	Ruang kewirausahaan	1170	187,20	193.898,02
18.	Ruang rapat	3510	561,60	581.694,05
19.	Ruang tata usaha dan BUMN	1170	187,20	193.898,02
	Total	31150	4984	5.162.327,52





Gambar 9 Grafik kWh/bulan pada sistem pengkondisian udara.

Berdasarkan grafik diatas terlihat sebelum dilakukan penghematan didapatkan 5103 kWh/bulan. Kemudian dilakukan penghematan dengan dua metode yaitu penyesuaian beban kalor dan kenaikan thermostat. Untuk metode pertama yaitu dengan perhitungan beban kalor didapatkan penghematan yang sedikit mengalami penurunan yaitu sebesar 4984 kWh/bulan. Diketahui pula setelah melakukan metode perhitungan beban kalor didapatkan rekomendasi daya AC yang digunakan pada ruangan dengan luas tertentu, sehingga diperlukan modal yang besar untuk melakukan penggantian AC. Maka dilakukan metode kedua yaitu dengan menaikkan thermostat sehingga didapatkan penurunan kWh yang cukup besar yaitu 1788,21 kWh/bulan. Metode ini dapat dilakukan dengan mudah dan tanpa modal awal.

4.3 Sistem Penerangan

a. Ruang tata usaha dan BUMN

Pada ruangan ini di dapatkan tingkat pencahayaan di bawah standar dari ruang kerja perkantoran yaitu sekitar 74 lux, sedangkan tingkat pencahayaan yang direkomendasikan adalah sebesar 350 lux. Adapun jenis lampu yang digunakan adalah lampu TL sejumlah 2 buah dengan daya 36 watt dan total daya yang terpasang pada ruang tersebut sebesar 77 watt. Penggunaan energi listrik untuk ruang tersebut, dengan jam operasional adalah \pm 8 jam. Total pemakaian rata-rata sebulan $0,077 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} = 12,32 \text{ kWh/bulan}$.

Perhitungan rekomendasi tingkat pencahayaan :

Dapat kita lihat, dari data standar kuat pencahayaan di SNI 03-6575-2001 untuk ruang kerja adalah : 350 Lux.

Maka diketahui, $E = 350 \text{ lux}$

Panjang ruangan atau $L = 3,5 \text{ m}$

Lebar ruangan atau $W = 6 \text{ m}$

Nilai lumen lampu atau $\Phi = 36 \text{ watt} \times 72 \text{ lumen (Lampu TL neon)}$

$\Phi = 2592 \text{ lumen}$

Untuk sistem penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding terang, nilai koefisien atau CU adalah = 50% - 65%

Untuk hal ini, kita bias ambil nilai tertinggi 65% atau 0,65

LLF = 0,7 – 0,8. LLF tergantung : kebersihan sumber cahaya, tipe kap lampu, penyusutan cahaya dari permukaan lampu, dan lainnya

Nilai LLF kita ambil sebesar = 0,8

Jumlah lampu dalam satu titik (n) adalah 1

Maka,

$$\square = \frac{\square \times \square \times \square}{\square \times \square \times \square \times \square \times \square}$$

$$\square = \frac{350 \square \square \times 3,5 \square \times 6 \square 2592}{\square \square \square \square \times 0,8 \times 0,65 \times 1}$$

$$\square = \frac{7350}{1347,84}$$

$$\square = 6$$

Maka didapat bahwa jumlah lampu yang dibutuhkan untuk memberikan pencahayaan pada ruang tata usaha dan BUMN adalah sebanyak 6 buah dengan lampu TL neon yang digunakan adalah

$$6 \times 38,5 \text{ watt} = 231 \text{ watt.}$$

Sehingga biaya yang dikeluarkan adalah :

$$0,231 \text{ kWh} \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} = 36,96 \text{ kWh/bulan}$$

$$32 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp. } 1.035,78/\text{kWh} = \text{Rp. } 38.282,43/\text{bulan}$$

Perhitungan rekomendasi penghematan :

Nilai lumen lampu atau $\square = 25 \text{ Watt (Lampu LED)}$

$$\square = 2500 \text{ Lumen}$$

Maka,

$$\square = \frac{\square \times \square \times \square}{\square \times \square \times \square \times \square \times \square}$$

$$\square = \frac{350 \square \square \square \times 35 \square \times 6 \square \times 2500}{\square \square \square \square \times 0,8 \times 0,65 \times 1}$$

$$\square = \frac{7350}{1300}$$

$$\square = 6$$

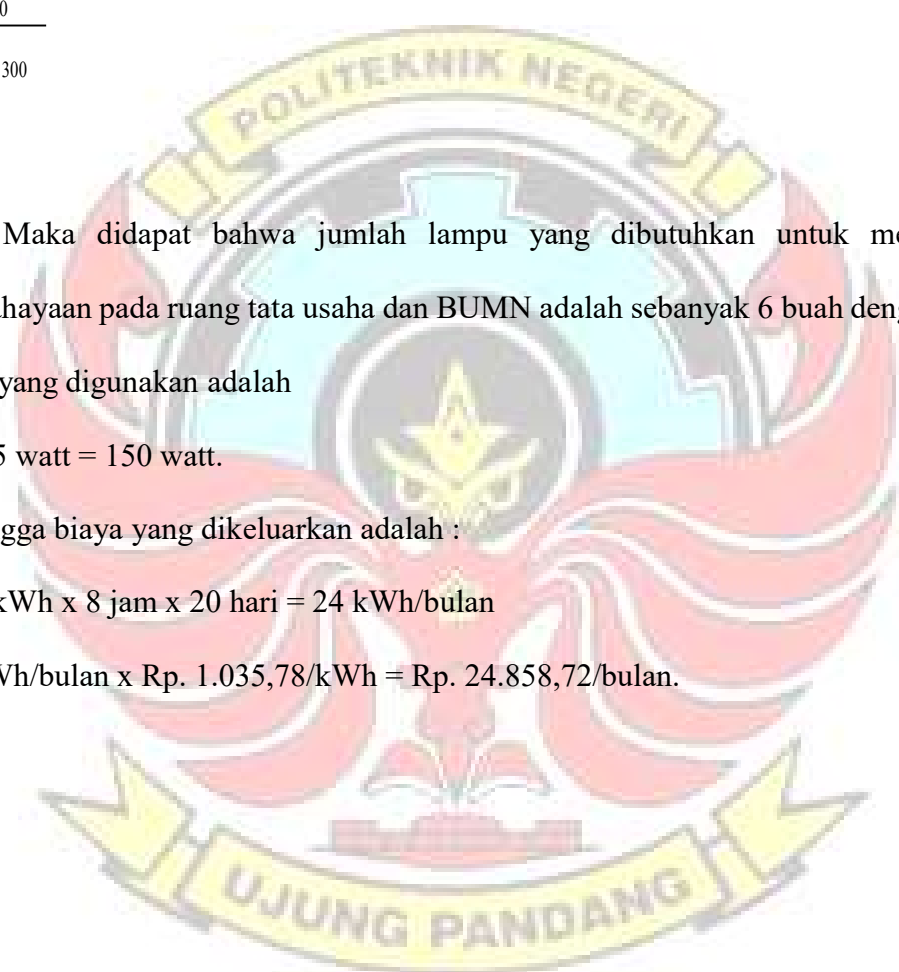
Maka didapat bahwa jumlah lampu yang dibutuhkan untuk memberikan pencahayaan pada ruang tata usaha dan BUMN adalah sebanyak 6 buah dengan lampu LED yang digunakan adalah

$$6 \times 25 \text{ watt} = 150 \text{ watt.}$$

Sehingga biaya yang dikeluarkan adalah :

$$0,15 \text{ kWh} \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} = 24 \text{ kWh/bulan}$$

$$24 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp. } 1.035,78/\text{kWh} = \text{Rp. } 24.858,72/\text{bulan.}$$



Tabel 12 Hasil analisis pada sistem penerangan sebelum di sesuaikan dengan standar.

No	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Lux Terukur	Jumlah	Daya Terukur (Watt)	kWh/bulan	Rp./bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	Lampu TL 36 watt	115	4	154	24,64	25.521,62
2.	Ruang komandan keamanan	Lampu TL 18 watt	80	1	21	3,36	3.480,22
3.	Ruang kepegawaian 1	Lampu TL 36 watt	142	6	231	36,96	38.282,43
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	Lampu TL 36 watt	95	4	154	24,64	25.521,62
5.	Ruang multimedia	Lampu TL 18 watt Lampu LHE 24 watt	133	8 8	381,6	61,06	63.240,58
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	Lampu TL 36 watt	180	2	77	12,32	12.760,81
7.	Ruang PDD	Lampu TL 36 watt	189	7	269,5	43,12	44.662,83

8.	Ruang gudang administrasi	Lampu TL 36 watt	98	2	77	12,32	12.760,81
9.	AD 103	Lampu LED 12 watt	95,5	1	17,06	2,73	2.827,26
10.	Ruang dapur umum	Lampu LHE 11 watt	122	1	13,54	2,17	2.249,14
11.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	Lampu TL 36 watt	146	6	231	36,96	38.282,43
12.	Ruang rumah tangga	Lampu TL 36 watt	133	4	154	24,64	25.521,62
13.	Ruang Fotokopi	Lampu TL 36 watt	95	1	38,5	6,16	6.380,40
14.	Ruang administrasi persuratan	Lampu TL 36 watt	127	4	154	24,64	25.521,62
15.	Ruang X direktur	Lampu TL 36 watt Lampu LED 15 watt	224	3 8	251,98	40,32	41.759,33
16.	Ruang Protokoler	Lampu TL 36 watt	94	2	77	12,32	12.760,81

17.	Ruang tamu direktur	Lampu TL 36 watt Lampu LED 15 watt	286	2 14	315,84	50,53	52.342,52
18.	Ruang SPI	Lampu TL 36 watt	121	1	38,5	6,16	6.380,40
20.	Ruang kewirausahaan	Lampu TL 36 watt	175	2	77	12,32	12.760,81
21.	Ruang rapat	Lampu LHE 24 watt	143	19	538,46	86,15	89.236,18
22.	Ruang tata usaha dan BUMN	Lampu TL 36 watt	74	2	77	12,32	12.760,81
23.	Tempat berwudhu	Lampu LHE 8 watt	81	1	11,21	1,79	1.857,78
24.	WC pria timur	Lampu LHE 8 watt	42	2	22,42	3,59	3.715,55
25.	WC wanita timur	Lampu LHE 8 watt	63	1	11,21	1,79	1.857,78
26.	WC pria barat	Lampu LHE 8 watt	98	4	44,84	7,17	7.431,10
27.	TOTAL			120	3438,66	550,19	569.871,24

Tabel 13 Hasil analisis pada sistem penerangan setelah di sesuaikan dengan standar.

No	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Lux Target	Jumlah	Daya Terukur	kWh/bulan	Rp./bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	Lampu TL 36 watt	350	9	308	49,28	51.043,24
2.	Ruang komandan keamanan	Lampu TL 18 watt	350	6	84	13,44	13.920,88
3.	Ruang kepegawaian 1	Lampu TL 36 watt	350	12	423,50	67,76	70.184,45
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	Lampu TL 36 watt	300	7	269,50	43,12	44.662,83
5.	Ruang multimedia	Lampu TL 18 watt Lampu LHE 24 watt	300	44 36	420 534	67,20 85,44	69.604,41 88.497,04
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	Lampu TL 36 watt	350	3	154	24,64	25.521,62
7.	Ruang PDD	Lampu TL 36 watt	350	17	577,50	92,40	95.706,07

8.	Ruang gudang administrasi	Lampu TL 36 watt	350	6	269,50	43,12	44.662,83
9.	AD 103	Lampu LED 24 watt	350	6	68,24	10,92	11.309,06
10.	Ruang dapur umum	Lampu LHE 11 watt	300	9	40,62	6,50	6.731,74
11.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	Lampu TL 36 watt	350	11	385	61,60	63.804,05
12.	Ruang rumah tangga	Lampu TL 36 watt	350	8	308	49,28	51.043,24
13.	Ruang Fotokopi	Lampu TL 36 watt	350	3	154	24,64	25.521,62
14.	Ruang administrasi persuratan	Lampu TL 36 watt	350	6	269,50	43,12	44.662,83
15.	Ruang X direktur	Lampu TL 36 watt	350	4	154	24,64	25.521,62
		Lampu LED 15 watt		8	68,24	10,92	11.309,06
16.	Ruang Protokoler	Lampu TL 36 watt	350	6	192,50	30,80	31.902,02

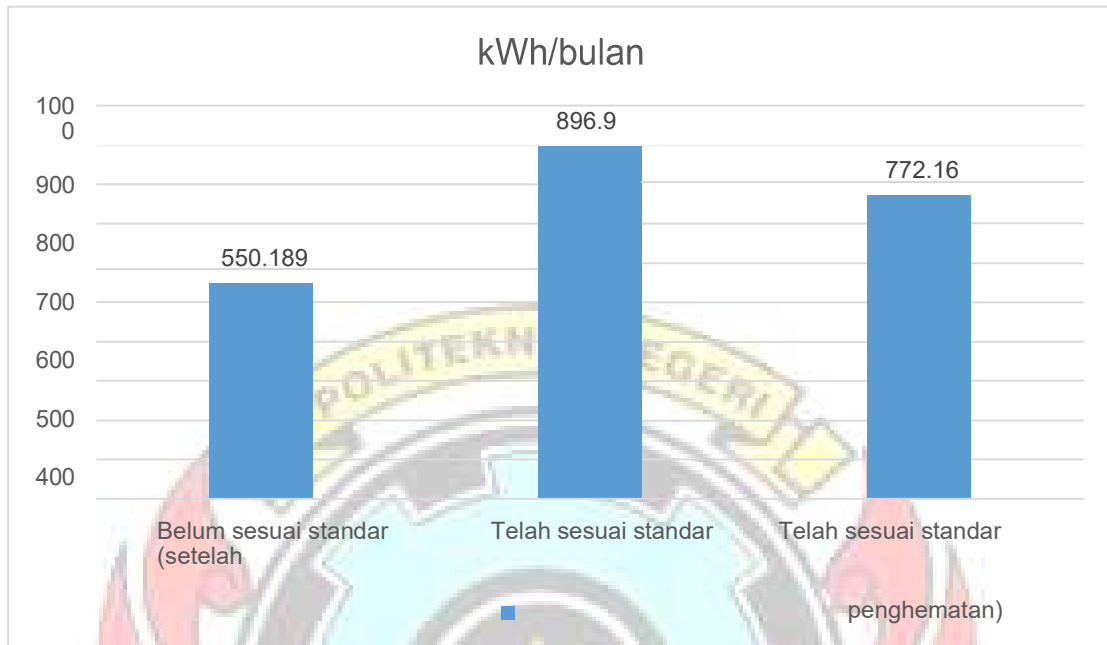
17.	Ruang tamu direktur	Lampu TL 36 watt Lampu LED 15 watt	300	9 15	308 136,48	49,28 21,84	51.043,24 22.618,12
18.	Ruang SPI	Lampu TL 36 watt	350	6	231	36,96	38.282,43
20.	Ruang kewirausahaan	Lampu TL 36 watt	350	6	231	36,96	38.282,43
21.	Ruang rapat	Lampu LHE 24 watt	300	30	481,78	77,08	79.842,89
22.	Ruang tata usaha dan BUMN	Lampu TL 36 watt	350	6	231	36,96	38.282,43
23.	Tempat berwudhu	Lampu LHE 8 watt	250	5	44,84	7,17	7.431,10
24.	WC pria timur	Lampu LHE 8 watt	250	12	100,89	16,14	16.719,98
25.	WC wanita timur	Lampu LHE 8 watt	250	5	44,84	7,17	7.431,10
26.	WC pria barat	Lampu LHE 8 watt	250	13	112,10	17,94	18.577,75
27.	TOTAL			308	6602,03	1056,32	1.094.120,10

Tabel 14 Hasil analisis pada sistem penerangan setelah di sesuaikan pada standar dengan lampu LED.

No	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Lux Target	Jumlah	Daya Terukur	kWh/bulan	Rp./bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	Lampu LED 28 watt	350	9	308	38,40	39.773,95
2.	Ruang komandan keamanan	Lampu LED 24 watt	350	4	84	16	16.572,48
3.	Ruang kepegawaian 1	Lampu LED 28 watt	350	12	423,50	52,80	54.689,18
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	Lampu LED 24 watt	300	8	269,50	28	29.001,84
5.	Ruang multimedia	Lampu LED 28 watt	300	21	420	96	99.434,88
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumn	Lampu LED 24 watt	350	4	154	16	16.572,48
7.	Ruang PDD	Lampu LED 28 watt	350	16	577,50	72	74.576,16

8.	Ruang gudang administrasi	Lampu LED 24 watt	350	7	269,50	28	29.001,84
9.	AD 103	Lampu LED 20 watt	350	4	68,24	12,80	13.257,98
10.	Ruang dapur umum	Lampu LED 24 watt	300	3	40,62	12	12.429,36
11.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	Lampu LED 28 watt	350	10	385	48	49.717,44
12.	Ruang rumah tangga	Lampu LED 28 watt	350	8	308	38,40	39.773,95
13.	Ruang Fotokopi	Lampu LED 24 watt	350	4	154	16	16.572,48
14.	Ruang administrasi persuratan	Lampu LED 24 watt	350	7	269,50	28	29.001,84
15.	Ruang X direktur	Lampu LED 28 watt	350	4	68,24	19,20	19.886,98
16.	Ruang Protokoler	Lampu LED 28 watt	350	5	192,50	24	24.858,72

17.	Ruang tamu direktur	Lampu LED 28 watt	300	8	136,48	38,40	39.773,95
18.	Ruang SPI	Lampu LED 24 watt	350	6	231	24	24.858,72
20.	Ruang kewirausahaan	Lampu LED 24 watt	350	6	231	24	24.858,72
21.	Ruang rapat	Lampu LED 28 watt	300	18	481,78	81,60	84.519,65
22.	Ruang tata usaha dan BUMN	Lampu LED 24 watt	350	6	231	24	24.858,72
23.	Tempat berwudhu	Lampu LED 6 watt	250	5	44,84	5,12	5.303,19
24.	WC pria timur	Lampu LED 8 watt	250	9	100,89	11,52	11.932,19
25.	WC wanita timur	Lampu LED 6 watt	250	5	44,84	5,12	5.303,19
26.	WC pria barat	Lampu LED 8 watt	250	10	112,10	12,80	13.257,98
27.	TOTAL			199	5606,03	772,16	799.787,88



Gambar 10 Grafik kWh/bulan pada sistem penerangan.

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa kWh/bulan pada lantai 1 Gedung Administrasi sebelum disesuaikan pada standar terbilang kecil yaitu 550,19 kWh/bulan. Hal ini dikarenakan penggunaan lampu yang tidak memenuhi persyaratan standar SNI. Standar yang ditetapkan pada ruang kerja yaitu 300-350 lux, sedangkan yang terukur rata-rata hanya 170 lux. Maka dilakukan penyesuaian pada standar hingga didapatkan kWh/bulan dengan lampu yang sama yaitu sebesar 896.96 kWh/bulan. Kemudian dilakukan penghematan dengan cara mengganti semua lampu dengan lampu LED yang memiliki tingkat pencahayaan yang tinggi dengan daya yang rendah, didapatkan 772,15 kWh/bulan. Adapun penghematan yang didapatkan setelah disesuaikan dengan standar yaitu 124,80 kWh/bulan.

4.4 Menghitung efisiensi

a. Sistem penerangan

Tabel 15 Hasil analisis efisiensi pada sistem penerangan.

No.	Perhitungan	Total kWh/bulan
1.	Setelah disesuaikan dengan standar dengan lampu yang sama.	896,96
2.	Setelah disesuaikan pada standar dengan lampu LED.	772,16
	Efisiensi (%)	13,91

b. Sistem pengkondisian udara

Tabel 16 Hasil analisis efisiensi pada sistem penerangan sebelum disesuaikan standar dengan setelah melakukan pengaturan thermostat.

No.	Perhitungan	Total kWh/bulan
1.	Sebelum pengaturan thermostat	5103,04
2.	Setelah melakukan pengaturan thermostat	1788,21
	Efisiensi (%)	64,96

Tabel 17 Hasil analisis efisiensi pada sistem penerangan sebelum pengaturan thermostat dengan setelah melakukan pengaturan thermostat.

No.	Perhitungan	Total kWh/bulan
1.	Sebelum pengaturan thermostat	5103,04
2.	Setelah melakukan perhitungan beban pendinginan	4984
	Efisiensi (%)	2,33

4.5 Menghitung IKE

a. Ruangan AD 103

Pada ruangan ini diketahui daya AC dan peralatan lainnya sebesar 199,41 kWh/bulan, sedangkan daya lampu sebesar 2,73 kWh/bulan. Luas ruangan AD 103 adalah 12,25 m², sehingga didapatkan nilai IKE dengan rumus

$$IKE = \frac{199,41 \text{ kWh} + 2,73 \text{ kWh}}{12,25 \text{ m}^2}$$

$$IKE = 16,50 \text{ kWh/m}^2$$

Sesuai dengan tabel 14, nilai IKE tersebut masuk dalam kriteria cukup efisien.

Kemudian setelah melakukan penghematan pada sistem pengkondisian udara dan

sistem penerangan didapatkan daya AC dan peralatan lainnya sebesar 59,23



kWh/bulan, sedangkan daya lampu sebesar 12,8 kWh/bulan, sehingga didapatkan nilai

IKE,

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{5923 \text{ kWh} + 128 \text{ kWh}}{1225 \text{ m}^2} \\
 &= 588 \text{ kWh} / \text{m}^2
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan tabel 14, nilai IKE tersebut masuk dalam kriteria sangat efisien.

Tabel 18 Klasifikasi nilai IKE ruangan ber-AC.

No.	Kriteria	IKE (kWh /m ² /bulan)
1.	Sangat Efisien	IKE < 8,5
2.	Efisien	8,5 < IKE < 14
3.	Cukup Efisien	14 < IKE < 18,5
4.	Boros	18,5 < IKE

a. IKE sebelum disesuaikan pada standar.

Tabel 19 Perhitungan IKE sebelum disesuaikan pada standar.

No.	Nama ruangan	Daya AC dan Peralatan lainnya (kWh/bulan)	Daya lampu (kWh/bulan)	Luas ruangan (m ²)	IKE (kWh/m ² /bulan)
1.	Ruang kepegawaian 2	157,67	24,64	35	5,21
2.	Ruang komandan keamanan	153,31	3,36	12,25	12,79
3.	Ruang kepegawaian 1	208,88	36,96	48	5,12
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	224,43	24,64	30	8,30
5.	Ruang multimedia	434,25	61,06	102	4,85

6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	155,62	12,32	12,25	13,71
7.	Ruang PDD	405,94	43,12	66	6,80
8.	Ruang gudang administrasi	230,15	12,32	24,5	9,90
9.	AD 103	199,41	2,73	12,25	16,50
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	388,92	36,96	42	10,14
11.	Ruang rumah tangga	215,09	24,64	30	7,99
12.	Ruang administrasi persuratan	245,34	24,64	24,75	10,91
13.	Ruang X direktur	204,22	40,32	16,5	14,82

14.	Ruang Protokoler	238,40	12,32	21	11,94
15.	Ruang tamu direktur	377,96	50,53	38,5	11,13
16.	Ruang SPI	193,55	6,16	21	9,51
17.	Ruang kewirausahaan	211,22	12,32	21	10,64
18.	Ruang rapat	712,58	86,15	84	9,51
19.	Ruang tata usaha dan BUMN	146,08	12,32	21	7,54
Rata-rata					9,86

b. IKE setelah disesuaikan pada standar

Tabel 20 Perhitungan IKE setelah disesuaikan pada standar.

No.	Nama ruangan	Daya AC dan Peralatan lainnya (kWh/bulan)	Daya lampu (kWh/bulan)	Luas ruangan (m ²)	IKE (kWh/m ² /bulan)
1.	Ruang kepegawaian 2	307,2	49,28	35	10,18
2.	Ruang komandan keamanan	96	13,44	12,25	8,93
3.	Ruang kepegawaian 1	307,2	67,76	48	7,81
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	187,2	43,12	30	7,68
5.	Ruang multimedia	822,4	85,44	102	8,90
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	134,4	24,64	12,25	12,98
7.	Ruang PDD	374,4	92,4	66	7,07

8.	Ruang gudang administrasi	187,2	43,12	24,5	9,40
9.	AD 103	134,4	10,92	12,25	11,86
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	307,2	61,6	42	8,78
11.	Ruang rumah tangga	187,2	49,28	30	7,88
12.	Ruang administrasi persuratan	187,2	43,12	24,75	9,30
13.	Ruang X direktur	134,4	24,64	16,5	9,64
14.	Ruang Protokoler	187,2	30,8	21	10,38
15.	Ruang tamu direktur	307,2	49,28	38,5	9,26
16.	Ruang SPI	187,2	36,96	21	10,67
17.	Ruang kewirausahaan	187,2	36,96	21	10,67
18.	Ruang rapat	561,6	77,08	84	7,60

19.	Ruang tata usaha dan BUMN	187,2	36,96	21	10,67
Rata-rata					9,46

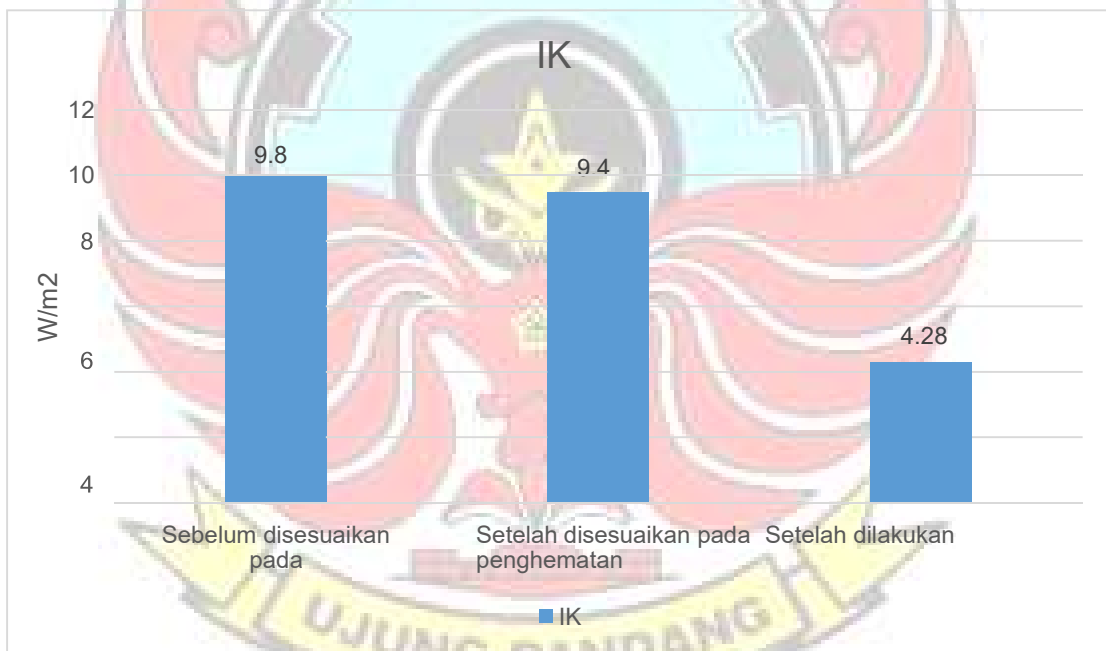
c. IKE setelah dilakukan penghematan

Tabel 21 Perhitungan IKE setelah dilakukan penghematan.

No.	Nama ruangan	Daya AC dan Peralatan lainnya (kWh/bulan)	Daya lampu (kWh/bulan)	Luas ruangan (m ²)	IKE (kWh/m ² /bulan)
1.	Ruang kepegawaian 2	60,45	38,4	35	2,82
2.	Ruang komandan keamanan	57,36	16	12,25	5,99
3.	Ruang kepegawaian 1	81,54	52,8	48	2,80
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	86,64	28	30	3,82
5.	Ruang multimedia	163,09	96	102	2,54

6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumn	59,80	16	12,25	6,19
7.	Ruang PDD	88,07	72	66	2,42
8.	Ruang gudang administrasi	66,76	28	24,5	3,87
9.	AD 103	59,23	12,8	12,25	5,88
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	134,89	38,4	42	4,12
11.	Ruang rumah tangga	82,80	24	30	3,56
12.	Ruang administrasi persuratan	89,49	28	24,75	4,75
13.	Ruang X direktur	84,09	19,2	16,5	6,26
14.	Ruang Protokoler	90,91	24	21	5,47
15.	Ruang tamu direktur	139,91	38,4	38,5	4,63
16.	Ruang SPI	58,20	24	21	3,91

17.	Ruang kewirausahaan	64,33	24	21	4,21
18.	Ruang rapat	261,97	81,6	84	4,09
19.	Ruang tata usaha dan BUMN	58,66	24	21	3,94
Rata-rata					4,28



Gambar 11 Grafik nilai IKE

Dari grafik diatas terlihat nilai IKE setelah disesuaikan dengan standar sedikit lebih kecil daripada sebelum disesuaikan pada standar. Namun kedua nilai tersebut masuk dalam kategori efisien. Kemudian setelah dilakukan penghematan didapatkan nilai IKE 4,28 W/m². Nilai tersebut masuk dalam kategori sangat efisien.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

- a. Pada perhitungan nilai OTTV didapatkan nilai OTTV yang telah memenuhi standar yaitu $37,6 \text{ W/m}^2$. Nilai tersebut telah memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI 03-6389-2000 yaitu $\leq 45 \text{ W/m}^2$ sehingga tidak perlu lagi melakukan penghematan pada nilai OTTV.
- b. Pada sistem penerangan Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang terlihat penggunaan lampu yang tidak sesuai pada standar SNI 03-6197-2000. Pada pengambilan data terlihat tingkat lux di tiap ruangan tidak memenuhi persyaratan, sehingga dilakukan penyesuaian tingkat lux. Setelah melakukan penyesuaian tingkat lux didapatkan total penggunaan daya $896,96 \text{ kWh/bulan}$. Kemudian dilakukan penghematan dengan mengganti lampu neon menjadi lampu LED yang memiliki tingkat lux yang tinggi dengan daya yang lebih rendah, maka didapatkan total penggunaan daya sebesar $772,16 \text{ kWh/bulan}$. Didapatkan nilai efisiensi sebesar $13,91 \%$.
- c. Pada sistem tata udara Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang terlihat total penggunaan daya sebesar $5103,04 \text{ kWh/bulan}$, setelah melakukan audit energi dengan menaikkan set point thermostat didapatkan total penggunaan daya sebesar $1788,21 \text{ kWh/bulan}$. Didapatkan nilai efisiensi sebesar $64,96 \%$.

- d. Pada perhitungan nilai IKE untuk ruangan ber-AC dapat kita lihat sebelum dilakukan penghematan, nilai IKE ruangan di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang terbilang efisien. Setelah melakukan penghematan didapatkan nilai IKE yang sangat efisien di setiap ruangan.
- e. Setelah melakukan penghematan didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 3.203.516,28 /bulan.

5.2 SARAN

Saran-saran yang dapat peneliti sampaikan adalah :

- a. Disarankan pada setiap Gedung di Politeknik Negeri Ujung Pandang dipasang kWh meter agar memudahkan peneliti untuk menghitung nilai IKE agar didapatkan nilai yang lebih rinci dan juga dapat mengetahui boros tidaknya gedung tersebut.
- b. Faktor non teknis lainnya yaitu faktor manusia sangat mempengaruhi jumlah konsumsi energi, untuk itu disarankan untuk memberikan pemahaman dan pengertian yang mendalam tentang pentingnya melakukan penghematan energi.
- c. Disarankan untuk melakukan proses audit energi yang lebih rinci yang melibatkan karyawan secara langsung mulai dari awal sampai pelaksanaan selanjutnya.
- d. Disarankan untuk menggunakan peralatan sensor otomatis pada sistem kelistrikan di dalam ruangan untuk menghindari pemborosan energi akibat

ketidak-sengajaan/ketidakpedulian untuk mematikan peralatan pengkonsumsi energi ketika tidak digunakan.

- e. Disarankan untuk melakukan pengukuran kuat arus harian untuk mendapatkan hasil konsumsi energi lebih akurat.



DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar Wiranto dan Heizo Saito. 1985. Pengkondisian Udara. Cet-5. Jakarta; Pradya Pramita.

Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6197-2000. Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6398-2000. Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 03-6390-2011. Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung. Jakarta

Deptamben. 1996. Audit Energi Sektor Bangunan Komersial. Jakarta: Direktorat Jenderal Listrik Dan Pengembangan Energi Departemen Pertambangan Dan Energi Jakarta.

Fahmi, Firmansyah. 2018 Audit Energi Pembangkit Tenaga Air (PLTA) Bakaru. Skripsi. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Nur Hidayanto. 2012. Analisis Statistik Terhadap Potensi Penghematan Energi pada Bangunan Gedung Dengan Metode Benchmarking. Tesis. Jakarta: Universitas Indonesia

Marzuki, Rusman. 2012. Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero). Pontianak: Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak, 8(3), 184–196.

Nofriana, Baso. 2013. Audit Energi pada Private Care Center RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Nugraha. 2015. Ketahanan Energi Indonesia. Sekretariat Dewan Energi Nasional. Jakarta

Poeng, Rudi & Abdul Rauf, Fentje. 2015. Analisis Pengaruh Putaran Spindle Terhadap Gaya Potong Pada Mesin Bubut. Manado, 2, 6–11.

Puspitasari, & Rini. (2013). Pengaruh Warna Dinding Terhadap Intensitas Pencahayaan dalam Ruang. Makassar.

Raharjo, Budi Agung, dkk. 2013. Studi Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di PT. P.G. Kreet Baru I. Malang

Rengganis, 2009. Audit Energi Pada Gedung Perkantoran Di Jakarta Selatan Depok. Skripsi. Depok: Jurusan Teknik Mesin Universitas Indonesia.

Sashiomarda, J. A., & Prabowo, D. 2016. Perancangan Peralatan Untuk Pengukuran Radiasi Gelombang Pendek Matahari. 3(3), 52–59.

Stoekers, Wilbert dan Jerold W.Jones. 1994. Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara Edisi Kedua. Dialihbahasakan oleh Supratman.Hara. Jakarta: Erlangga



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Sistem Penerangan dan Sistem Pengkondisian Udara.

Tabel 22 Data Penerangan di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

No.	Nama Ruangan	lux terukur	Jenis lampu	Jumlah	daya terukur (Watt)	lama pakai	Panjang (m)	Lebar (m)	kWh/bulan
1.	Ruang kepegawaian 2	115	Lampu TL 36 watt	4	38,5	8	7	5	154
2.	Ruang komandan keamanan	80	Lampu TL 18 watt	1	21	8	3,5	3,5	21

3.	Ruang kepegawaian 1	142	Lampu TL 36 watt	6	38,5	8	8	6	231
4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	95	Lampu TL 36 watt	4	38,5	8	6	5	154
5.	Ruang multimedia	133	Lampu TL 18 watt	8	21	8	17	6	168
			Lampu LHE 24 watt	8	26,7	8	17	6	213,6
6.	Ruang kasubag tata	180	Lampu TL 36 watt	2	38,5	8	3,5	3,5	77

	usaha dan bumn								
7.	Ruang PDD	189	Lampu TL 36 watt	7	38,5	8	11	6	269,5
8.	Ruang gudang administrasi	98	Lampu TL 36 watt	2	38,5	8	7	3,5	77
9.	AD 103	95,5	Lampu LED	1	17,06	8	3,5	3,5	17,06
10.	Ruang dapur umum	122	Lampu LHE	1	13,54	8	3,5	3,5	13,54

11.	Ruang Kemahasiswa an dan alumni	146	Lampu TL 36 watt	6	38,5	8	7	6	231
12.	Ruang rumah tangga	133	Lampu TL 36 watt	4	38,5	8	6	5	154
13.	Ruang Fotokopi	95	Lampu TL 36 watt	1	38,5	8	3,5	3,5	38,5
14.	Ruang administrasi persuratan	127	Lampu TL 36 watt	4	38,5	8	5,5	4,5	154
15.	Ruang X direktur	224	Lampu TL 36 watt	3	38,5	8	5,5	3	115,5

			Lampu LED	8	17,06	8	5,5	3	136,48
16.	Ruang Protokoler	94	Lampu TL 36 watt	2	38,5	8	6	3,5	77
17.	Ruang tamu direktur	286	Lampu TL 36 watt	2	38,5	8	7	5,5	77
			Lampu LED	14	17,06	8	7	5,5	238,84
18.	Ruang SPI	121	Lampu TL 36 watt	1	38,5	8	6	3,5	38,5

19.	Ruang kewirausahaan	175	Lampu TL 36 watt	2	38,5	8	6	3,5	77
20.	Ruang rapat	143	Lampu LHE	19	28,34	8	14	6	538,46
21.	Ruang tata usaha dan BUMN	74	Lampu TL 36 watt	2	38,5	8	6	3,5	77
22.	Tempat berwudhu	81	Lampu LHE	1	11,21	8	3,5	1,5	11,21
23.	WC pria timur	42	Lampu LHE	2	11,21	8	4	3,5	22,42

24.	WC wanita timur	63	Lampu LHE	1	11,21	8	3,5	1,5	11,21
25.	WC pria barat	98	Lampu LHE	4	11,21	8	4,5	3,5	44,84



Tabel 23 Data pengkondisian udara di Lantai 1 Gedung Administrasi Politeknik Negeri

Ujung Pandang.

No	Nama Ruangan	Jumlah AC	Merek	Peralatan Listrik Lainnya	Jumlah Peralatan lainnya	Jumlah staff	Luas Jendela	Luas dinding	Daya AC	Daya terukur peralatan
1.	Ruang kepegawaian 2	1	Panasonic	Komputer Lenovo	3	3	5,81	119	917,62	67,8
2.	Ruang komandan keamanan	1	Sharp	Komputer Lenovo	1	1	3,885	49	870,67	22,6
				Printer Epson	1					64,94
3.	Ruang kepegawaian 1	1	Sharp	Komputer Lenovo	3	4	5,81	152	1237,7	67,8
		1	Gree						874,94	

4.	Ruang tata usaha bagian kearsipan	1	Sharp	Komputer Lenovo	1	1	5,81	102	1315,16	22,6
		1	Nasional	Printer Epson	1				832,26	64,94
5.	Ruang multimedia	2	Panasonic	Proyektor Epson	1	20	12,95	323	2475,44	238,6472
		1	Sharp						883,96	
6.	Ruang kasubag tata usaha dan bumh	1	Sharp	Printer Epson	1	1	5,81	49	907,676	64,94
7.	Ruang PDD	1	Panasonic	Komputer Lenovo	6	6	10,36	209	1336,72	135,6

		1	Sharp	Printer Epson	6				1310,8	389,64
				Dispense r Nasional	2				48	675,18
8.	Ruang gudang administra si	1	Panasonic	Kompute r Lenovo	1				1013,3	22,6
				Printer Epson	1	1	5,81	98	2	64,94
				Dispense r Nasional	1					337,59
9.	AD 103	1	Nasional	Printer HP	1	1	5,81	49	899,05	9,68

				Dispenser Nasional	1					337,59
10.	Ruang Kemahasiswaan dan alumni	1	Sharp	kulkas polytron	1	4	10,36	133	2047,45	92,4
				Komputer Asus	4					96,096
				Printer Epson	3					194,82
11.	Ruang rumah tangga	1	Sharp	Komputer Lenovo	1	3	5,81	102	1256,762	22,6
				Printer Epson	1					64,94

12.	Ruang administrasi persuratan	1	Sharp	Komputer Lenovo	2	2	5,81	88	1358,28	45,2
				Printer Epson	2					129,88
13.	Ruang X direktur	1	Panasonic			1	5,81	71,5	1276,352	
14.	Ruang Protokoler	1	Sharp	Komputer Lenovo	2	2	5,81	84	1379,84	45,2
				Printer Epson	1					64,94
15.	Ruang tamu direktur	1	Sharp	Proyektor Epson	1	12	5,81	126	2123,635	239

16.	Ruang SPI	1	Sharp	Komputer Lenovo	1	1	5,81	84	883,476	22,6
				Printer Epson	1					64,94
				Proyektor Epson	1					238,6472
17.	Ruang kewirausahaan	1	Daikin	Komputer Lenovo	1	2	5,81	84	976,52	22,6
				Printer Epson	1					64,94
				Dispenser Sharp	1					256,08
18.	Ruang rapat	2	Sharp	Proyektor Epson	2	20	12,95	266	3976,36	477,2944

19.	Ruang tata usaha dan BUMN	1	Sharp	Komputer Lenovo	1	5	5,81	84	890,42 8	22,6
-----	---------------------------------	---	-------	--------------------	---	---	------	----	-------------	------



Lampiran 2 Analisis Data

Tabel 24 Faktor Koefisien Transmisi Kalor Peralatan Listrik.

Pemanas	per 1 kW	0,860 kcal/kWh
Motor listrik	per 1 kW	0,860 kcal/kWh
Lampu	per 1 kW	0,860 kcal/kWh (Pijar)
		1,080 kcal/kWh (Neon)

Tabel 25 Koefisien transmisi kalor dari atap.

Tebal atap (mm)			Koefisien transmisi kalor K (kcal/m ² h°C)	Kapasitas kalor per 1 m ² (kcal/m ² h°C)	
Kayu, asbeton semen, langit-langit (12 mm HARDTEX)	Biasa		2,86	7,5	
Adukan Semen rapat air 20 mm	Biasa	Tebal beton 100 mm	Dengan Langit-langit	1,94	53,8
			Tanpa Langit-langit	3,45	57,8
		Tebal beton 150 mm	Dengan Langit-langit	1,81	77,9

			Tanpa Langit-langit	3,78	81,9
Lapisan adukan semen 20 mm	Biasa	Tebal beton 120 mm	Dengan Langit-langit	1,58	63,4
Beton sinder 60 mm			Tanpa Langit-langit	2,46	67,4
Aspal rapat air 10 mm		Tebal beton 150 mm	Dengan Langit-langit	1,13	77,9
			Tanpa Langit-langit	2,34	81,9

Tabel 26 Faktor koefisien manusia dan Faktor kelompok.

Kondisi kerja	Bangunan	Jumlah Kalor Total Orang Dewasa	Faktor Kelompok Orang yang Bekerja
Duduk di kursi	Gedung	87 kcal/h	0,897
Bekerja di belakang meja	Kantor hotel	106 kcal/h	0,947
Berdiri atau berjalan lambat	Toko eceran	123 kcal/h	0,818
Dansa	Ruang dansa	201 kcal/h	0,944

Bekerja di belakang meja	Pabrik	335 kcal/h	0,967
--------------------------	--------	------------	-------

Tabel 27 Koefisien transmisi kalor jendela

Satu pelat kaca	Tidak tergantung tebal kaca	5,5 kcal/m ² .h.°C
Kaca ganda	Tidak tergantung tebal kaca	2,2 kcal/m ² .h.°C
Blok kaca	Tidak tergantung tebal kaca	5,5 kcal/m ² .h.°C

Tabel 28 Koefisien mission transmisi kalor dinding

Tebal dinding			Koefisien transmisi kalor K (kcal/m ² .h.°C)
Lapisan (biasa)	Bagian utama		
Atap luar menonjol ke luar 5 mm		12 mm	3,08
Adukan semen di luar 15 mm	Beton	150 mm	2,89
Adukan di luar 15 mm		200 mm	2,62
Plester 3mm		250 mm	2,05
	Batu bata	210 mm	1,62
Tanpa lapisan	Beton	50 mm	4,75
		100 mm	4,06

		200 mm	3,15
--	--	--------	------

Tabel 29 Faktor Transmisi Jendela

	Tanpa Penutup	Dengan Penutup dalam Ruangan
Kaca Biasa	0,95	0,5
Kaca ganda		
Kacabiasa	0,7	0,5
Menyerap di luar	0,6	0,4
Kaca setengah cermin	0,4	-

Tabel 30 Jumlah pergantian.

Rumah standar	1 kali
Rumah dengan banyak jendela	1,5 - 2 kali
Rumah, pintu, dan jendela sering dibuka tutup	1,5 - 2 kali

Tabel 31 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding

Luar.

Cat permukaan dinding luar	α
Hitam merata	0,95
Pernis hitam	0,92
Abu-abu tua	0,91
Pernis biru tua	0,91
Cat minyak hitam	0,90
Coklat tua	0,88
Abu-abu/biru tua	0,88
Biru/hijau tua	0,88
Coklat medium	0,84
Pernis hijau	0,79
Hijau medium	0,59
Kuning medium	0,58
Hijau/biru medium	0,57
Hijau muda	0,47
Putih semi kilap	0,30
Putih kilap	0,25
Perak	0,25
Pernis putih	0,21

Tabel 32 Nilai R lapisan udara permukaan untuk dinding dan atap

Jenis permukaan		Resistansi Termal R (m ² .K/Watt)
Permukaan dalam (R _{UP})	Emisifitas tinggi	0,120
	Emisifitas rendah	0,299
Permukaan luar (R _{UL})	Emisifitas tinggi	0,044

Tabel 33 Nilai k bahan bangunan.

No.	Bahan bangunan	Densitas (kg/m ³)	K (W/m.K)
1	Beton	2400	1,448
2	Beton ringan	960	0,303
3	Bata dengan lapisan plester	1760	0,807
4	Bata langsung dipasang tanpa plester, tahan terhadap cuaca		1,154
5	Plesteran pasir semen	1568	0,533
6	Kaca lembaran	2512	1,053
7	Papan gypsum	880	0,170
8	Kayu lunak	608	0,125
9	Kayu keras	702	0,138
10	Kayu lapis	528	0,148
11	Glasswool	32	0,035
12	Fiberglass	32	0,035

13	Paduan Aluminium	2672	211
14	Tembaga	8784	385
15	Baja	7840	47,6
16	Granit	2640	2,927
17	Marmar/Batako/terazo/keramik/mozaik	2640	1,298

Tabel 34 Beda temperatur ekuivalen untuk dinding.

Berat/satuan luas (kg/m ²)	TDEK
Kurang dari 125	15
126 ~ 195	12
Lebih dari 195	10

Tabel 35 Faktor radiasi matahari (SF, W/m²) untuk berbagai orientasi.

Orientasi	U	T	S	B
	130	112	97	243

Tabel 36 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperature warna yang direkomendasikan.

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderansi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300 K	Daylight >5300 K
Perkantoran:					
Ruang direktur	350	1 atau 2		•	•
Ruang kerja	350	1 atau 2		•	•
Ruang computer	350	1 atau 2		•	•
Ruang rapat	300	1	•	•	
Ruang gambar	750	1 atau 2		•	•
Gudang arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		•	•

Tabel 37 Penetapan penyesuaian tariff tenaga listrik (tariff adjustment) periode april-juni 2021.

No.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER (PASCA BAYAR)		PRABAYAR (Rp/kWh)	DIBANDINGKAN DENGAN TARIF SEBELUMNYA
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)		
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00	tetap
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70	tetap
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70	tetap
4.	R-2/TR	3.500 VA	*)	1.444,70	1.444,70	tetap
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.444,70	1.444,70	tetap
tetap	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70	

7.	B-3/TR	Di atas 200 kVA	**)	Blck WBP = K x 1.035,78 Blck LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-	tetap
8.	I-3/TR	Di atas 200 kVA	**)	Blck WBP = K x 1.035,78 Blck LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-	tetap
9.	I-4/TR	30.000 kVA ke atas	***)	Blck WBP dan Blck LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-	tetap

10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70	tetap
11.	P-2/TR	Di atas 200 kVA	**)	Blck WBP = K x 1.035,78 Blck LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-	tetap
12.	P-3/TR	-	*)	1.444,70	1.444,70	tetap
13.	L/TR, TM, TT	-	-	1.644,52 *****)	-	tetap

Source : web.pln.co.id

Catatan :

*) Ditetapkan Rekening Minimum (RM):

$RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya pemakaian.}$

***) Ditetapkan Rekening Minimum (RM):

$RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya pemakaian LWBP.}$

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Ditetapkan Rekening Minimum (RM):

$RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya pemakaian WBP dan LWBP.}$

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

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

*****) Dikalikan terhadap faktor "N" dengan nilai $N \leq 1,5$

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$).

WBP : Waktu Beban Puncak. (17.00 – 22.00)

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.



Gambar 11. Diagram distribusi listrik pada Gedung Administrasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.



Lampiran 3 Lampiran Dokumentasi



Gambar 12 Pengambilan data Arus dan Cos phi lampu.



Gambar 13 Pengambilan data pada ruang rapat Gedung Administrasi.



Gambar 14 Pengambilan data pada ruang rapat x direktur.



Gambar 15 Pengukuran tingkat pencahayaan ruangan x direktur.



Gambar 16 Pengukuran arus AC di panel box Lantai 1 Gedung Administrasi.



Gambar 17 Pengambilan data pada name plate AC.



Gambar 18 Pengukuran luas jendela.

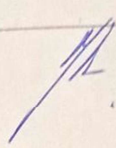
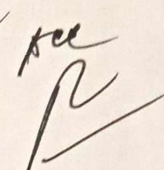
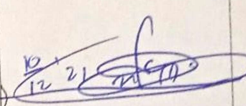
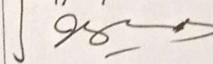


Gambar 19 Pengukuran luas dinding di setiap orientasi.

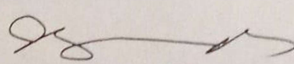
LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Iswan Dwi Putra Arief/ Hafifah Indriani
 NIM : 34218016/ 34218008

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Mustady Mulyadi	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki gambar 9 (Hal.51) ✓ - Tambahkan rekomendasi kalian ✓ terkait perilaku pengguna beban - Saran: sebaiknya dilakukannya peng- ✓ ukuran kuat arus harian 	
2.	Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.	<ul style="list-style-type: none"> - Konsisten dalam penulisan angka ✓ desimal - Sebelum tampilkan tabel 10, tuliskan ✓ satu contoh perhitungan untuk mendapatkan angka dalam tabel 10 - Pada kolom ke-3 tabel 10, judul kolom- ✓ nya adalah daya AC, bukan daya total - Distribusi energi pada tiap mangun ✓ yg menggambarkan penggunaan beban. Buat diagramnya - Tambahkan rekomendasi yg diberikan ✓ untuk mendapatkan nilai IICE Sesuai standar dan kemas. 	
3.	Sulima Abadi	<ul style="list-style-type: none"> - Hilangkan jadwal penelitian (tabel 5) - telusuri persamaan pl. Gag. 4.2 (Hal 41) 	
4.	A.M.Shiddiq Yunus, Ph.D.	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki semua penulisan satuan ✓ (contoh hal.13) - Perbaiki judul - Perbaiki flowchart (9hr.6) 	<p>09/12/21</p> 

Makassar, 20 September 2021
 Ketua Ujian Sidang,


 A.M.Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
 NIP 197808042001121001