

**ANALISIS PELUANG HEMAT ENERGI DENGAN AUDIT
ENERGI PADA SISTEM PENERANGAN DAN TATA UDARA
DI SEKOLAHAN ISLAM AL-AZHAR PONTIANAK**

S K R I P S I

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh :

YUSVIAN KHABARANUS

NIM D1021191089



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2023

**ANALISIS PELUANG HEMAT ENERGI DENGAN AUDIT
ENERGI PADA SISTEM PENERANGAN DAN TATA UDARA
DI SEKOLAHAN ISLAM AL-AZHAR PONTIANAK**

S K R I P S I

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Skripsi Ini Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Bidang Teknik Elektro

Oleh :

YUSVIAN KHABARANUS

NIM. D1021191089



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2023**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

Telepon : (0561) 740186 Email : ft@untan.ac.id Website : <http://teknik.untan.ac.id>

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yusvian Khabaranus

NIM : D1021191089

Menyatakan bahwa dalam Skripsi yang berjudul **"Analisis Peluang Hemat Energi dengan Audit Energi pada Sistem Penerangan dan Tata Udara di Sekolah Islam Al-Azhar Pontianak"** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis mengacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum dikemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 06 Juni 2023

Yusvian Khabaranus
NIM. D1021191089



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

Telepon : (0561) 740186 Email : ft@untan.ac.id Website : <http://teknik.untan.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PELUANG HEMAT ENERGI DENGAN AUDIT ENERGI
PADA SISTEM PENERANGAN DAN TATA UDARA DI SEKOLAHAN
ISLAM AL-AZHAR PONTIANAK

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh :

YUSVIAN KHABARANUS
NIM. D1021191089

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 26 Juni 2023 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi :

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Purwohaji Jono, S.T., M.T., IPM.
NIP.197201021998021001

Penguji Utama,

Ir. Junaidi, M.Sc., IPM.
NIP.195908281986021001

Pembimbing Pendamping,

Ir. Rudy Gianto, M.T., Ph.D.
NIP.196703271992031004

Penguji Pendamping,

Dr. Ir. M. Iqbal Arsyad, M.T., IPM.
NIP.196609071992031002



Pontianak, 26 Juni 2023

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM.
NIP.196712231992031002

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyusun tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Peluang Hemat Energi dengan Audit Energi pada Sistem Penerangan dan Tata Udara di Sekolah Islam Al-Azhar Pontianak” dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. beserta keluarganya. Adapun tujuan dibuatnya tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Prof. Dr. Ing. Seno D. Panjaitan, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Elang Derdian Marindani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Dr. Ir. H. M. Iqbal Arsyad, M.T., IPM. selaku ketua kelompok pengajar Distribusi dan Sistem Tenaga Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan Dosen Penguji Pendamping Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Purwoharjono, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Rudy Gianto, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir.
7. Bapak Ir. Junaidi, M.Sc., IPM. selaku Dosen Penguji Utama Tugas Akhir.
8. Segenap Dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

9. Seluruh civitas akademika Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.
10. Ketua Yayasan Kejayaan Islam Khatulistiwa yang telah mengizinkan penulis untuk meneliti dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Kepala Sekolah dan segenap Ibu/Bapak Guru, beserta Staf di KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak, SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak, dan SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Orang tua, saudara, dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, baik berupa materi, maupun moril sehingga penulis dapat menuntaskan Tugas Akhir ini.
13. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan dan diskusinya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
14. Semua pihak yang turut membantu, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini, masih banyak terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, sangat penulis harapkan demi hasil penulisan yang lebih baik. Semoga hasil dari tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Juni 2023

Penulis,

Yusvian Khabaranus

NIM. D1021191089

ABSTRAK

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi yang sering dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 70 tahun 2009 tentang konservasi energi dinyatakan bahwa pemanfaatan energi oleh pengguna sumber dan energi, wajib dilakukan secara hemat dan efisien. Dari peraturan tersebut, maka skripsi ini dibuat dengan tujuan untuk menganalisis peluang penghematan energi listrik pada sistem penerangan dan tata udara di gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak, SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak, dan SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak. Langkah yang dilakukan dengan audit energi. Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan pada Desember 2022 hingga Januari 2023. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara observasi atau pengamatan dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian. Hasil analisis didapatkan 2 pilihan rekomendasi penghematan energi listrik. Pada rekomendasi pilihan pertama, untuk sistem penerangan dilakukan dengan pergantian lampu TL ke LED, membutuhkan lampu Philips LED 23 Watt (3000 lumen) sebanyak 440 buah lampu dan untuk sistem tata udara dilakukan dengan pergantian refrigeran ke Musicool MC-22, dimana refrigeran yang dibutuhkan sebanyak 82 buah refrigeran. Biaya yang dibutuhkan sebesar Rp105.500.000,00. Perkiraan besar penghematan energi listrik pada pilihan pertama sebesar 159,19 kWh per hari atau sekitar 16% lebih hemat energi. Perkiraan payback period-nya adalah 3 tahun. Sedangkan untuk rekomendasi pilihan kedua juga dilakukan pergantian lampu TL ke LED tetapi berbeda jumlah lampu yang direkomendasikan, yaitu sebanyak 797 buah lampu Philips LED 23 Watt (3000 lumen). Untuk sistem tata udara, dilakukan pergantian AC ke tipe inverter, dimana AC Inverter yang direkomendasikan adalah LG T06EV4 (0,5 PK) dan AC LG T13EV4 (1,5 PK) serta AC Inverter LG T19EV4 (2,0 PK) berturut-turut sebanyak 16, 9, dan 27 unit. Biaya yang dibutuhkan untuk rekomendasi pilihan kedua ini sebesar Rp356.530.000,00. Perkiraan besar penghematan energi listrik pada pilihan kedua sebesar 510,73 kWh per hari atau sekitar 51,33 % lebih hemat energi. Perkiraan payback period-nya adalah 3 tahun, 1 bulan. Tetapi, jika pergantian AC ke tipe inverter disertai dengan penjualan AC yang terpasang saat ini, maka perkiraan biayanya berkurang menjadi Rp276.330.000,00 dan payback period-nya adalah 2 tahun, 5 bulan. Dari hasil analisis tersebut, maka upaya konservasi energi untuk memperoleh penghematan energi listrik dan penghematan biaya, sangat layak untuk dilakukan pada sekolah tersebut.

Kata kunci : audit energi, penghematan energi listrik, penerangan, tata udara.

ABSTRACT

Electrical energy is a form of energy that is often used by humans in everyday life. Based on Government Regulation no.70 of 2009 concerning energy conservation states that the use of energy by sources and energy users must be carried out sparingly and efficiently. Based on these regulations, this thesis was created with the aim of analyzing opportunities for saving electrical energy in lighting and air conditioning systems in KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak, SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak, and SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak buildings. Steps taken with an energy audit. In this study, data collection was carried out from December 2022 to January 2023. The data collection method was carried out by observation or direct observation and measurement at the research location. The results of the analysis obtained 2 recommendations for saving electricity. In the recommendation of the first choice, for the lighting system it is carried out by changing TL lamps to LED, requiring 440 Philips LED 23 Watt lamps (3000 lumens) and for the air conditioning system it is carried out by changing the refrigerant to Musicool MC-22, where the refrigerant needed is 82 pieces of refrigerant. The required fee is IDR 105,500,000.00. The large estimate of electricity savings in the first option is 159.19 kWh per day or about 16% more energy efficient. The estimated payback period is 3 years. As for the recommendation for the second option, TL lamps were also replaced with LEDs but the number of recommended lamps was different, namely 797 Philips LED 23 Watt lamps (3000 lumens). For the air conditioning system, the AC is replaced with an inverter type, where the recommended AC Inverters are LG T06EV4 (0.5 PK) and LG T13EV4 AC (1.5 PK) and LG T19EV4 AC Inverter (2.0 PK) respectively as many as 16, 9, and 27 units. The cost required for the recommendation of this second choice is IDR 356,530,000.00. The large estimate of electricity savings in the second option is 510.73 kWh per day or around 51.33% more energy efficient. The estimated payback period is 3 years, 1 month. However, if the AC change to the inverter type is accompanied by the sale of the currently installed AC, then the estimated cost is reduced to IDR 276,330,000.00 and the payback period is 2 years, 5 months. From the results of this analysis, energy conservation efforts to obtain electrical energy savings and cost savings are very feasible to do in these schools.

Keywords : energy audit, saving electrical energy, lighting, air conditioning.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR ISTILAH	x
BAB I PENDAHULUAN	I - 1
1. 1 Latar Belakang.....	I - 1
1. 2 Perumusan Masalah	I - 2
1. 3 Tujuan Penelitian	I - 2
1. 4 Pembatasan Masalah.....	I - 3
1. 5 Sistematika Penulisan	I - 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II - 1
2. 1 Penelitian Terdahulu	II - 1
2. 2 Energi Listrik	II - 4
2. 3 Konservasi Energi.....	II - 4
2. 4 Audit Energi.....	II - 5
2. 5 Tarif Dasar Listrik	II - 7
2. 6 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	II - 8
2. 7 Jumlah Konsumsi Energi Listrik Per Hari	II - 9
2. 8 Peluang Hemat Energi (PHE)	II - 9
2. 9 Penghematan Energi	II - 10
2. 10 Sistem Penerangan.....	II - 10
2. 11 Sistem Tata Udara.....	II - 22
2. 12 Perhitungan <i>Payback Period</i>	II - 29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III - 1
3. 1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	III - 1
3. 2 Gambaran Umum Tempat Penelitian	III - 1

3. 3	Alat dan Bahan.....	III - 26
3. 4	Metode Penelitian	III - 28
3. 5	Variabel atau Data Penelitian	III - 29
3. 6	Prosedur Penelitian	III - 29
3. 7	Analisa Hasil.....	III - 30
3. 8	Diagram Alir	III - 31
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN		IV - 1
4. 1	Perhitungan IKE	IV - 1
4. 2	Perhitungan Sistem Penerangan pada Gedung SMP dan SMA.....	IV - 4
4. 3	Perhitungan Sistem Tata Udara pada Gedung SMP dan SMA.....	IV - 11
4. 4	Perhitungan Sistem Penerangan pada Gedung KB/TK	IV - 25
4. 5	Perhitungan Sistem Tata Udara pada Gedung KB/TK	IV - 27
4. 6	Perhitungan Penghematan Konsumsi Energi Listrik	IV - 35
4. 7	Perhitungan Payback Period	IV - 37
BAB V PENUTUP		V - 1
5. 1	Kesimpulan	V - 1
5. 2	Saran	V - 2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN.....		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Lampu Pijar	II - 19
Gambar 2. 2	Lampu Halogen	II - 19
Gambar 2. 3	Lampu Fluoresen jenis TL dan CFL.....	II - 20
Gambar 2. 4	Lampu LED	II - 21
Gambar 2. 5	Reflektor Lampu.....	II - 22
Gambar 2. 6	AC Split Wall	II - 25
Gambar 2. 7	AC Window	II - 25
Gambar 2. 8	AC Casette	II - 26
Gambar 2. 9	Standing Floor AC.....	II - 26
Gambar 2. 10	Jenis-Jenis Freon.....	II - 27
Gambar 2. 11	Refrigeran Musicool MC-22	II - 29
Gambar 3. 1	Sekolahan Islam Al-Azhar Pontianak	III - 1
Gambar 3. 2	Light Meter Lutron LX-105	III - 26
Gambar 3. 3	Diagram Alir.....	III - 31
Gambar 4. 1	Beberapa Lampu LED Philips yang Akan Dipilih	IV - 5

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Dasar Listrik untuk Keperluan Pelayanan Sosial	II - 7
Tabel 2. 2 Standar Bangunan IKE di Indonesia Berdasarkan ASEAN-USAID.....	
.....	II - 8
Tabel 2. 3 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional RI	II - 9
Tabel 2. 4 Tingkat Intensitas Cahaya pada SNI 6197-2011	II - 11
Tabel 2. 5 Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan.....	II - 13
Tabel 2. 6 Sistem Penerangan	II - 14
Tabel 2. 7 Efisiensi Penerangan	II - 17
Tabel 2. 8 Konversi Kapasitas AC	II - 22
Tabel 2. 9 Kriteria Tanda Hemat Energi Pada AC	II - 24
Tabel 3. 1 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2019 (Sebelum Covid-19)	
.....	III - 2
Tabel 3. 2 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2020 (Saat Covid-19).....	III - 3
Tabel 3. 3 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2021 (Saat Covid-19).....	III - 3
Tabel 3. 4 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2022 (Setelah Covid-19) ...	III - 4
Tabel 3. 5 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA..	III - 4
Tabel 3. 6 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA.....	
.....	III - 7
Tabel 3. 7 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA.....	
.....	III - 10
Tabel 3. 8 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA.....	
.....	III - 14
Tabel 3. 9 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK	III - 18
Tabel 3. 10 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK	III - 19
Tabel 3. 11 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK	III - 21
Tabel 3. 12 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 2 Gedung KB/TK	III - 24
Tabel 4. 1 Nilai IKE Awal pada Tahun 2019 Sebelum Covid-19	IV - 1
Tabel 4. 2 Perhitungan IKE pada Tahun 2020 Selama Covid-19	IV - 2
Tabel 4. 3 Perhitungan IKE pada Tahun 2021 Selama Covid-19	IV - 2

Tabel 4. 4	Perhitungan IKE pada Tahun 2022 Setelah Covid-19	IV - 3
Tabel 4. 5	Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak	IV - 8
Tabel 4. 6	Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refrige- ran Musicool MC-22	IV - 12
Tabel 4. 7	Hasil Perhitungan Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA Jika menggunakan AC yang Terpasang Saat ini	IV - 16
Tabel 4. 8	Data Hasil Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan Setiap Ru- angan pada Bangunan SMP dan SMA	IV - 18
Tabel 4. 9	Data Spesifikasi AC Inverter LG Dualcool.....	IV - 20
Tabel 4. 10	Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA Jika Mengguna- kan AC Inverter yang Direkomendasikan	IV - 22
Tabel 4. 11	Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung KB/TK Islam Al-Azhar Pontianak	IV - 25
Tabel 4. 12	Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refri- geran Musicool MC-22	IV - 28
Tabel 4. 13	Hasil Perhitungan Nilai COP dan EER pada Bangunan KB/TK Jika Menggunakan AC yang Terpasang Saat ini	IV - 29
Tabel 4. 14	Data Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan Setiap Ruangan pada Bangunan KB/TK.....	IV - 31
Tabel 4. 15	Nilai COP dan EER pada Bangunan KB/TK Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan.....	IV - 33
Tabel 4. 16	Banyak AC yang Terpasang pada Gedung SMP, SMA, KB/TK.....	IV - 39

DAFTAR ISTILAH

IKE	: Intensitas Konsumsi Energi Listrik
AC	: <i>Air Conditioner</i>
Btu/h	: <i>British thermal unit per hour</i>
PK	: Angka <i>Paard Kracht</i> atau Tenaga Kuda (<i>Horsepower</i>)
PHE	: Peluang Hemat Energi
SNI	: Standar Nasional Indonesia
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
BUMN	: Badan Usaha Milik Negara
YKIK	: Yayasan Kejayaan Islam Khatulistiwa
KB/TK	: Kelompok Bermain / Taman Kanak-Kanak
TL	: <i>Tubular Lamp</i>
SL/CFL	: <i>Compact Fluorescent Lamp</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
kWh	: Satuan ukur energi listrik (kilo Watt-hour)
EER	: <i>Energy Efficiency Ratio</i>
COP	: <i>Coefficient of Performance</i>
Efikasi	: Hasil bagi antara fluks <i>luminus</i> dengan daya suatu sumber cahaya
Lux	: Satuan ukur tingkat pencahayaan (<i>iluminans</i>)
Lumen	: Flux <i>luminus</i> atau flux cahaya dari suatu sumber cahaya
PE	: Penghematan Energi
<i>Payback Period</i>	: Waktu Pengembalian

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi yang sering dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik telah dimanfaatkan secara luas untuk mendukung berbagai aktivitas dalam berbagai bidang, misalnya pada bidang industri, pendidikan, kesehatan, dan lain-lain. Bangunan atau gedung-gedung besar, tentu membutuhkan energi listrik untuk mendukung berbagai fasilitas didalamnya, seperti untuk penerangan, pengkondisian udara, dan lain-lain. Ruang seperti pada perkantoran, telah banyak terpasang lampu sebagai penerangan, kipas angin, *airconditioner* (AC) sebagai pendingin udara, dan lain-lain. Tetapi, sebagian besar penerangan dan pendingin udara yang digunakan, masih menggunakan lampu dan AC produk keluaran lama yang tergolong boros. Padahal, penggunaan produk terbaru yang lebih efisien, dapat meminimalkan konsumsi daya listrik, sehingga diharapkan dapat mengurangi biaya pembayaran listrik. Pada bidang pendidikan, tentu memerlukan lampu dan AC sebagai penerangan dan pendingin udara untuk mendukung proses belajar-mengajar. Melakukan penghematan energi listrik pada sistem penerangan dan tata udara, tentu sangat menguntungkan bagi warga sekolah dan juga pemerintah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 70 tahun 2009 tentang konservasi energi dinyatakan bahwa pemanfaatan energi oleh pengguna sumber dan energi, wajib dilakukan secara hemat dan efisien [1]. Dari peraturan pemerintah tersebut, maka salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk penghematan energi adalah dengan melaksanakan audit energi untuk menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik, Peluang Hemat Energi (PHE), dan pada sistem penerangan dan tata udara dapat disesuaikan dengan SNI.

Dari uraian yang telah dipaparkan, maka penghematan penggunaan energi listrik merupakan tindakan yang sangat penting saat ini, terutama pada sistem penerangan dan tata udara, misalnya dibidang pendidikan, seperti pada Sekolah Islam Al-Azhar Pontianak. Langkah awal yang harus dilakukan adalah manajemen

energi dengan melaksanakan audit energi [1]. Oleh karena itu, maka disusunlah proposal penelitian untuk skripsi ini agar dapat dipertimbangkan mengenai pentingnya dilakukan analisis peluang hemat energi dengan audit energi pada sistem penerangan dan tata udara di sekolahan Islam Al-Azhar Pontianak, terutama pada bangunan ditingkat KB/TK, SMP, dan SMA-nya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka dalam proposal penelitian untuk skripsi ini, dibuatlah perumusan masalah mengenai perlunya dilakukan analisis peluang hemat energi dengan audit energi listrik pada bangunan KB/TK, SMP, dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak, antara lain :

1. Berapa besar IKE listrik per tahun pada bangunan tersebut berdasarkan data konsumsi energi listrik per bulan (kWh/bulan) dan data rekening pembayaran listrik 4 tahun sebelumnya (tahun 2019-2022) ?
2. Berapa besar prediksi konsumsi energi listrik yang dapat dihemat, jika hasil dari analisis Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem penerangan dan tata udara, diimplementasikan pada bangunan tersebut ?
3. Rekomendasi apa saja yang dapat dilakukan pada bangunan tersebut khususnya pada sistem penerangan dan tata udara, agar konsumsi energi listrik dapat lebih hemat dan efisien ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dibuatnya proposal penelitian untuk skripsi ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui besar IKE per tahun pada bangunan tersebut berdasarkan data konsumsi energi listrik per bulan (kWh/bulan) dan data rekening pembayaran listrik 4 tahun sebelumnya (tahun 2019-2022).
2. Untuk mengetahui besar prediksi konsumsi energi listrik yang dapat dihemat, jika hasil dari analisis Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem penerangan dan tata udara, diimplementasikan pada bangunan tersebut.
3. Merekomendasikan beberapa hal yang dapat dilakukan pada bangunan KB/TK, SMP, dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak, khususnya pada sistem penerangan dan tata udara, agar konsumsi energi listrik dapat lebih hemat dan efisien.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan tidak terlalu luas, maka penulis membatasi masalah. Pembatasan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Audit energi hanya dilakukan pada konsumsi energi listrik, khususnya pada sistem penerangan dan tata udara. Tata udara yang dimaksud adalah hanya *air conditioner* (AC).
2. Lokasi penelitian ini dilakukan pada dua gedung, yaitu gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak dan gedung SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak pada lantai 1 dan 2, sedangkan SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak pada lantai 3. Untuk gedung SD Islam Al-Azhar 21 Pontianak tidak dianalisis dalam penelitian ini.
3. Data konsumsi energi listrik minimal 4 tahun sebelumnya (2019 - 2022).

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penelitian terdahulu, energi listrik, konservasi energi, audit energi, tarif dasar listrik, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), jumlah konsumsi energi listrik per hari, Peluang Hemat Energi (PHE), penghematan energi, sistem penerangan, sistem tata udara, dan perhitungan *payback period*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tempat dan waktu penelitian, gambaran umum tempat penelitian, alat dan bahan, metode penelitian, variabel atau data penelitian, prosedur penelitian, analisa hasil, dan diagram alir.

BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN

Bab ini berisikan perhitungan IKE, perhitungan sistem penerangan pada gedung SMP dan SMA, perhitungan sistem tata udara pada gedung SMP dan SMA, perhitungan sistem penerangan pada gedung KB/TK, perhitungan sistem tata udara pada gedung KB/TK, perhitungan penghematan konsumsi energi listrik, dan perhitungan *payback period*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan observasi dan hasil dan analisis yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah beberapa skripsi atau jurnal terdahulu yang membahas tentang audit energi dan dapat dijadikan sebagai bahan penyusunan, sekaligus bahan pembanding dalam penelitian ini.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Anggun Rahmawati, mahasiswa Universitas Tanjungpura, Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2020 dengan judul *“Evaluasi Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik dan Upaya Menghemat Penggunaan Energi Listrik di SMP Negeri 03 Sungai Raya”* yang membahas tentang berapa besar penggunaan energi listrik dan Peluang Hemat Energi (PHE) pada bangunan SMP Negeri 03 Sungai Raya. Dari perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE), diketahui bahwa 31 ruangan termasuk kategori Sangat Efisien, 5 ruangan termasuk kategori Efisien, 1 ruangan termasuk kategori Cukup Efisien, 1 ruangan termasuk kategori Agak Boros, dan 2 ruangan termasuk Sangat Boros.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Shalahuddin Miqradd, mahasiswa Universitas Tanjungpura, Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2020 dengan judul *“Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik dengan Audit Energi”* yang membahas tentang berapa besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem penerangan dan pengkondisian udara di gedung Rumah Sakit Untan Pontianak. Dari perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun pada gedung Rumah Sakit Untan Pontianak masih tergolong Efisien, yaitu sebesar 238,78 kWh/m² per tahun menurut standar ASEAN-USAID, walaupun sistem penerangan masih banyak menggunakan lampu TL neon 36 watt.

Penelitian yang dilakukan oleh Gusnaldi, mahasiswa Universitas Tanjungpura, Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2021 dengan judul *“Analisis Audit Energi pada Gedung Dinas Perhubungan dan Lingkungan Hidup Kabupaten Mempawah”* yang membahas tentang berapa besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem penerangan dan pengkondisian udara di gedung Dinas Perhubungan dan Lingkungan Hidup Kabupaten Mempawah. Berdasarkan data rekening listrik tahun 2016-2020, gedung

DLPH Kabupaten Mempawah memiliki nilai IKE yang masih tergolong efisien menurut standar ASEAN-USAID, walaupun masih banyak menggunakan lampu neon. Jika dilakukan pergantian ke lampu LED, maka prediksi konsumsinya mengalami penurunan sebesar 35% pada sistem penerangannya. Untuk sistem pengkondisian udara disarankan mengganti refrigerannya ke refrigeran *musicool*, dimana prediksi konsumsinya mengalami penurunan sebesar 15% pada sistem pengkondisian udaranya.

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Muchlis Ansor, mahasiswa Universitas Tanjungpura, Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2022 dengan judul “*Analisis Audit Energi Sistem Pencahayaan dan Tata Udara di Universitas Muhammadiyah Pontianak*” yang membahas tentang berapa besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Peluang Hemat Energi (PHE) pada sistem penerangan dan tata udara di Gedung Teori Bersama Universitas Muhammadiyah Pontianak. Hasil dari penelitian ini adalah besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada tahun 2018, 2019, dan 2020-Agustus 2021 masih tergolong efisien menurut standar ASEAN-USAID. Sistem penerangan pada lantai 1 sudah menggunakan lampu LED, sedangkan pada lantai 2 sampai 8 masih menggunakan lampu CFL (SL). Jika dilakukan pergantian ke lampu LED, maka perhitungan konsumsinya menjadi 16.013,52 kWh/tahun. Untuk sistem pengkondisian udara disarankan mengganti refrigerannya ke refrigeran *musicool*, dimana prediksi konsumsinya akan mengalami penurunan sebesar 17,23%.

Penelitian yang dilakukan oleh Febry Andhika Surya, mahasiswa Universitas Tanjungpura, Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2022 dengan judul “*Audit Energi Sistem Pencahayaan dan Tata Udara pada Kantor Bupati Bengkayang*” yang membahas tentang berapa besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Peluang Hemat Energi (PHE), *Bill Saving*, dan *Payback Period* di Kantor Bupati Bengkayang pada sistem penerangan dan sistem tata udaranya. Nilai IKE berdasarkan data rekening listrik tahun 2018-2020 sebesar 92,98 kWh/m² per tahun, dimana masih efisien jika mengacu pada standar menurut ASEAN-USAID. Penghematan konsumsi energi listrik setelah pergantian ke lampu LED sebesar 2.314,9 kWh/tahun. Pergantian ke lampu LED dan AC Konvensional menjadi AC Inverter, maka akan memberikan keuntungan dengan *Annual Saving* sebesar RP. 1.399.723.348,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Agung Wicaksono, mahasiswa Universitas Tanjungpura, Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2022 dengan judul “*Audit Energi dan Peluang Hemat Energi Listrik di Sekolah Dasar Islam Al Azhar 21 Pontianak*” yang membahas tentang berapa besar Intensitas Konsumsi Energi dan Peluang Hemat Energi di Sekolah Dasar Islam Al Azhar 21 Pontianak pada tahun 2019. Dari perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE), diketahui bahwa Sekolah tersebut masih tergolong efisien pada tahun 2019. Selisih konsumsi energi listrik sebelum dan setelah dilakukan PHE sebesar 7.614,484 kWh/m² per tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh Syahri, pada tahun 2015 dengan judul “*Audit Energi Listrik Di SMK Negeri 2 Pontianak*” yang membahas berapa besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Peluang Hemat Energi (PHE) pada gedung SMKN 2 Pontianak. Berdasarkan audit energi awal, ada 2 gedung tanpa AC, yaitu gedung praktek teknik otomotif dan listrik masih melebihi standar IKE departemen pendidikan Nasional Indonesia, sehingga perlu dilakukan audit energi rinci. Berdasarkan hasil audit energi rinci, diperoleh harga IKE gedung praktik teknik otomotif dan listrik berturut-turut sebesar 2,77 kWh/m² perbulan dan 2,95 kWh/m² perbulan, sehingga IKE termasuk kategori Efisien. Rekomendasi PHE dengan melakukan penggantian lampu ke CFL atau LED, maka penghematan yang diperoleh sebesar 1.912,03 kWh/bulan.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka terdapat beberapa perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, selain waktu dan tempat penelitian, yaitu dalam penelitian ini :

- Dilakukan perhitungan untuk menghitung jumlah lampu yang diperlukan berdasarkan fungsi dan ukuran ruangan.
- Menghitung luas keseluruhan bangunan secara manual, yang mana luas keseluruhan bangunan ini sangat berpengaruh terhadap penggolongan kategori IKE listrik pada suatu bangunan.
- Menggunakan acuan SNI 6196-2011, SNI 6197-2011, dan SNI 6390-2011.
- Data yang diambil adalah 4 tahun sebelumnya (tahun 2019-2022) yaitu dari sebelum pandemi Covid-19 sampai dengan setelah pandemi Covid-19.
- Desain gambar menggunakan Microsoft Visio dan Autocad.

- Jika jumlah lampu yang diusulkan (direkomendasikan) melebihi jumlah lampu dari keadaan awal, maka diadakan perhitungan untuk menentukan spesifikasi lampu yang dibutuhkan.
- Jika terdapat rekomendasi untuk penggantian AC, maka akan diadakan perhitungan untuk menghitung kapasitas AC yang dibutuhkan berdasarkan ukuran ruangan, sehingga didapatkan jumlah dan spesifikasi AC yang diperlukan.
- Selain itu, pada penelitian ini juga akan dilakukan perhitungan dari beberapa metode yang dianggap penting dari penelitian sebelumnya, seperti perhitungan EER (*Energy Efficiency Ratio*), COP (*Coefficient of Performance*), dan perhitungan *Payback Period*.

2.2 Energi Listrik

Energi listrik adalah salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik, dimana energi ini tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, mendinginkan, dan lain-lain [8]. Energi listrik dalam kehidupan sehari-hari dimanfaatkan untuk keperluan peralatan rumah tangga, instansi pendidikan, dan untuk menunjang kebutuhan konsumsi lainnya [1]. Satuan pokok energi listrik adalah Joule, satuan lain adalah kWh (kiloWattjam) [8].

2.3 Konservasi Energi

Konservasi energi adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan [10]. konservasi energi bangunan gedung adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya tanpa mengorbankan tuntutan kenyamanan manusia dan/atau menurunkan kinerja alat [9]. Jadi, energi ditunjukkan untuk mendapatkan tingkat efisien dari penggunaan listrik yang digunakan oleh masyarakat, industri, dan instansi [1].

2.4 Audit Energi

Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi [9].

Audit energi adalah suatu analisis terhadap konsumsi energi dalam sebuah sistem yang menggunakan energi, seperti gedung bertingkat, pabrik, dan sebagainya. Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk mengidentifikasi jenis dan besaran energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri atau bangunan dan mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Hasil dari audit energi adalah laporan tentang bagian yang mengalami pemborosan energi. Sasaran dari audit energi adalah mencari solusi untuk mengurangi konsumsi energi dan mengurangi biaya operasi. Umumnya bentuk energi yang diaudit adalah energi listrik dan energi dalam bentuk bahan bakar. Monitoring pemakaian energi secara teratur merupakan keharusan untuk mengetahui besarnya energi yang digunakan pada setiap bagian operasi selama selang waktu tertentu. Dengan demikian usaha-usaha penghematan dapat dilakukan [6].

Kebijakan pemerintah mengenai penghematan energi dalam Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Air, menginstruksikan instansi pemerintah, BUMN, BUMD, pemerintah daerah, masyarakat, dan perusahaan swasta untuk melaksanakan program dan kegiatan penghematan energi dan air. Undang-Undang Energi Pasal 1 ayat 23 berbunyi bahwa konservasi energi merupakan upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Efisiensi energi adalah perbandingan antara pasokan energi (*input*) dengan manfaat hasil kerja dari energi tersebut (*output*). Kegiatan audit energi ini juga merupakan salah satu tindak lanjut dari Peraturan Pemerintah No. 70 tahun 2009 Pasal 12 tentang konservasi energi yang berisi [1] :

1. Pemanfaatan energi oleh pengguna sumber energi dan pengguna energi wajib dilakukan secara hemat dan efisien
2. Pengguna sumber energi dan pengguna energi yang menggunakan sumber energi atau energi lebih besar atau sama dengan 6.000 setara ton minyak per tahun wajib melakukan konservasi energi melalui manajemen energi.

3. Manajemen energi yang dimaksud dengan menunjuk manajer energi, menyusun program konservasi energi melaksanakan audit energi secara berkala, melaksanakan rekomendasi hasil audit energi dan melaporkan pelaksanaan konservasi energi setiap tahun kepada Menteri, Gubernur, atau Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangan masing-masing.

2. 4. 1 Audit Energi Singkat (*Walk Through Audit*)

Audit energi singkat merupakan kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia dan observasi, perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) dan kecenderungannya, potensi penghematan energi dan penyusunan laporan audit [9].

2. 4. 2 Audit Energi Awal (*Preliminary Audit*)

Audit energi awal adalah kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, observasi dan pengukuran sesaat, perhitungan IKE dan kecenderungannya, potensi penghematan energi dan penyusunan laporan audit [9]. Perbedaan audit energi singkat dengan audit energi awal adalah pada audit energi singkat tidak memerlukan atau tidak melakukan pengukuran secara langsung pada peralatan/beban listrik yang terpasang, dengan alat ukur listrik.

2. 4. 3 Audit Energi Terinci (*Detail Audit*)

Audit energi rinci adalah kegiatan audit energi yang dilakukan jika nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan, meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, observasi dan pengukuran lengkap, perhitungan IKE dan kecenderungannya, potensi penghematan energi, analisis teknis dan finansial serta penyusunan laporan audit [9]. Analisis data yang dapat dilakukan, yaitu sebagai berikut ini [1] :

1. Perhitungan efisiensi dan profil pada penggunaan energi listrik, yaitu :
 - a. Hitung rincian penggunaan energi pada objek yang diteliti.
 - b. Hitung IKE (kWh/m^2 per bulan) dan indeks konsumsi energi.
 - c. Hitung kinerja operasi actual (rata-rata).

2. Analisis data yang telah dilakukan pengukuran.
3. Analisis finansial hemat energi.

2.5 Tarif Dasar Listrik

Penentuan tarif daya listrik yang dipergunakan adalah dengan melihat tarif pembayaran rekening listrik bulanan (struk pembayaran tagihan listrik) dan mengacu kepada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 28 Tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).

Tabel 2. 1 Dasar Listrik untuk Keperluan Pelayanan Sosial

No.	Gol. Tarif	Batas Daya	Reguler		Pra Bayar (Rp/kWh)
			Biaya Beban (Rp/kVA/bulan)	Biaya Pemakaian (Rp/ kWh) dan biaya kVarh (Rp/ kVarh)	
1.	S-1/TR	220 VA	-	Abonemen per bulan (Rp) : 14.800	-
2.	S-2/TR	450 VA	10.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 123 Blok II : diatas 30 kWh s.d. 60 kWh : 265 Blok III : diatas 60 kWh : 360	325
3.	S-2/TR	900 VA	15.000	Blok I : 0 s.d. 20 kWh : 200 Blok II : diatas 20 kWh s.d. 60 kWh : 295 Blok III : diatas 60 kWh : 360	455
4.	S-2/TR	1.300 VA	*)	708	708
5.	S-2/TR	2.200 VA	*)	760	760
6.	S-2/TR	3.500 VA s.d. 200 kVA	*)	900	900
7.	S-3/TM	Diatas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times P \times 735$ Blok LWBP = $P \times 735$ kVarh = 925 ***)	

Catatan :

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

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

Tabel 2. 1 Dasar Listrik untuk Keperluan Pelayanan Sosial (Lanjutan)

***) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).	
K	: Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).
P	: Faktor pengali untuk pembeda antara S-3 bersifat sosial murni dengan S-3 bersifat sosial komersial.
Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial murni	P = 1
Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial komersial	P = 1,3
Kategori S-3 bersifat sosial murni dan S-3 bersifat sosial komersial ditetapkan oleh Direksi PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dengan mempertimbangkan kemampuan bayar dan sifat usahanya.	
WBP	: Waktu beban puncak
LWBP	: Luar waktu beban puncak

Sumber : Peraturan Menteri ESDM No. 28 Tahun 2016

Daya yang terpasang pada gedung KB/TK, SMP, dan SMA Islam Al-Azhar berturut-turut sebesar 4.400 VA, 22.5 kVA, dan 105 kVA. Jika mengacu pada data tarif tenaga listrik di atas, maka ketiga bangunan tersebut termasuk konsumen pada golongan tarif S-2/TR dengan perkiraan biaya listriknya sekitar Rp 900,- per kWh.

2. 6 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas konsumsi energi (IKE) adalah istilah yang biasa digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Energi yang dimaksud adalah energi listrik. Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi selama periode tertentu dengan luas bangunan. Satuannya kWh/m² per tahun dan pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai negara antara lain ASEAN dan APEC. Nilai dari IKE dinyatakan dengan rumus, yaitu [2] :

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Tabel 2. 2 Standar IKE Bangunan di Indonesia Berdasarkan ASEAN-USAID

No.	Jenis Gedung	Standar IKE (kWh/m ² per tahun)
1.	Perkantoran (Komersial)	240
2.	Pusat Perbelanjaan	330
3.	Hotel dan Apartemen	300
4.	Rumah Sakit	380

Sumber : ASEAN-USAID [2]

Tabel 2. 3 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional RI

No	Kriteria	IKE pada Ruangan AC (kWh/m ² per Bulan)	IKE pada Ruangan Non-AC (kWh/m ² per Bulan)
1.	Sangat Efisien	4,17 - 7,92	0,84 - 1,67
2.	Efisien	7,92 - 12,08	1,67 - 2,5
3.	Cukup Efisien	12,08 - 14,58	-
4.	Sedikit Boros	14,58 - 19,17	-
5.	Boros	19,17 - 23,75	2,5 - 3,34
6.	Sangat Boros	23,75 - 37,75	3,34 - 4,17

Sumber : Departemen Pendidikan Nasional RI [6]

2. 7 Jumlah Konsumsi Energi Listrik Per Hari

Jumlah konsumsi energi listrik per hari, baik pada sistem penerangan maupun tata udaranya dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$\text{Energi/hari} = \frac{P \times t \times n}{1000} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : P = Daya (kWh)

t = Waktu Pemakaian (Jam)

n = Banyaknya beban listrik

2. 8 Peluang Hemat Energi (PHE)

Apabila perhitungan IKE awal telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi peluang hemat energi. Jika besarnya IKE awal dari hasil perhitungan ternyata sama atau kurang dari IKE target, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau dapat diteruskan untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Jika hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci guna memperoleh penghematan energi [30]. Perhitungannya peluang hemat energi dapat dilakukan dengan rumus :

$$\text{PHE} = \Delta \text{IKE} \times \Delta \text{Area} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana : $\Delta \text{IKE} = \text{IKE yang terjadi} - \text{Target IKE (kWh/m}^2 \text{ per bulan)}$

$\Delta \text{Area} = \text{luas ruangan (m}^2\text{)}$

Apabila peluang hemat energi telah diidentifikasi, selanjutnya perlu ditindaklanjuti dengan analisis peluang hemat energi yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni. Analisis peluang hemat energi dapat dilakukan dengan usaha, antara lain [10] :

- Menekan penggunaan energi hingga sekecil mungkin (mengurangi daya terpasang/terpakai dan jam operasi).
- Memperbaiki kinerja peralatan.
- Menggunakan sumber energi yang murah.

2. 9 Penghematan Energi

Penghematan energi adalah suatu usulan dalam sistem pemanfaatan energi untuk mengurangi jumlah energi yang dipakai oleh konsumen. Untuk melakukan penghematan energi dapat dilakukan dengan menggunakan produk yang hemat daya [1]. Penghematan energi pada suatu bangunan harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni [6]. Rumusnya yaitu [1]:

$$PE = PEA - EU \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana : PE = Penghematan Energi (kWh)

PEA = Besarnya penggunaan Energi yang ada (kWh)

EU = Besarnya Energi yang diusulkan (kWh)

2. 10 Sistem Penerangan

Audit energi pada sistem penerangan bertujuan untuk mengetahui tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan, apakah sudah sesuai dengan SNI 6197-2011 mengenai konservasi energi pada sistem pencahayaan atau belum. Sistem pencahayaan terbagi menjadi dua, yaitu :

- Pencahayaan alami pencahayaan yang berasal dari sumber alam, pada umumnya dikenal sebagai cahaya matahari.
- Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya buatan manusia (selain dari cahaya alami). Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat kebutuhan pencahayaan alami tidak mencukupi untuk menerangi sebuah ruang.

Tabel 2. 4 Tingkat Intensitas Cahaya pada SNI 6197-2011

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm < 3300 Kelvin	Warm white 3300 Kelvin ~5300 Kelvin	Cool Daylight > 5300 Kelvin
Rumah Tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	250	1 atau 2	♦		
Ruang Kerja	300	1		♦	♦
Kamar Tidur	250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar Mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
Perkantoran :					
Ruang resepsionis	300	1 atau 2	♦	♦	
Ruang direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang parkir	100	3 atau 4			♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦

Tabel 2. 4 Tingkat Intensitas Cahaya pada SNI 6197-2011 (Lanjutan)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm < 3300 Kelvin	Warm white 3300 Kelvin ~5300 Kelvin	Cool Daylight > 5300 Kelvin
Ruang tangga darurat	150	1 atau 2			♦
Lembaga pendidikan :					
Ruang kelas	350	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang praktek komputer	500	1 atau 2		♦	♦
Ruang labora-torium bahasa	300	1 atau 2		♦	♦
Ruang guru	300	1 atau 2		♦	♦
Ruang olahraga	300	2 atau 3		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	
Hotel dan restoran :					
Ruang resepsi-onis dan kasir	300	1 atau 2	♦	♦	
Lobi	350	1	♦	♦	
Ruang serba guna	200	1	♦	♦	
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang makan	250	1	♦	♦	
Kamar tidur	150	1 atau 2	♦		
Koridor	100	1	♦	♦	
Dapur	300	1	♦	♦	
Rumah Ibadah :					
Masjid	200	1 atau 2		♦	
Gereja	200	1 atau 2		♦	
Vihara	200	1 atau 2		♦	

Sumber : Badan Standarisasi Nasional SNI 6197-2011

Catatan : Tanda ♦ artinya dapat digunakan.

Kelompok renderasi warna (1, 2, 3 dan 4), yaitu :

- Kelompok 1 : Ra indeks 81% ~ 100%
- Kelompok 2 : Ra indeks 61% ~ 80%
- Kelompok 3 : Ra indeks 40% ~ 60%
- Kelompok 4 : Ra indeks < 40%.

Tabel 2. 5 Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan

Fungsi Ruangan	Daya Pencahayaan Maksimum (W/m²) (Termasuk Rugi-Rugi Ballast)
Perkantoran :	
Ruang resepsionis	13
Ruang direktur	13
Ruang kerja	12
Ruang komputer	12
Ruang rapat	12
Ruang gambar	20
Gudang arsip tidak aktif	6
Ruang arsip aktif	12
Ruang tangga darurat	4
Ruang parkir	4
Lembaga pendidikan :	
Ruang kelas	15
Perpustakaan	11
Laboratorium	13
Ruang praktek komputer	12
Ruang laboratorium bahasa	13
Ruang guru	12
Ruang olahraga	12
Ruang gambar	20
Kantin	8

Tabel 2. 5 Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan (Lanjutan)

Hotel dan restoran :	
Ruang resepsionis dan kasir	12
Lobi	12
Ruang serba guna	8
Ruang rapat	10
Ruang makan	9
Kafetaria	8
Kamar tidur	7
Koridor	5
Dapur	10

Sumber : Badan Standarisasi Nasional SNI 6197-2011

Berdasarkan pembagian flux cahayanya oleh sumber cahaya dan armatur yang digunakan, dapat dibedakan sistem-sistem penerangan di bawah ini [24].

Tabel 2. 6 Sistem Penerangan

Sistem Penerangan	Langsung ke bidang kerja
a. Penerangan langsung	90 – 100 %
b. Terutama penerangan langsung	60 – 90 %
c. Penerangan campuran/baur (difus)	40 – 60 %
d. Terutama penerangan tidak langsung	10 – 40 %
e. Penerangan tidak langsung	0 – 10 %

Sumber : Panduan Teknik Penerangan Bangunan Dan Gedung

- Penerangan langsung : cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya, seluruhnya diarahkan ke bidang yang harus diberikan penerangan, langit-langit hampir tidak berperan.
- Terutama penerangan langsung : sejumlah kecil cahaya dipancarkan ke atas.
- Penerangan baur/merata : sebagian cahaya dari sumber-sumber cahaya diarahkan ke dinding dan langit.

- Terutama penerangan tidak langsung : sebagian besar cahaya dari sumber-sumber cahaya diarahkan ke atas.
- Penerangan tidak langsung : cahayanya dipantulkan oleh langit-langit dan dinding-dinding.

2. 10. 1 Menghitung Penerangan Dalam

Perbandingan antara intensitas penerangan minimum dan maksimum pada bidang kerja sekurang-kurangnya = 0,7. Perbandingan dengan sekelilingnya sekurang-kurangnya = 0,3.

2. 10. 1. 1 Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan ditentukan oleh tempat dimana pekerjaan akan dilakukan dan sifat pekerjaan.

2. 10. 1. 2 Efisiensi Penerangan

$$\eta = \frac{\phi_g}{\phi_0} = \frac{E \times A}{\phi_0} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana : ϕ_0 = Flux cahaya yang dipancarkan oleh semua sumber cahaya yang ada dalam ruangan (lm)

ϕ_g = Flux cahaya berguna yang mencapai bidang kerja, langsung atau tidak langsung setelah dipantulkan oleh dinding dan langit-langit (lm)

η = Efisiensi Penerangan

E = Flux cahaya pada bidang kerja yang dipancarkan oleh semua sumber cahaya yang ada dalam ruangan (lux)

A = Luas bidang kerja (m²)

Untuk menentukan efisiensinya harus diperhitungkan :

- a. Efisiensi armaturnya (η), Perbandingan antara flux cahaya yang dipancarkan oleh armatur dan flux cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya.
- b. Faktor refleksi dinding (r_w), faktor refleksi langit-langit (r_p), dan faktor refleksi bidang pengukurannya (r_m). Faktor-faktor refleksi ditentukan berdasarkan warna dinding dan langit-langit ruangan :

- Warna putih dan warna sangat muda = 0,7
- Warna muda = 0,5
- Warna sedang = 0,3
- Warna gelap = 0,1
- Khusus faktor refleksi bidang pengukuran (r_m) ditetapkan = 0,1.

➤ Pengaruh Warna Dinding terhadap Luminan Cahaya

Stein dan Reynolds (1992) menyatakan bahwa dalam sistem warna *Munsell*, *brilliance* (*value*) dari suatu pigmen atau perwarnaan berhubungan dengan reflektansinya terhadap cahaya. *Brilliance/value* yang lebih tinggi, faktor reflektansinya juga lebih tinggi. Saat warna putih ditambahkan ke suatu pigmen, hasilnya adalah *tint* (warna lebih muda), sedangkan penambahan warna hitam menghasilkan suatu *shade* (warna yang lebih gelap) [34].

IES *Lighting Handbook* (1984) menyatakan bahwa dinding dan langit-langit yang terang, baik netral maupun berwarna, lebih efisien daripada dinding gelap dalam menghemat energi dan mendistribusikan cahaya secara merata [34].

Laksono (1998) menambahkan bahwa hasil pencampuran warna menunjukkan gejala yang berbeda pada bidang pencampuran warna, seperti pada cat. Dengan pencampuran bahan perwarna (cat), warna merah dapat dihasilkan dengan cat warna primer magenta dan cat warna primer *yellow*. Mencampurkan dua atau lebih cat berwarna pada hakikatnya adalah mengurangi intensitas dan jenis warna cahaya yang dapat terpantul kembali oleh cat tersebut. Warna-warna utama dalam cat kemudian disebut dengan warna-warna primer subtraktif [34].

c. Indeks ruangan atau indeks bentuk (k)

$$k = \frac{p \times l}{h \cdot (p + l)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana : p = Panjang ruangan (m)

l = Lebar ruangan (m)

h = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m)

Bidang kerja umumnya diambil 80 cm – 90 cm di atas lantai.

Tabel 2. 7 Efisiensi Penerangan

Efisiensi penerangan untuk keadaan baru												Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan		
Armatur penerangan semi langsung	V %	k	rp 0,7			rp 0,5			rp 0,3					
			rw 0,5	rw 0,3	rw 0,1	rw 0,5	rw 0,3	rw 0,1	rw 0,5	rw 0,3	rw 0,1	1 thn	2 thn	3 thn
			rm 0,1			rm 0,1			rm 0,1					
	22 ↑ 87 ↓ 65	0,5	0,32	0,26	0,22	0,29	0,24	0,21	0,27	0,23	0,20	Pengotoran ringan		
		0,6	0,37	0,31	0,27	0,35	0,30	0,26	0,32	0,28	0,25	0,90	0,80	0,75
		0,8	0,46	0,41	0,36	0,43	0,38	0,35	0,40	0,36	0,33			
		1,0	0,53	0,48	0,44	0,49	0,45	0,42	0,46	0,42	0,39			
		1,2	0,58	0,52	0,48	0,54	0,49	0,46	0,50	0,46	0,43	Pengotoran sedang		
		1,5	0,62	0,58	0,54	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	0,48	0,80	0,75	0,70
		2,0	0,68	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	0,58	0,55	0,53			
		2,5	0,71	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60	0,61	0,59	0,57			
		3,0	0,73	0,70	0,67	0,68	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59	Pengotoran berat		
		4,0	0,76	0,74	0,71	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62	x	x	x
		5,0	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64			

Sumber : P. Van Harten, 2002, 44 [25]

2. 10. 1. 3 Faktor Depresiasi

Jika tingkat pengotorannya tidak ditentukan, maka digunakan faktor depresiasi = 0,8. Faktor depresiasi terdiri atas 3 golongan utama :

1) Pengotoran ringan

Terjadi di toko-toko, kantor-kantor, dan gedung-gedung sekolah yang berada di daerah-daerah yang hampir tidak berdebu.

2) Pengotoran berat

Terjadi di ruangan-ruangan dengan banyak debu atau pengotoran lainnya. Misalnya di pabrik-pabrik cor, pertambangan, pemintalan, dan sebagainya.

3) Pengotoran biasa

Terjadi di perusahaan-perusahaan lainnya.

2. 10. 1. 4 Penentuan Jumlah Lampu

$$n_{Lampu} = \frac{\phi_0}{\phi_{tiap\ Lampu}} = \frac{E \times A}{\phi_{tiap\ Lampu} \times \eta \times d} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana : n_{Lampu} = Jumlah lampu

ϕ_0 = Flux cahaya keseluruhan dalam ruangan (lm)

$\phi_{tiap\ Lampu}$ = Flux cahaya setiap lampu (lm)

A = Luas ruangan (m²)

E = Intensitas penerangan yang diperlukan (lux)

d = Faktor depresiasi

2. 10. 2 Jenis-Jenis Lampu Sebagai Sumber Penerangan Buatan

Berikut ini beberapa jenis lampu yang biasa digunakan pada bangunan gedung sebagai sumber penerangan buatan.

1. Lampu Pijar (*Incandescent*)



Gambar 2. 1 Lampu Pijar

Sumber : *Google Image*

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan dari penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi [7]. Pembuatan lampu pijar juga didasarkan beberapa faktor yaitu temperature filament, campuran gas yang diisi, dan umur lampu. Lampu ini jarang digunakan karena dianggap boros dalam konsumsi energi listrik.

2. Lampu Halogen



Gambar 2. 2 Lampu Halogen

Sumber : *Google Image*

Lampu halogen adalah lampu pijar (*incandescent*) yang ditambahkan gas halogen (*iodine, klorine, bromide*). Karena panas yang tinggi dari filamen yang berpijar maka halogen dengan prinsip siklus regeneratif mencegah penghitaman lampu. Lampu halogen mempunyai umur lebih panjang dan efisiensi lebih tinggi dibandingkan lampu pijar ($\pm 20\% \sim 50\%$) [10]. Lampu ini dibuat untuk mengatasi

masalah ukuran fisik dan struktur yang dihadapi lampu pijar dalam penggunaannya untuk lampu sorot, lampu “*side projector*” dan lampu proyektor film. Walaupun lampu ini memiliki tingkat kecahayaan yang lebih tinggi dari pada lampu pijar biasa, tetapi lampu ini memiliki kekurangan, yaitu kebutuhan daya atau konsumsi listrik yang lebih tinggi dibandingkan lampu pijar biasa [1].

3. Lampu Pendar/ Fluoresen



Gambar 2. 3 Lampu Fluoresen jenis TL dan CFL

Sumber : *Google Image*

Lampu fluoresen terdiri dari tabung kaca yang tersekat, dilapisi warna putih, dan di dalamnya diisi dengan gas *inert* dan sedikit merkuri. Jenis yang umum adalah lampu fluoresen dan lampu fluoresen kompak. Semua lampu fluoresen membutuhkan *ballast* untuk menyalakan (*start*) dan mengontrol proses pencahayaan. Efisiensi lampu fluoresen melebihi lampu pijar hingga 5-8 kali, tergantung pada sistem pencahayaan. Lampu fluoresen membutuhkan investasi tinggi (sampai 10 kali), tetapi umur pemakaiannya 10-15 kali lebih lama. Lampu fluoresen memberikan indeks Renderisasi (Ra) mulai 60% sampai 85% [10].

Lampu fluoresen dikenal dalam dua bentuk utama. Yang pertama berbentuk tabung panjang disebut lampu TL (*tubular lamp*) atau lampu neon. Umur pemakaian lampu neon akan berkurang jika sering menyalakan dan mematikan lampu. Yang kedua berukuran lebih kecil dengan tabung ditekuk menyerupai spiral yang disebut lampu CFL (*compact fluorescent lamp*) atau sering juga disebut lampu SL. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, efisiensi pencahayaan diode cahaya atau lebih dikenal dengan lampu LED mulai setara dengan efisiensi pencahayaan lampu pendar walaupun harus dalam kondisi tertentu [15].

4. Lampu LED (*Light Emitting Diode*)



Gambar 2. 4 Lampu LED

Sumber : *Google Image*

Lampu LED adalah produk diode pancaran cahaya (LED) yang disusun menjadi sebuah lampu. Lampu LED memiliki usia pakai dan efisiensi listrik beberapa kali lipat lebih baik daripada lampu pijar dan tetap jauh lebih efisien daripada lampu neon. Lampu LED hanya membutuhkan energi sebesar 10% dari energi yang dibutuhkan oleh lampu pijar. Tidak seperti lampu pijar dan lampu neon, lampu LED akan menghasilkan terang sepenuhnya tanpa perlu waktu pemanasan (*warm-up*). Biaya awal lampu LED umumnya lebih mahal. Degradasi pewarna LED dan material pembungkus mengurangi keluaran cahaya seiring berjalannya waktu [16].

2. 10. 3 Luminer/Reflektor

Selain lampu, elemen yang paling penting dalam pencahayaan adalah reflektor. Reflektor berdampak pada banyaknya cahaya lampu yang mencapai pada area yang diteranginya. Reflektor biasanya menyebar (dilapisi cat atau bubuk putih sebagai penutup) atau dengan specular (seperti kaca). Tingkat pemantulan bahan reflektor dan bentuknya berpengaruh terhadap efektifitas dan efisiensi fitting. Reflektor optik kaca tidak boleh digunakan di dalam peralatan yang terbuka karena kemungkinan akan terkena debu [1].



Gambar 2. 5 Reflektor Lampu

Sumber : *Google Image*

2. 11 Sistem Tata Udara

Tujuan dari pengadaan suatu sistem tata udara dalam suatu ruangan adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembapan, kebersihan, dan distribusi udara yang dapat dipertahankan sesuai keadaan yang diharapkan. Ada dua sistem tata udara, yaitu alami dan buatan. Sistem tata udara alami, yaitu hanya mengandalkan tata ruang dan aliran udara sekitar bangunan gedung. Sistem tata udara buatan digunakan untuk mengendalikan kondisi termal, kualitas, dan sirkulasi udara sesuai yang diinginkan, biasanya menggunakan AC (*air conditioner*) sebagai pendingin ruangan dan paling banyak digunakan di Negara-negara tropis seperti Indonesia [2].

AC atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan pada saat menentukan kebutuhan AC pada suatu ruangan, yaitu daya pendingin AC (BTU/h), daya listrik (Watt), dan angka PK (*Paard Kracht* atau Tenaga Kuda/ *Horsepower*) pada AC [2].

$$\text{Kapasitas AC (Btu/h)} = \frac{p \times l \times 500}{2} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana : p = Panjang Ruangan (meter)

l = Lebar Ruangan (meter)

t = Tinggi Ruangan (meter)

Tabel 2. 8 Konversi Kapasitas AC

<i>British Thermal Unit</i> (BTU/h)	Angka <i>Paard Kracht</i> (PK)
± 5000	1/2

Tabel 2. 8 Konversi Kapasitas AC (Lanjutan)

<i>British Thermal Unit (BTU/h)</i>	<i>Angka Paard Kracht (PK)</i>
± 7000	3/4
± 9000	1
± 12000	1,5
± 18000	2
± 35000	3
± 45000	5

Sumber : Catalog Daikin [2]

Efisiensi sebuah mesin pendingin sering dinyatakan dengan istilah COP (*Coefficient of Performance*) ataupun EER (*Energy Efficiency Ratio*). COP didefinisi sebagai perbandingan laju kalor yang dikeluarkan dengan laju energi yang harus dimasukkan ke sistem. COP berbanding terbalik dengan biaya operasional, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi lebih rendah. EER merupakan indikator efisiensi energi dinyatakan dengan perbandingan antara Btu/h yang dihasilkan AC dengan tenaga listrik watt yang digunakan [2].

$$COP = \frac{Q_e (kW)}{W_e (kW)} \dots \dots \dots (2.9) \quad \text{dan} \quad EER = \frac{Btu/h}{W} \times n \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

Q_e = kapasitas pendingin (kW) Btu/h = kapasitas pendingin AC

W_e = daya input compressor (kW) W = energi listrik (Watt)

n = Banyaknya AC yang Terpasang

Semakin tinggi angka EER, maka semakin efisien penggunaan energinya. AC dengan EER sama atau lebih besar dari 10 (sepuluh) untuk kondisi saat ini dianggap sudah efisien [2].

Tabel 2. 9 Kriteria Tanda Hemat Energi Pada AC

No.	Kriteria	EER	COP
1.	Superior	20	6,0
2.	Baik Sekali	>14	>4,0
3.	Baik	11 – 14	3,0 – 4,0
4.	Buruk	8,5 – 10	2,5 – 3,0
5.	Buruk Sekali	6,8	2,0

Sumber : Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral [2]

2. 11. 1 Jenis AC Berdasarkan Teknologi yang Digunakan

Apabila memilih diantara merek AC, maka efisiensi energi listrik (EER) dapat dijadikan sebagai faktor utama. Pilihlah suatu AC yang hemat listrik, walaupun harganya lebih mahal. Besarnya konsumsi energi listrik yang digunakan oleh AC, dipengaruhi oleh teknologi yang digunakan, yaitu ada 3 jenis : konvensional, *low watt*, dan inverter.

1. AC Konvensional

AC konvensional rata-rata boros pada konsumsi energi listrik. AC ini biasanya akan bekerja sampai mencapai derajat kesejukan yang diinginkan pengguna. Ketika suhu ruangan sudah sesuai keinginan, kompresor akan mati dan baru menyala kembali jika terjadi kenaikan suhu ruangan. Proses menyala dan mati secara berulang inilah yang akhirnya membuat daya listrik AC menjadi lebih tinggi.

2. AC Low Watt

Untuk AC *low watt* mampu menghadirkan konsumsi listrik yang lebih rendah. Cara kerjanya hampir sama seperti AC konvensional, bedanya adalah daya listrik yang digunakan lebih rendah karena adanya pembatasan daya untuk pemghematan. Karena daya listrik yang rendah ini, maka waktu yang diperlukan untuk menyejukkan ruangan menjadi lebih lama. Ruangan yang tak kunjung terasa sejuk, sering membuat pengguna kurang puas dengan AC jenis ini.

3. AC Inverter

Untuk AC inverter, cara kerjanya adalah pada saat suhu ruangan sudah mencapai keinginan pengguna, kompresor akan tetap menyala dan mempertahankan-

kan suhu ruangan sesuai yang diinginkan. Jika terjadi kenaikan suhu beberapa derajat dari yang ditentukan pengguna, kompresor inverter akan otomatis menyesuaikan pergerakannya agar suhu dapat kembali sesuai yang diinginkan. Gerak otomatis inilah yang membuat AC inverter menjadi lebih hemat listrik.

2. 11. 2 Jenis AC Berdasarkan Tempat Peletakannya

1. AC Split Wall



Gambar 2. 6 AC Split Wall

Sumber : Google image

Pada AC ini, komponennya dibagi menjadi dua unit yaitu *indoor* yang terdiri dari filter udara, *evaporator* dan *evaporator blower*, *ekspansi valve*, dan *control unit*. Sedangkan *outdoor* terdiri dari kompresor, *kondenser*, *kondensor blower*, dan *refrigerant filter*. Selanjutnya antara unit *indoor* dengan unit *outdoor* dihubungkan dengan 2 buah saluran refrigeran, satu buah untuk menghubungkan *evaporator* dengan kompresor dan satu buah untuk menghubungkan *refrigerant filter* dengan *ekspansi valve* serta kabel power untuk memasok arus listrik untuk kompresor dan *kondenser blower* [2]. Bagian yang mengeluarkan udara dingin adalah *indoor*, sementara *outdoor* diletakkan di luar ruangan karena mengeluarkan hawa panas dan terkadang memunculkan suara yang sedikit bising.

2. AC Window



Gambar 2. 7 AC Window

Sumber : Google image

Semua komponen AC seperti filter udara, seperti *evaporator blower*, kompresor, kondenser, *refrigerant filter*, *ekspansion valve* dan *control unit* dimasukkan kedalam kotak plat sehingga menjadi satu unit yang kompak dan dapat diletakkan area jendela. AC ini biasanya dipilih karena pertimbangan keterbatasan ruangan, seperti pada rumah susun [2].

3. AC Casette



Gambar 2. 8 AC Casette

Sumber : *Google image*

AC Cassete adalah jenis AC yang dalam pemasangan bagian indoor berada di langit-langit ruangan atau pada plafon. Kapasitas AC ini tersedia mulai 1,5 PK hingga 6 PK. AC jenis ini biasanya ditempatkan pada ruangan-ruangan penting seperti ruang rapat atau ruang pertemuan.

4. Standing Floor AC



Gambar 2. 9 Standing Floor AC

Sumber : *Google image*

Memiliki bentuk portable sehingga sangat praktis dalam hal penempatan dan juga tidak membutuhkan instalasi yang rumit. Jenis AC ini cocok dipergunakan untuk kegiatan-kegiatan, seperti seminar, pengajian *outdoor*, pameran, resepsi pernikahan, dan lain-lain karena fungsinya yang mudah dipindahkan [2].

2. 11. 3 Refrigeran pada Air-Conditioner (AC)

Refrigeran adalah cairan yang biasanya digunakan sebagai bahan pendingin pada mesin-mesin pengkondisi udara, seperti *air-conditioner* (AC), freezer, kulkas, *chiller*, dan lain sebagainya. Cara kerjanya adalah dengan mengambil panas yang ada di dalam ruangan dan mengeluarkannya ke atmosfer bumi. Refrigeran akan mengalami perubahan fase dari cair menjadi gas, dan kemudian berubah lagi menjadi cair. Berikut ini merupakan jenis-jenis refrigeran.



Gambar 2. 10 Jenis-Jenis Freon

Sumber : Google Image

1) Freon R-22

Jenis freon ini tidak mudah terbakar, memiliki tingkat indeks pendinginan sebesar 100, tetapi memiliki potensi merusak ozon (*Ozone Depletion Potential* atau ODP) mencapai 0,05 jika dibandingkan dengan jenis yang lain yang hanya memiliki nilai 0. Nilai potensi pemanasan global (*Global Warming Potential* atau GWP) mencapai angka 1810. Berdasarkan ketentuan pemerintah Indonesia, bahwa penggunaan freon R-22 tidak diperbolehkan terhitung sejak tahun 2015, namun untuk keperluan *service* masih diperbolehkan sampai tahun 2030. Jadi, semua pabrik AC dilarang untuk memproduksi, menjual, maupun mengimpornya. Untuk AC yang masih menggunakan R-22, maka dapat diganti dengan jenis freon yang diizinkan, seperti jenis R-417A.

2) Freon R-32

Produsen AC yang pertama kali menemukan atau menggunakan freon R-32 adalah Daikin. Jenis freon ini menjadi pengganti R-22 karena sifatnya lebih ramah lingkungan, dipercaya memiliki tingkat mudah terbakar (*flammability*) yang

rendah, potensi pemanasan global (GWP) juga lebih rendah yaitu sebesar 675, memiliki angka index dingin (*cooling index*) yang tinggi, yaitu 160.

3) Freon R-290

Jenis freon ini merupakan salah satu jenis HFC, tetapi tidak memiliki potensi merusak ozon dan pemanasan global yang paling rendah jika dibandingkan dengan jenis freon lainnya, yaitu kurang dari angka 3. Namun, angka indeks dinginnya yang cukup rendah, yaitu hanya mencapai angka 83 dan potensi mudah terbakarnya juga cukup tinggi, maka banyak perusahaan AC kemudian memutuskan untuk tidak menggunakannya.

4) Freon R-410 A

Jenis freon ini biasanya digunakan pada AC inverter dan termasuk yang tidak mudah terbakar. Freon ini tidak memiliki potensi kerusakan ozon, tetapi memiliki potensi pemanasan global yang lebih tinggi daripada freon R-22, yaitu mencapai 2.090. Selain itu, indeks pendingin pada freon jenis ini kurang lebih dengan R-22, yaitu sekitar 92.

5) Musicool MC-22

Musicool MC-22 adalah Refrigeran Hidrokarbon produksi Pertamina yang dapat digunakan untuk menggantikan Refrigeran Sintetik jenis R-22, yang selama ini dipakai sebagai bahan pendingin dalam berbagai mesin pendingin seperti AC Split, *Chiller*, Refrigerator, *Cold Storage* dan lain-lain. Berikut ini adalah berbagai kelebihan Musicool MC-22 sebagai bahan pendingin.

1. Tidak memerlukan penggantian komponen.
2. Tidak memerlukan penggantian oli / pelumas.
3. Jumlah pengisian media pendingin hanya 30% dari jumlah media pendingin CFC maupun HFC.
4. Menurunkan aliran listrik rata-rata 18–23%.
5. Menambah umur pemakaian kompresor.
6. Pencapaian temperatur dingin lebih cepat.
7. Tidak merusak lapisan ozon.
8. Tidak meningkatkan pemanasan global.



Gambar 2. 11 Refrigeran Musicool MC-22

Sumber : *Google Image*

2. 12 Perhitungan *Payback Period*

Payback Period adalah jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan nilai investasi atau jumlah uang yang telah dikeluarkan. Metode ini dapat digunakan oleh pelaku usaha dalam memilih beberapa alternatif investasi dan cukup sederhana dalam perhitungannya. Tetapi, kelemahan dari metode ini adalah mengabaikan nilai waktu uang (*time value of money*). Dalam penelitian ini, perhitungan *Payback Period* akan dilakukan jika terdapat rekomendasi atau usulan untuk melakukan pergantian produk yang digunakan, misalnya dari produk yang kurang hemat atau boros dalam konsumsi energi listrik menjadi produk yang lebih hemat dan efisien. Berikut ini rumus untuk perhitungan *Payback Period*.

$$\text{Payback Periode} = \frac{\text{Biaya awal}}{\text{Biaya penghematan tiap periode tertentu}} \dots (2.11)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini, yaitu di gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak, SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak, dan SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak. Waktu penelitian dari Desember 2022 – Januari 2023.

3.2 Gambaran Umum Tempat Penelitian

Berdasarkan data Kemdikbud tahun 2021 yang tersedia di internet, KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak, SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak, dan SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak adalah lembaga pendidikan swasta yang berada dibawah naungan Yayasan Kejayaan Islam Khatulistiwa (YKIK) yang bekerja sama dengan Yayasan Pesantren Islam (YPI) Al-Azhar Jakarta. Untuk gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak terdiri dari 3 lantai dan jumlah ruangan keseluruhan sebanyak 19 ruangan dengan 8 ruang kelas. Untuk gedung SMP Islam Al-Azhar 21 dan SMA Islam Al-Azhar 10 menjadi satu gedung dengan 3 lantai dengan Jumlah ruangan untuk tingkat SMP sebanyak 31 ruangan dengan 9 ruang kelas. Sedangkan, jumlah ruangan untuk tingkat SMA sebanyak 27 ruangan dengan 8 ruang kelas. Waktu penggunaan bangunan-bangunan tersebut adalah 5 hari dalam seminggu dan perkiraan sehari 8 jam (pukul 07.00–15.00).



Gambar 3.1 Sekolah Islam Al-Azhar Pontianak

Sumber : *Google Image*

Gedung sekolah ini menggunakan energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN (Persero). Daya yang terpasang pada gedung KB/TK, SMP, dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak berturut-turut sebesar 4.400 VA, 22.5 kVA, dan 105 kVA. Jika mengacu pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 28 Tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero), maka ketiga bangunan tersebut termasuk konsumen pada golongan tarif S-2/TR dengan perkiraan biaya listriknya sekitar Rp 900,- per kWh.

3. 2. 1 Data Konsumsi Energi Listrik

Berikut ini data konsumsi energi listrik di gedung KB/TK, gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak pada tahun 2019-2022 yang diperoleh dari PLN UP3 Pontianak.

Tabel 3. 1 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2019 (Sebelum Covid-19)

No.	Bulan	Penggunaan (kWh)	Biaya (Rp)
1.	Januari	16.192	15.884.352
2.	Februari	24.390	23.926.590
3.	Maret	22.658	22.227.498
4.	April	22.855	22.420.755
5.	Mei	19.239	18.873.459
6.	Juni	15.166	14.877.846
7.	Juli	5.405	5.302.305
8.	Agustus	18.920	18.560.520
9.	September	23.811	23.358.591
10.	Oktober	22.312	21.888.072
11.	November	26.800	26.290.800
12.	Desember	26.826	26.316.306

Sumber : Data PLN UP3 Pontianak

Tabel 3. 2 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2020 (Saat Covid-19)

No.	Bulan	Penggunaan (kWh)	Biaya (Rp)
1.	Januari	18.638	18.283.878
2.	Februari	22.460	22.033.260
3.	Maret	23.446	23.000.526
4.	April	14.761	14.480.541
5.	Mei	4.200	4.120.200
6.	Juni	4.200	4.120.200
7.	Juli	9.115	8.941.815
8.	Agustus	9.324	9.146.844
9.	September	9.510	9.329.310
10.	Oktober	8.496	8.334.576
11.	November	9.312	9.135.072
12.	Desember	10.475	10.275.975

Sumber : Data PLN UP3 Pontianak

Tabel 3. 3 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2021 (Saat Covid-19)

No.	Bulan	Penggunaan (kWh)	Biaya (Rp)
1.	Januari	9.284	9.107.604
2.	Februari	10.920	10.712.520
3.	Maret	11.653	11.431.593
4.	April	13.706	13.445.586
5.	Mei	11.581	11.360.961
6.	Juni	6.404	6.282.324
7.	Juli	11.965	11.737.665
8.	Agustus	7.490	7.347.690
9.	September	14.438	14.163.678
10.	Oktober	16.240	15.931.440
11.	November	17.578	17.244.018
12.	Desember	18.995	18.634.095

Sumber : Data PLN UP3 Pontianak

Tabel 3. 4 Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2022 (Setelah Covid-19)

No.	Bulan	Penggunaan (kWh)	Biaya (Rp)
1.	Januari	13.748	13.486.788
2.	Februari	20.365	19.978.065
3.	Maret	16.896	16.574.976
4.	April	20.200	19.816.200
5.	Mei	11.869	11.643.489
6.	Juni	13.164	12.913.884
7.	Juli	14.830	14.548.230
8.	Agustus	16.549	16.234.569
9.	September	26.402	25.900.362
10.	Oktober	26.248	25.749.288
11.	November	26.338	25.837.578
12.	Desember	26.645	26.138.745

Sumber : Data PLN UP3 Pontianak

3. 2. 2 Data Ukuran Ruangan, Sistem Penerangan, dan Sistem Tata Udara

Berikut ini data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung di gedung KB/TK, gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak.

3. 2. 2. 1 Pada Gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak

Tabel 3. 5 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA

No.	Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
Lantai 1					
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	12,9	6,9	3,1	89,01
2.	Kepala Sekolah	6,9	5,9	3,1	40,71
3.	Guru Putra	6,9	4,9	3,1	33,81
4.	Guru Putri	8,8	5,9	3,1	51,92
5.	TU	6,9	2,9	3,1	20,01
6.	UKS	6,9	2,9	3,1	20,01
7.	Dapur	2,8	2,8	3,1	7,84

Tabel 3. 5 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
Lantai 1					
8.	Laboratorium IPA	16,9	6,9	3,1	116,61
9.	Kelas XI-A	8,9	5,8	3,1	51,62
10.	Kelas XI-B	8,9	5,8	3,1	51,62
11.	WC. Guru Putra	2,9	2,8	3,1	8,12
12.	WC. Guru Putri	2,9	2,8	3,1	8,12
13.	WC. Putra	6,9	1,9	3,1	13,11
14.	WC. Putri	6,9	2,9	3,1	20,01
15.	Penerima Tamu	6,9	5,8	3,1	40,02
16.	Teras Depan	6,9	6,0	3,1	41,40
17.	Teras 1	26,0	1,9	3,1	49,40
18.	Teras Tengah	21,0	2,0	3,1	42,00
19.	Teras 2	38,0	1,9	3,1	72,20
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	8,8	5,9	3,1	51,92
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	6,9	5,9	3,1	40,71
3.	Gudang	6,9	4,9	3,1	33,81
4.	Bimbingan Konseling (BK)	6,9	3,9	3,1	26,91
5.	Kelas VIII-A	8,9	6,9	3,1	61,41
6.	Gudang 1 VIII-A	3,35	2,9	3,1	9,72
7.	Gudang 2 VIII-A	3,35	2,9	3,1	9,72
8.	Kelas VIII-B	8,9	5,8	3,1	51,62

Tabel 3. 5 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
Lantai 2					
9.	Kelas VIII-C	8,9	5,8	3,1	51,62
10.	Kelas VII-A	7,9	6,9	3,1	54,51
11.	Kelas VII-B	8,9	6,9	3,1	61,41
12.	Kelas VII-C	8,9	6,9	3,1	61,41
13.	WC Guru Putra	2,9	2,8	3,1	8,12
14.	WC Guru Putri	2,9	2,8	3,1	8,12
15.	WC Putra	6,9	1,9	3,1	13,11
16.	WC Putri	6,9	2,9	3,1	20,01
17.	Teras 1	26,0	1,9	3,1	49,40
18.	Teras Tengah	21,0	2,0	3,1	42,00
19.	Teras 2	38,0	1,9	3,1	72,20
Lantai 3					
1.	Koordinator dan Guru	8,8	5,9	3,1	51,92
2.	Perpustakaan	6,9	3,9	3,1	26,91
3.	Laboratorium Komputer	7,9	6,9	3,1	54,51
4.	Dapur	2,9	1,9	3,1	5,51
5.	Kelas XII-IIS	8,9	6,9	3,1	61,41
6.	Kelas XII-MIA	6,9	5,9	3,1	40,71
7.	Kelas XI-IIS	6,9	4,9	3,1	33,81
8.	Gudang XI-IIS	6,9	2,9	3,1	20,01
9.	Kelas XI-MIA	8,9	6,9	3,1	61,41
10.	Kelas X-IIS	8,9	6,9	3,1	61,41
11.	Kelas X-MIA 1	8,9	5,8	3,1	51,62
12.	Kelas X-MIA 2	8,9	5,8	3,1	51,62

Tabel 3. 5 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA (Lanjutan)

No.	Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
Lantai 3					
13.	WC Guru Putra	2,9	2,8	3,1	8,12
14.	WC Guru Putri	2,9	2,8	3,1	8,12
15.	WC Putra	6,9	1,9	3,1	13,11
16.	WC Putri	6,9	2,9	3,1	20,01
17.	Tangga 1	6,9	2,9	3,1	20,01
18.	Tangga 2	6,9	2,9	3,1	20,01
19.	Teras 1	26,0	1,9	3,1	49,40
20.	Teras Tengah	21,0	2,0	3,1	42,00
21.	Teras 2	38,0	1,9	3,1	72,20
Total Luas Bangunan					2.279,09

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

Tabel 3. 6 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 1					
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	TL	36	8	288
2.	Kepala Sekolah	TL	36	4	144
3.	Guru Putra	TL	36	3	108
		LED	16	1	16
4.	Guru Putri	TL	36	1	36
		LED	11	3	33
5.	TU	TL	36	2	72
6.	UKS	TL	36	2	72
7.	Dapur	SL	20	1	20
8.	Laboratorium IPA	TL	36	10	360

Tabel 3. 6 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 1					
9.	Kelas XI-A	TL	36	6	216
10.	Kelas XI-B	TL	36	5	180
11.	WC. Guru Putra	SL	11	1	11
12.	WC. Guru Putri	SL	20	1	20
13.	WC. Putra	LED	18	2	36
14.	WC. Putri	LED	18	2	36
15.	Penerima Tamu	TL	18	4	72
		LED	11	4	44
16.	Teras Depan	TL	18	4	72
		SL	20	1	20
		LED	11	2	22
17.	Teras 1	SL	20	1	20
		SL	11	1	11
		LED	11	1	11
18.	Teras Tengah	SL	20	1	20
		LED	11	1	11
19.	Teras 2	SL	11	2	22
		SL	20	1	20
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	TL	36	4	144
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	TL	36	4	144
3.	Gudang	TL	36	2	72

Tabel 3. 6 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 2					
4.	Bimbingan Konseling (BK)	TL	36	2	72
5.	Kelas VIII-A	TL	36	8	288
6.	Gudang 1 VIII-A	TL	36	1	36
7.	Gudang 2 VIII-A	TL	36	1	36
8.	Kelas VIII-B	TL	36	4	144
9.	Kelas VIII-C	TL	36	4	144
10.	Kelas VII-A	TL	36	4	144
11.	Kelas VII-B	TL	36	4	144
12.	Kelas VII-C	TL	36	4	144
13.	WC Guru Putra	-	-	-	-
14.	WC Guru Putri	TL	18	1	18
15.	WC Putra	TL	18	1	18
		LED	18	1	18
16.	WC Putri	TL	18	2	36
17.	Teras 1	SL	11	4	44
18.	Teras Tengah	SL	11	1	11
19.	Teras 2	SL	11	3	33
Lantai 3					
1.	Koordinator dan Guru	SL	15	6	90
2.	Perpustakaan	SL	20	3	60
3.	Laboratorium Komputer	SL	15	10	150
4.	Dapur	-	-	-	-
5.	Kelas XII-IIS	SL	20	9	180
6.	Kelas XII-MIA	SL	20	10	200

Tabel 3. 6 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA (Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 3					
7.	Kelas XI-IIS	SL	35	4	140
8.	Kelas XI-MIA	SL	20	5	100
9.	Kelas X-IIS	SL	15	10	150
10.	Kelas X-MIA 1	SL	15	10	150
11.	Kelas X-MIA 2	SL	15	10	150
12.	WC Guru Putra	SL	15	2	30
13.	WC Guru Putri	SL	15	2	30
14.	WC Putra	SL	20	4	80
15.	WC Putri	SL	20	4	80
16.	Tangga 1	-	-	-	-
17.	Tangga 2	-	-	-	-
18.	Teras 1	SL	16	6	96
19.	Teras Tengah	SL	20	4	80
20.	Teras 2	SL	16	6	96
Total Daya Keseluruhan Lampu					5.545

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

Tabel 3. 7 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran (Lux)	Standar (Lux)	Luas (m ²)
Lantai 1					
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	TL	195	300	89,01
2.	Kepala Sekolah	TL	255	300	40,71
3.	Guru Putra	TL LED	139	300	33,81
4.	TU	TL	232	300	20,01

Tabel 3. 7 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran (Lux)	Standar (Lux)	Luas (m ²)
Lantai 1					
5.	Guru Putri	TL LED	330	300	51,92
6.	UKS	TL	232	300	20,01
7.	Dapur	SL	232	300	7,84
8.	Laboratorium IPA	TL	123	500	116,61
9.	Kelas XI-A	TL	192	350	51,62
10.	Kelas XI-B	TL	127	350	51,62
11.	WC. Guru Putra	SL	102	250	8,12
12.	WC. Guru Putri	SL	105	250	8,12
13.	WC. Putra	LED	87	250	13,11
14.	WC. Putri	LED	127	250	20,01
15.	Penerima Tamu	TL LED	75	300	40,02
16.	Teras Depan	TL SL LED	75	60	41,40
17.	Teras 1	SL SL LED	20	60	49,40
18.	Teras Tengah	SL LED	24	60	42,00
19.	Teras 2	SL SL	21	60	72,20
Lantai 2					
1.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	TL	203	300	40,71

Tabel 3. 7 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran (Lux)	Standar (Lux)	Luas (m ²)
Lantai 2					
2.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	TL	629	300	51,92
3.	Gudang	TL	159	60	33,81
4.	Bimbingan Konseling (BK)	TL	120	300	26,91
5.	Kelas VIII-A	TL	432	350	61,41
6.	Gudang 1 VIII-A	TL	134	60	9,72
7.	Gudang 2 VIII-A	TL	106	60	9,72
8.	Kelas VIII-B	TL	160	350	51,62
9.	Kelas VIII-C	TL	196	350	51,62
10.	Kelas VII-A	TL	131	350	54,51
11.	Kelas VII-B	TL	82	350	61,41
12.	Kelas VII-C	TL	243	350	61,41
13.	WC Guru Putra	-	-	250	8,12
14.	WC Guru Putri	TL	40	250	8,12
15.	WC Putra	TL LED	114	250	13,11
16.	WC Putri	TL	110	250	20,01
17.	Teras 1	SL	23	60	49,40
18.	Teras Tengah	SL	20	60	42,00
19.	Teras 2	SL	21	60	72,20
Lantai 3					
1.	Koordinator dan Guru	SL	449	300	51,92

Tabel 3. 7 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA
(Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran (Lux)	Standar (Lux)	Luas (m ²)
Lantai 3					
2.	Perpustakaan	SL	305	300	26,91
3.	Laboratorium Komputer	SL	235	500	54,51
4.	Dapur	-	-	300	5,51
5.	Kelas XII-IIS	SL	108	350	61,41
6.	Kelas XII-MIA	SL	112	350	40,71
7.	Kelas XI-IIS	SL	78	350	33,81
8.	Kelas XI-MIA	SL	144	350	61,41
9.	Kelas X-IIS	SL	103	350	61,41
10.	Kelas X-MIA 1	SL	107	350	51,62
11.	Kelas X-MIA 2	SL	99	350	51,62
12.	WC Guru Putra	SL	65	250	8,12
13.	WC Guru Putri	SL	33	250	8,12
14.	WC Putra	SL	180	250	13,11
15.	WC Putri	SL	145	250	20,01
16.	Tangga 1	-	-	150	20,01
17.	Tangga 2	-	-	150	20,01
18.	Teras 1	SL	25	60	49,40
19.	Teras Tengah	SL	27	60	42,00
20.	Teras 2	SL	22	60	72,20

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

Berikut ini data pendingin ruangan (AC) yang digunakan pada bangunan SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak. Semua AC ruangan yang digunakan adalah tipe *splitwall*.

Tabel 3. 8 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Daya (W)	Banyak	Refrigeran	Kapasitas	Btu/h
Lantai 1								
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Panasonic	CS-YN9SKJ	800	2	R-32	1 PK	±9000
2.	Kepala Sekolah	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Changhong	CSC-09T1/A01221	650	1	R-22	1 PK	±8500
3.	Guru Putra	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
4.	Guru Putri	Changhong	CSC-09T1/A01221	650	2	R-22	1 PK	±8500
5.	TU	Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
6.	UKS	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
7.	Laboratorium IPA	Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
		Changhong	CSC-09T1/A01221	650	1	R-22	1 PK	±8500
8.	Kelas XI-A	Panasonic	CS-YN9SKJ	800	1	R-32	1 PK	±9000
		Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
9.	Kelas XI-B	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000

Tabel 3. 8 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Daya (W)	Banyak	Refrigeran	Kapasitas	Btu/h
Lantai 2								
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	Gree	GWC09LW	680	2	R-22	1 PK	±9000
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
3.	Bimbingan Konseling (BK)	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
4.	Kelas VIII-A	Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
5.	Kelas VIII-B	Gree	GWC09LWS/I	2638	2	R-410A	1 PK	±9000
6.	Kelas VIII-C	Panasonic	CS-PC18GKF	5280	2	R-22	2 PK	±18000
7.	Kelas VII-A	Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
		Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
8.	Kelas VII-B	Gree	GWC09LWS/I	2638	2	R-410A	1 PK	±9000
9.	Kelas VII-C	Gree	GWC09LW	680	2	R-22	1 PK	±9000

Tabel 3. 8 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Daya (W)	Banyak	Refrigeran	Kapasitas	Btu/h
Lantai 3								
1.	Koordinator dan Guru	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
2.	Perpustakaan	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
3.	Laboratorium Komputer	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
4.	Kelas XII-IIS	Aux	ASW-09A4/FOR1	2100	1	R-410A	1 PK	±9000
		Changhong	CSC-09T1/A01221	650	2	R-22	1 PK	±8500
5.	Kelas XII-MIA	Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
		Changhong	CSC-09T1/A01221	650	2	R-22	1 PK	±8500
6.	Kelas XI-IIS	Changhong	CSC-09T1/A01221	650	1	R-22	1 PK	±8500
		Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
7.	Kelas XI-MIA	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
		Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000

Tabel 3. 8 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Daya (W)	Banyak	Refrigeran	Kapasitas	Btu/h
Lantai 3								
8.	Kelas X-IIS	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
		Changhong	CSC-12J1/D01214	1190	1	R-22	1,5 PK	±12000
9.	Kelas X-MIA 1	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
10.	Kelas X-MIA 2	Gree	GWC09LW	680	1	R-22	1 PK	±9000
		Aux	ASW-09A4/FOR1	2100	1	R-410A	1 PK	±9000
		Changhong	CSC-09T1/A01221	650	1	R-22	1 PK	±8500
Total Daya Keseluruhan Pendingin Ruangan (AC)				91.428				

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

3. 2. 2. 2 Pada Gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak

Tabel 3. 9 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK

No.	Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
Lantai 1					
1.	Laboratorium Komputer	8,9	7,1	3,5	63,19
2.	Indoor/ Bermain	8,9	7,1	3,5	63,19
3.	Penitipan/ Daycare	7,1	5,9	3,5	41,89
4.	Dapur	7,1	2,9	3,5	20,59
5.	Kelas A Sulaiman	8,65	7,1	3,5	61,42
6.	Kelas A Muhammad	8,65	7,1	3,5	61,42
7.	Kelompok Bermain Khadijah	8,0	7,1	3,5	56,80
8.	Ruang Komputer	7,7	7,1	3,5	54,67
9.	PT. Caraka Wisata	6,3	2,9	3,5	18,27
10.	Penerima Tamu	7,1	6,8	3,5	48,28
11.	Tempat Masuk dari Belakang	17,0	16,0	3,5	272,00
12.	Toilet 1	7,1	3,4	3,5	24,14
13.	Toilet 2	7,1	2,9	3,5	20,59
14.	Tangga 1	7,1	2,9	3,5	20,59
15.	Tangga 2	5,3	2,9	3,5	15,37
16.	Teras 1	40,0	1,9	3,15	76,00
17.	Teras 2	40,0	1,9	3,15	76,00
18.	Teras Depan	7,0	1,0	3,15	7,00

Tabel 3. 9 Data Ukuran Ruangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK (Lanjutan)

No.	Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah	7,1	5,9	3,5	41,89
2.	Kantor	7,1	2,9	3,5	20,59
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	7,1	6,9	3,5	48,99
4.	Gugus	5,3	2,9	3,5	15,37
5.	UKS	7,1	5,9	3,5	41,89
6.	Rapat Yayasan	7,1	5,6	3,5	39,76
7.	Gudang	7,1	2,9	3,5	20,59
8.	Aula	21,1	10,1	3,5	213,11
9.	Kelas B Arrahim	8,9	7,1	3,5	63,19
10.	Kelas B Assalam	8,65	7,1	3,5	61,42
11.	Kelas B Al-Quddus	8,65	7,1	3,5	61,42
12.	Toilet 1	7,1	3,4	3,5	24,14
13.	Toilet 2	7,1	2,9	3,5	20,59
14.	Tangga 1	7,1	2,9	3,5	20,59
15.	Tangga 2	5,3	2,9	3,5	15,37
16.	Teras 1	29,7	2,0	3,15	59,40
17.	Teras Tengah	12,0	2,0	3,15	24,00
18.	Teras 2	40,0	1,9	3,15	76,00
Total Luas Bangunan					1.869,70

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

Tabel 3. 10 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 1					
1.	Laboratorium Komputer	TL	36	4	144

Tabel 3. 10 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK (Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 1					
2.	Indoor/ Bermain	TL	36	4	144
3.	Penitipan/ Daycare	TL	36	4	144
4.	Dapur	TL	36	1	36
5.	Kelas A Sulaiman	TL	36	4	144
6.	Kelas A Muhammad	TL	36	4	144
7.	Kelompok Bermain Khadijah	TL	36	4	144
8.	Ruang Komputer	TL	36	4	144
9.	PT. Caraka Wisata Tour	TL	36	1	36
		SL	18	1	18
10.	Penerima Tamu	TL	36	4	144
		LED	11	4	44
11.	Tempat Masuk dari Belakang	TL	18	18	324
		LED	11	6	66
12.	Toilet 1	LED	16	2	32
13.	Toilet 2	LED	16	2	32
14.	Teras 1	SL	15	2	30
		SL	20	1	20
15.	Teras 2	SL	15	2	30
		SL	20	1	20
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah	LED	11	6	66
2.	Kantor	LED	16	2	32
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	LED	16	6	96
4.	Gugus	LED	11	2	22
5.	UKS	LED	11	4	44

Tabel 3. 10 Data Sistem Penerangan pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK (Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Daya (W)	Banyak	Total Daya (W)
Lantai 2					
6.	Rapat Yayasan	LED	15	4	60
7.	Gudang	LED	11	1	11
8.	Aula	TL	36	23	828
		LED	11	22	242
9.	Kelas B Arrahim	LED	11	6	66
10.	Kelas B Assalam	TL	36	4	144
11.	Kelas B Al-Quddus	TL	36	4	144
12.	Toilet 1	LED	11	2	22
13.	Toilet 2	LED	11	3	33
14.	Tangga 1	SL	15	1	15
15.	Tangga 2	SL	15	1	15
16.	Teras 1	LED	11	1	11
17.	Teras Tengah	SL	20	1	20
18.	Teras 2	SL	15	2	30
		LED	11	2	22
Total Daya Keseluruhan Lampu					3.763

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

Tabel 3. 11 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran Lux	Standar Lux	Luas (m ²)
Lantai 1					
1.	Laboratorium Komputer	TL	369	500	63,19
2.	Indoor/ Bermain	TL	347	300	63,19
3.	Penitipan/ Daycare	TL	96	300	41,89
4.	Dapur	TL	91	300	20,59

Tabel 3. 11 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK (Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran Lux	Standar Lux	Luas (m ²)
Lantai 1					
5.	Kelas A Sulaiman	TL	206	350	61,42
6.	Kelas A Muhammad	TL	58	350	61,42
7.	Kelompok Bermain Khadijah	TL	83	350	56,80
8.	Ruang Komputer	TL	65	500	54,67
9.	PT. Caraka Wisata Tour	TL SL	90	300	18,27
10.	Penerima Tamu	TL LED	162	300	48,28
11.	Tempat Masuk dari Belakang	TL LED	202	100	272,00
12.	Toilet 1	LED	43	250	24,14
13.	Toilet 2	LED	42	250	20,59
14.	Teras 1	SL	21	60	76,00
15.	Teras 2	SL	24	60	76,00
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah	LED	108	300	41,89
2.	Kantor	LED	69	300	20,59
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	LED	50	300	48,99
4.	Gugus	LED	52	300	15,37
5.	UKS	LED	255	300	41,89
6.	Rapat Yayasan	LED	100	300	39,76
7.	Gudang	LED	155	60	20,59
8.	Aula	TL LED	94	350	213,11

Tabel 3. 11 Data Pengukuran Lux pada Lantai 1- 2 Gedung KB/TK (Lanjutan)

No.	Ruangan	Jenis	Rata-Rata Pengukuran Lux	Standar Lux	Luas (m ²)
Lantai 2					
9.	Kelas B Arrahim	LED	530	350	63,19
10.	Kelas B Assalam	TL	342	350	61,42
11.	Kelas B Al- Quddus	TL	194	350	61,42
12.	Toilet 1	LED	43	250	24,14
13.	Toilet 2	LED	40	250	20,59
14.	Tangga 1	SL	46	150	20,59
15.	Tangga 2	SL	43	150	15,37
16.	Teras 1	LED	20	60	59,40
17.	Teras Tengah	SL	23	60	24,00
18.	Teras 2	SL LED	25	60	76,00

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

Berikut ini data pendingin ruangan (AC) yang digunakan pada gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak. Semua AC ruangan yang digunakan adalah tipe *splitwall*.

Tabel 3. 12 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 2 Gedung KB/TK

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Daya (W)	Banyak	Refrigeran	Kapasitas	Btu/h
Lantai 1								
1.	Laboratorium	Gree	GWC09LW	680	1	R22	1 PK	±9000
	Komputer	Aux	ASW-09A4/FAR3	2600	1	R-32	1 PK	±9000
2.	Indoor/ Bermain	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
3.	Penitipan/ Daycare	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
4.	Kelas A Sulaiman	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
5.	Kelas A Muhammad	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
6.	Kelompok Bermain Khadijah	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
7.	Ruang Komputer	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
8.	PT. Caraka Wisata	Gree	GWC09LW	680	1	R22	1 PK	±9000
Lantai 2								
1.	Kepala Sekolah	Gree	GWC09LW	680	1	R22	1 PK	±9000
		Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
2.	Kantor	Panasonic	CS-YN9SKJ	800	1	R32	1 PK	±9000

Tabel 3. 12 Data Sistem Tata Udara (AC) Lantai 1- 2 Gedung KB/TK (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Daya (W)	Banyak	Refrigeran	Kapasitas	Btu/h
Lantai 2								
3.	Pusat Sumber	Gree	GWC09LWS/I	2638	1	R-410A	1 PK	±9000
	Belajar (PSB)	Gree	GWC09LW	680	1	R22	1 PK	±9000
4.	Kelas B Arrahim	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
5.	Kelas B Assalam	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
6.	Kelas B Al-Quddus	Gree	GWC09LW	680	2	R22	1 PK	±9000
Total Daya Keseluruhan Pendingin Ruangan (AC)				23.636				

Sumber : Data Olahan Tahun 2023

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Luxmeter digital
2. Komputer atau laptop sebagai pengolahan data.
3. Kalkulator dan alat tulis.
4. Buku-buku atau file dokumen sebagai bahan referensi.
5. Kamera.



Gambar 3. 2 Light Meter Lutron LX-105

Luxmeter atau *light meter* digital yang digunakan adalah Lutron LX-105 yang saya pinjam dari Laboratorium Elektronika Dasar Fakultas Teknik Untan. Berikut ini rincian dari *ligh meter* Lutron LX-105.

A. Fitur :

- Pemilihan jenis pencahayaan (Tungsten, *Fluorescent*, *Daylight*, atau *Mercury*).
- Sensor menggunakan dioda foto eksklusif dan filter koreksi warna, memenuhi standar C.I.E.
- Faktor koreksi kosinus sensor memenuhi standar.
- Sirkuit mikroprosesor memastikan akurasi semaksimal mungkin, menyediakan fungsi dan fitur khusus.

- Pengukuran lebar baik pengukuran Lux dan *Foot Candle*.
- Layar LCD besar dengan penyesuaian kontras untuk sudut pandang terbaik.
- Tampilan meteran fungsi ganda dan layar LCD super besar 13 mm (0,5") dengan penyesuaian kontras untuk sudut pandang terbaik.
- Merekam pembacaan maksimum, minimum, dan rata-rata dengan *RECALL*.
- Penyesuaian nol dengan menekan tombol *ZERO*.
- Mati otomatis menghemat masa pakai baterai.

B. Spesifikasi Umum

Sirkuit	Kustom satu chip sirkuit LSI mikroprosesor.
Keluaran Data	Antarmuka serial RS 232 PC.
Suhu Operasi	0 hingga 50°C(32 atau 122°F).
Waktu Pengambilan Sampel	Kira-kira 0,4 detik.
Pengukuran dan Rentang	Lux : 0 - 50.000 Lux, 3 rentang.
	Foot-candle (Fc) : 0 -5.000 Fc, 3 rentang.
Relativitas	0 - maks. 100% sampai 1999%. (tergantung rentang pengukuran & nilai pengukuran)
Pengoperasian Kelembaban	Kurang dari 80% RH
Sumber Daya listrik	Baterai 006P DC 9V (<i>heavy duty type</i>).
Arus Listrik	Kira-kira 5,3 mA DC.
Berat	335 g/0,77 pon
Dimensi	Instrumen utama : 180 × 72 × 32 mm
	Penyelidikan sensor : 85 × 55 × 12 mm
Opsional Aksesoris	Tas pembawa keras, CA-06
	Tas jinjing lunak, CA-05A
	Kabel RS232, UPCB-01
	Kabel USB, USB-01
	Perangkat lunak Akuisisi Data, SW-U801-WIN

C. Spesifikasi Listrik ($23 \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Pengukuran	Jangkauan	Tampilan dalam jangkauan	Resolusi	Ketepatan
Lux	2.000 Lux	0 - 1.999 Lux	1 Lux	$\pm (4 \% + 2d)$
	20.000 Lux	1.800 - 19.990 Lux	10 Lux	
	50.000 Lux	18.000 - 50.000 Lux	100 Lux	
Foot-candle (Fc)	200 Fc	0 - 186,0 Fc	0,1 Fc	
	2.000 Fc	167 - 1.860 Fc	1 Fc	
	5.000 Fc	1.670 - 5.000 Fc	10 Fc	

3. 4 Metode Penelitian

Berikut ini merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Studi literatur

Studi literatur berisi data sekunder, yaitu data-data atau referensi dari buku, karya ilmiah, atau internet yang dapat digunakan sebagai pedoman penelitian, seperti pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari informasi data dari suatu instansi, lembaga, atau perusahaan tertentu yang berkaitan dengan penelitian ini.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian agar dapat mengetahui kondisi yang sebenarnya, serta wawancara langsung dengan orang-orang terkait. Dalam metode ini dilakukan pengambilan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa data ruangan, data lampu dan AC, dan pengukuran menggunakan luxmeter. Sedangkan, data kualitatif yaitu berupa pertanyaan kepada pengelola sekolahan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini.

3. Deskriptif Analitik

Deskriptif Analitik yaitu menggambarkan secara lengkap hasil dari penelitian, dimana hasil yang diperoleh dapat dijadikan sebagai acuan pembandingan dengan data yang terpasang di lapangan.

3.5 Variabel atau Data Penelitian

Berikut adalah data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.

- 1) Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari tempat penelitian, berupa data rekening pembayaran listrik pada tahun 2019-2022, data kWh-meter (kWh/bulan) pada tahun 2019-2022, denah sekolahan, data setiap ruangan, dan data spesifikasi lampu dan AC yang digunakan pada setiap ruangan.
- 2) Data sekunder yaitu data atau referensi dari buku, karya ilmiah, atau internet yang berhubungan dengan penelitian ini dan dapat digunakan sebagai pedoman penelitian, seperti pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari informasi data dari suatu instansi, lembaga, atau perusahaan tertentu yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.6 Prosedur Penelitian

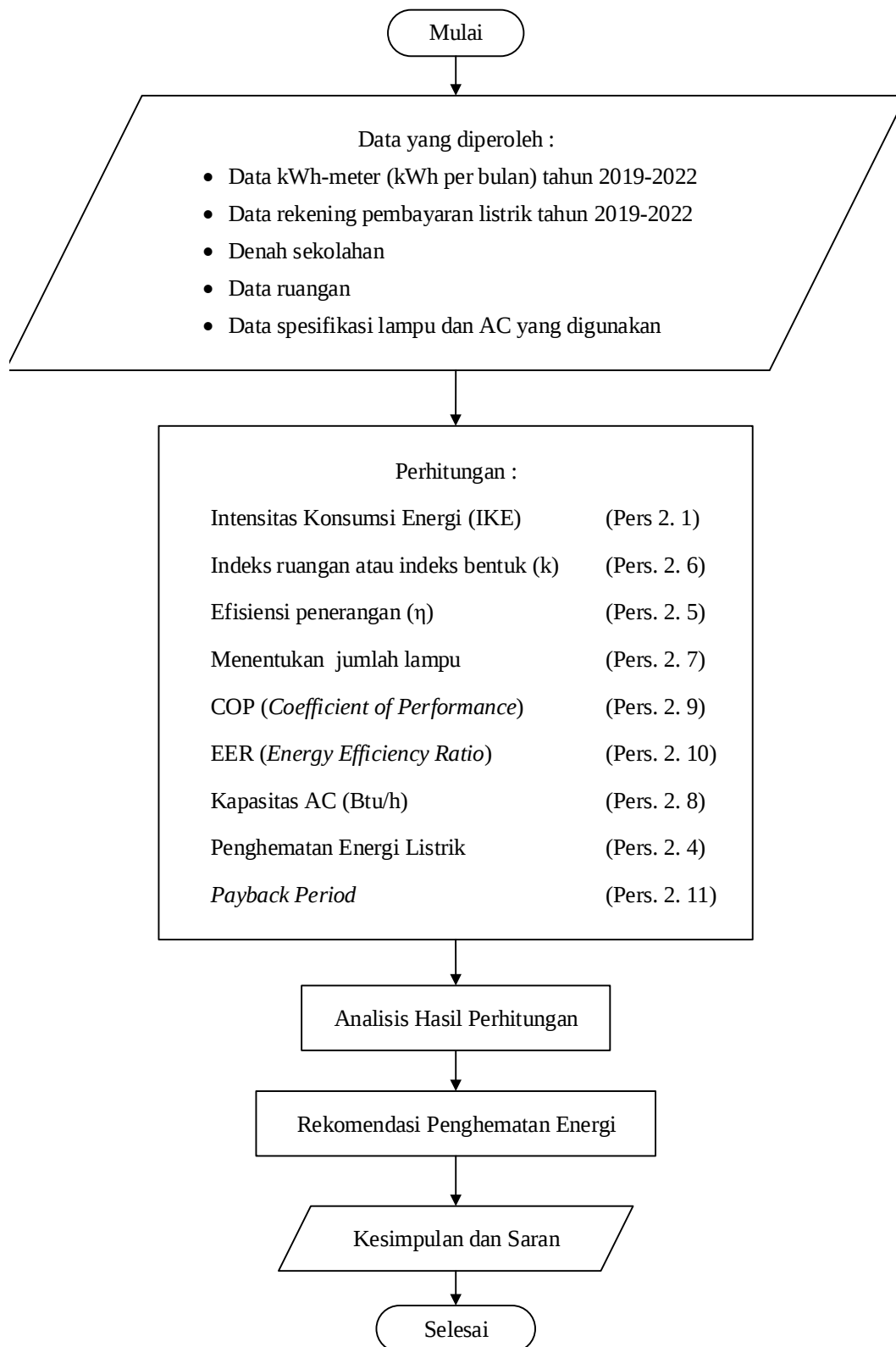
Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah :

1. Tahap penelitian
 - a) Mengumpulkan bahan referensi sebagai pedoman dalam melaksanakan audit energi pada sistem penerangan dan tata udara.
 - b) Pengambilan data kuantitatif dan kualitatif di sekolahan sebagai bahan untuk analisis peluang hemat energi.
2. Tahap Pengolahan Data
 - a) Melakukan perhitungan untuk mencari IKE dan PHE.
 - b) Menganalisis hasil dari perhitungan dan merencanakan hal-hal yang diperlukan untuk penghematan energi, sehingga diperoleh rekomendasi-rekomendasi untuk PHE.
 - c) Mendeskripsikan hasil pengolahan data dan membuat kesimpulan dari analisis masalah dalam penelitian ini.
 - d) Menyusun laporan penelitian.

3.7 Analisa Hasil

Berdasarkan observasi pada gedung KB/TK, SMP, dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak, yang masih menggunakan lampu dan AC yang tidak hemat energi, maka dapat dilakukan analisa mengenai perbedaan konsumsi energi listrik dan pembayaran yang harus dilakukan, jika gedung tersebut menggunakan lampu dan AC yang hemat energi.

3.8 Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan IKE

Standar IKE yang digunakan adalah IKE pada bangunan ber-AC (bangunan dengan pendingin udara). Luas bangunan keseluruhan diperoleh dari Tabel 3.5 dan Tabel 3.9, yaitu 2.279,09 m² ditambah 1.869,70 m² menjadi sebesar 4.148,79 m². Dibawah ini salah satu cara perhitungan IKE pada bulan Januari 2019. Rumus yang digunakan adalah pada persamaan 2.1. Untuk perhitungan IKE pada bulan yang lain, juga sama caranya.

Diketahui : Konsumsi energi listrik pada bulan Januari 2019 = 16.192 kWh
 Luas bangunan keseluruhan = 4.148,79 m²

$$\text{IKE bulan Januari 2019} = \frac{16.192 \text{ kWh}}{4.148,79 \text{ m}^2} = 3,90 \text{ kWh/m}^2$$

Maka dari hasil perhitungan diatas, nilai IKE pada bulan Januari 2019 adalah 3,90 kWh/m² dimana nilai ini termasuk kategori Sangat Efisien pada bangunan ber-AC berdasarkan Tabel 2.3. Berikut ini Tabel 4.1 yang menampilkan hasil perhitungan nilai IKE pada bulan-bulan yang lain.

Tabel 4.1 Nilai IKE Awal pada Tahun 2019 Sebelum Covid-19

No.	Bulan	kWh	Luas (m²)	IKE (kWh/m²)	Keterangan
1.	Januari	16.192	4.148,79	3,90	Sangat Efisien
2.	Februari	24.390	4.148,79	5,88	Sangat Efisien
3.	Maret	22.658	4.148,79	5,46	Sangat Efisien
4.	April	22.855	4.148,79	5,51	Sangat Efisien
5.	Mei	19.239	4.148,79	4,64	Sangat Efisien
6.	Juni	15.166	4.148,79	3,66	Sangat Efisien
7.	Juli	5.405	4.148,79	1,30	Sangat Efisien

Tabel 4. 2 Nilai IKE Awal pada Tahun 2019 Sebelum Covid-19 (Lanjutan)

No.	Bulan	kWh	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)	Keterangan
8.	Agustus	18.920	4.148,79	4,56	Sangat Efisien
9.	September	23.811	4.148,79	5,74	Sangat Efisien
10.	Oktober	22.312	4.148,79	5,38	Sangat Efisien
11.	November	26.800	4.148,79	6,46	Sangat Efisien
12.	Desember	26.826	4.148,79	6,47	Sangat Efisien
Rata-Rata IKE per Bulan				4,91	Sangat Efisien

Tabel 4. 2 Perhitungan IKE pada Tahun 2020 Selama Covid-19

No.	Bulan	kWh	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)	Keterangan
1.	Januari	18.638	4.148,79	4,49	Sangat Efisien
2.	Februari	22.460	4.148,79	5,41	Sangat Efisien
3.	Maret	23.446	4.148,79	5,65	Sangat Efisien
4.	April	14.761	4.148,79	3,56	Sangat Efisien
5.	Mei	4.200	4.148,79	1,01	Sangat Efisien
6.	Juni	4.200	4.148,79	1,01	Sangat Efisien
7.	Juli	9.115	4.148,79	2,20	Sangat Efisien
8.	Agustus	9.324	4.148,79	2,25	Sangat Efisien
9.	September	9.510	4.148,79	2,29	Sangat Efisien
10.	Oktober	8.496	4.148,79	2,05	Sangat Efisien
11.	November	9.312	4.148,79	2,24	Sangat Efisien
12.	Desember	10.475	4.148,79	2,52	Sangat Efisien
Rata-Rata IKE per Bulan				2,89	Sangat Efisien

Tabel 4. 3 Perhitungan IKE pada Tahun 2021 Selama Covid-19

No.	Bulan	kWh	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)	Keterangan
1.	Januari	9.284	4.148,79	2,24	Sangat Efisien
2.	Februari	10.920	4.148,79	2,63	Sangat Efisien
3.	Maret	11.653	4.148,79	2,81	Sangat Efisien
4.	April	13.706	4.148,79	3,30	Sangat Efisien

Tabel 4. 3 Perhitungan IKE pada Tahun 2021 Selama Covid-19 (Lanjutan)

No.	Bulan	kWh	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)	Keterangan
5.	Mei	11.581	4.148,79	2,79	Sangat Efisien
6.	Juni	6.404	4.148,79	1,54	Sangat Efisien
7.	Juli	11.965	4.148,79	2,88	Sangat Efisien
8.	Agustus	7.490	4.148,79	1,81	Sangat Efisien
9.	September	14.438	4.148,79	3,48	Sangat Efisien
10.	Oktober	16.240	4.148,79	3,91	Sangat Efisien
11.	November	17.578	4.148,79	4,24	Sangat Efisien
12.	Desember	18.995	4.148,79	4,58	Sangat Efisien
Rata-Rata IKE per Bulan				3,02	Sangat Efisien

Tabel 4. 4 Perhitungan IKE pada Tahun 2022 Setelah Covid-19

No.	Bulan	kWh	Luas (m ²)	IKE (kWh/m ²)	Keterangan
1.	Januari	13.748	4.148,79	3,31	Sangat Efisien
2.	Februari	20.365	4.148,79	4,91	Sangat Efisien
3.	Maret	16.896	4.148,79	4,07	Sangat Efisien
4.	April	20.200	4.148,79	4,87	Sangat Efisien
5.	Mei	11.869	4.148,79	2,86	Sangat Efisien
6.	Juni	13.164	4.148,79	3,17	Sangat Efisien
7.	Juli	14.830	4.148,79	3,57	Sangat Efisien
8.	Agustus	16.549	4.148,79	3,99	Sangat Efisien
9.	September	26.402	4.148,79	6,36	Sangat Efisien
10.	Oktober	26.248	4.148,79	6,33	Sangat Efisien
11.	November	26.338	4.148,79	6,35	Sangat Efisien
12.	Desember	26.645	4.148,79	6,42	Sangat Efisien
Rata-Rata IKE per Bulan				4,69	Sangat Efisien

Dari perhitungan IKE diatas, dapat diperkirakan bahwa penggunaan energi listrik di sekolahan Islam Al-Azhar Pontianak masih tergolong sangat efisien. Namun, berdasarkan observasi yang dilakukan secara langsung di sekolahan,

sebagian besar ruangnya masih menggunakan lampu TL dan AC dengan refrigeran yang kurang ramah lingkungan. Jika dianalisis lebih dalam, masih terdapat peluang penghematan energi listrik yang lebih tinggi, yaitu dengan menggunakan jenis-jenis lampu dan AC yang lebih hemat energi listrik, seperti lampu LED dan AC dengan refrigeran yang lebih ramah lingkungan dan lebih mengefisienkan penggunaan energi listrik, seperti AC inverter.

4. 2 Perhitungan Sistem Penerangan pada Gedung SMP dan SMA

4. 2. 1 Menentukan Indeks Ruangan atau Indeks Bentuk (k)

Dengan persamaan (2.6) dan data pada Tabel 3.5 mengenai panjang, lebar, dan tinggi setiap ruangan, serta tinggi meja atau permukaan yang diterangi oleh pencahayaan lampu sebesar 0,75 meter dari lantai, maka :

Pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen :

Diketahui : Panjang = 12,9 meter
 Lebar = 6,9 meter
 Tinggi plafon = 3,1 meter
 Tinggi meja atau permukaan yang diterangi lampu = 0,75 meter dari lantai

maka :

h = tinggi atap – tinggi permukaan yang diterangi lampu

$$k = \frac{p \times l}{h \cdot (p + l)} \Leftrightarrow \frac{12,9 \times 6,9}{(3,1 - 0,75) \times (12,9 + 6,9)} = 1,91$$

Untuk tinggi meja atau tinggi permukaan yang diterangi lampu selain didalam ruangan, seperti pada tangga, WC, dan teras, maka menggunakan nilai 0,10 meter.

4. 2. 2 Menentukan Nilai Efisiensi Penerangan (η)

Berikut ini cara mencari nilai efisiensi penerangan (η) pada salah satu ruangan, yaitu ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen. Dari Tabel 2.7, diantara nilai $k = 1,5$ dan $2,0$ maka diketahui :

k	rp = 0,7 ; rw = 0,5 ; rm 0,1
1,5	0,62
2,0	0,68

Karena nilai η pada $k = 1,91$ tidak ada dalam Tabel 2.7, maka kita dapat mencari nilainya diantara $k = 1,5$ dan $2,0$ menggunakan rumus :

$$\frac{X - X_2}{X_1 - X_2} = \frac{Y - Y_2}{Y_1 - Y_2} \quad \text{maka : } Y = Y_2 + \frac{(X - X_2) \cdot (Y_1 - Y_2)}{(X_1 - X_2)}$$

Misalnya :

$X = 1,91$	$X_1 = 1,5$	$X_2 = 2,0$
$Y = \text{efisiensi yang dicari}$	$Y_1 = 0,62$	$Y_2 = 0,68$

maka nilai Y :

$$Y = 0,68 + \frac{(1,91 - 2,0) \cdot (0,62 - 0,68)}{(1,5 - 2,0)}$$

$$= 0,67$$

Maka nilai efisiensi penerangan pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen dengan nilai $k = 1,9$ adalah sebesar $\eta = 0,67$

4. 2. 3 Menentukan Lampu yang Akan Digunakan

Dilakukan dengan analisis besar penghematan energi listrik jika dilakukan pergantian dari lampu jenis TL ke lampu LED. Dari penelusuran di internet, terdapat 4 lampu LED dengan spesifikasi yang berbeda-beda walaupun semua lampu tersebut termasuk dalam satu merk (Philips). Setiap lampu Philips LED ini akan dianalisis sesuai dengan nilai k dan η pada setiap ruangan, agar diperoleh salah satu lampu dengan penghematan tertinggi dari 4 lampu Philips LED ini, berdasarkan nilai k dan η setiap ruangan.



Gambar 4. 1 Beberapa Lampu LED Philips yang Akan Dipilih



Gambar 4. 1 Beberapa Lampu LED Philips yang akan Dipilih (Lanjutan)

Dari gambar tersebut, maka diperoleh beberapa spesifikasi setiap lampu yang akan digunakan untuk menentukan lampu Philips LED yang paling efisien dengan menghitung nilai efikasinya. Caranya dengan membagi antara lumen dan daya (watt) dari setiap lampu tersebut, seperti berikut ini.

- 1) Lampu 14,5 W dengan 1800 lumen, maka :

$$\text{Efikasi} = \frac{1800 \text{ lumen}}{14,5 \text{ watt}} = 124,14 \text{ lumen/watt}$$

- 2) Lampu 18 W dengan 2000 lumen, maka :

$$\text{Efikasi} = \frac{2000 \text{ lumen}}{18 \text{ watt}} = 111,11 \text{ lumen/watt}$$

- 3) Lampu 19 W dengan 2300 lumen, maka :

$$\text{Efikasi} = \frac{2300 \text{ lumen}}{19 \text{ watt}} = 121,05 \text{ lumen/watt}$$

- 4) Lampu 23 W dengan 3000 lumen, maka :

$$\text{Efikasi} = \frac{3000 \text{ lumen}}{23 \text{ watt}} = 130,43 \text{ lumen/watt}$$

Dari perhitungan diatas, lampu Philips LED dengan daya 23 watt (3000 lumen) memiliki nilai efikasi yang paling besar dari lampu-lampu yang lain. Oleh kaena itu, dipilih lampu ini untuk analisis perhitungan pada sistem penerangan.

4. 2. 4 Menentukan Banyak Lampu yang Digunakan dan Jumlah Dayanya

Lampu yang akan digunakan sudah ditentukan dari perhitungan sebelumnya, yaitu lampu Philips LED 23 watt (3000 lumen). Cara menghitung banyaknya

lampu yang akan digunakan pada setiap ruangan menggunakan persamaan (2.7). Namun, perhitungan yang ditampilkan hanya pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen. Untuk ruang yang lain, perhitungannya sama.

$$n_{Lampu} = \frac{\phi_0}{\phi_{tiap Lampu}} = \frac{E \times A}{\phi_{tiap Lampu} \times \eta \times d} \dots \dots \dots (2.7)$$

Pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen :

Diketahui :	Rata-rata Lux (E_1)	= 195 lux
	Standar Lux (E_2)	= 300 lux
	Luas ruangan (A)	= 89,01 m ²
	$\phi_{tiap Lampu}$	= 3000 lumen
	Efisiensi penerangan (η)	= 0,67
	Faktor depresiasi (d)	= 0,8

1) Jika menggunakan **rata-rata kuat penerangan (lux)** dari pengukuran, maka :

$$n_{Lampu} = \frac{195 \times 89,01}{3000 \times 0,67 \times 0,8} \Leftrightarrow 10,79 \approx 10 \text{ lampu}$$

$$\text{Jumlah daya : } 23 \text{ watt/lampu} \times 10 \text{ lampu} = 230 \text{ watt}$$

Karena penggunaan lampu diperkirakan selama 8 jam yaitu dari pukul 07.00–15.00, maka besar kWh adalah :

$$\frac{230 \text{ watt} \times 8 \text{ jam}}{1000} = 1,84 \text{ kWh}$$

2) Jika menggunakan **standar kuat penerangan (lux)** untuk ruang guru, maka :

$$n_{Lampu} = \frac{300 \times 89,01}{3000 \times 0,67 \times 0,8} \Leftrightarrow 16,61 \approx 16 \text{ lampu}$$

$$\text{Jumlah daya : } 23 \text{ watt/lampu} \times 16 \text{ lampu} = 368 \text{ watt}$$

Karena penggunaan lampu diperkirakan selama 8 jam yaitu dari pukul 07.00–15.00, maka besar kWh adalah :

$$\frac{368 \text{ watt} \times 8 \text{ jam}}{1000} = 2,94 \text{ kWh}$$

Jadi, banyak lampu Philips LED 23 watt yang dibutuhkan pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen, jika menggunakan rata-rata lux dari pengukuran adalah 10 lampu dengan jumlah daya sebesar 1,84 kWh. Namun, jika menggunakan standar lux (ruang guru), maka banyak lampu yang digunakan adalah 16 lampu dengan jumlah dayanya sebesar 2,94 kWh.

Untuk perhitungan nilai indeks ruang (k), nilai efisiensi penerangan (η), banyak lampu (n_{lampu}), dan perkiraan kWh penerangan pada ruangan yang lain juga sama cara perhitungannya seperti perhitungan pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen ini.

Tabel 4. 5 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 1							
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	1,91	0,67	10	1,84	16	2,94
2.	Kepala Sekolah	1,35	0,60	8	1,47	8	1,47
3.	Guru Putra	1,22	0,58	4	0,74	8	1,47
4.	Guru Putri	1,50	0,62	12	2,21	10	1,84
5.	TU	0,87	0,48	4	0,74	6	1,10
6.	UKS	0,87	0,48	4	0,74	6	1,10
7.	Dapur	0,60	0,37	2	0,37	2	0,37
8.	Laboratorium IPA	2,08	0,69	8	1,47	36	6,62
9.	Kelas IX-A	1,49	0,62	6	1,10	12	2,21
10.	Kelas IX-B	1,49	0,62	4	0,74	12	2,21
11.	WC. Guru Putra	0,47	0,31	1	0,18	2	0,37

Tabel 4. 5 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak (Lanjutan)

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 1							
12.	WC. Guru Putri	0,47	0,31	1	0,18	2	0,37
13.	WC. Putra	0,50	0,32	1	0,18	4	0,74
14.	WC. Putri	0,68	0,41	2	0,37	6	1,10
15.	Tangga 1	0,68	0,41	-	-	3	0,55
16.	Tangga 2	0,68	0,41	-	-	3	0,55
17.	Penerima Tamu	1,34	0,60	2	0,37	8	1,47
18.	Teras Depan	1,07	0,55	2	0,37	2	0,37
19.	Teras 1	0,59	0,37	1	0,18	3	0,55
20.	Teras Tengah	0,61	0,37	1	0,18	3	0,55
21.	Teras 2	0,60	0,37	2	0,37	5	0,92
Lantai 2							
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	1,50	0,62	22	4,05	10	1,84
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	1,35	0,60	6	1,10	8	1,47
3.	Gudang	0,96	0,51	4	0,74	2	0,37
4.	Bimbingan Konseling (BK)	1,06	0,55	2	0,37	6	1,10
5.	Kelas VIII-A	1,65	0,64	18	3,31	14	2,58

Tabel 4. 5 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak (Lanjutan)

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 2							
6.	Gudang 1 VIII-A	0,52	0,33	2	0,37	1	0,18
7.	Gudang 2 VIII-A	0,52	0,33	1	0,18	1	0,18
8.	Kelas VIII-B	1,49	0,62	6	1,10	12	2,21
9.	Kelas VIII-C	1,49	0,62	6	1,10	12	2,21
10.	Kelas VII-A	1,57	0,63	4	0,74	12	2,21
11.	Kelas VII-B	1,65	0,64	4	0,74	14	2,58
12.	Kelas VII-C	1,65	0,64	10	1,84	14	2,58
13.	WC Guru Putra	0,47	0,31	-	-	2	0,37
14.	WC Guru Putri	0,47	0,31	1	0,18	2	0,37
15.	WC Putra	0,50	0,32	2	0,37	4	0,74
16.	WC Putri	0,68	0,41	2	0,37	6	1,10
17.	Tangga 1	0,68	0,41	-	-	3	0,55
18.	Tangga 2	0,68	0,41	-	-	3	0,55
19.	Teras 1	0,59	0,37	1	0,18	3	0,55
20.	Teras Tengah	0,61	0,37	1	0,18	3	0,55
21.	Teras 2	0,60	0,37	2	0,37	5	0,92
Lantai 3							
1.	Koordinator dan Guru	1,50	0,62	16	2,94	10	1,84
2.	Perpustakaan	1,06	0,55	6	1,10	6	1,10
3.	Dapur	0,49	0,31	-	-	2	0,37

Tabel 4. 5 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak (Lanjutan)

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 3							
4.	Laboratorium Komputer	1,57	0,63	8	1,47	18	3,31
5.	Kelas XII-IIS	1,65	0,64	4	0,74	14	2,58
6.	Kelas XII-MIA	1,35	0,60	4	0,74	10	1,84
7.	Kelas XI-IIS	1,22	0,58	2	0,37	8	1,47
8.	Gudang XI-IIS	0,68	0,41	1	0,18	1	0,18
9.	Kelas XI-MIA	1,65	0,64	6	1,10	14	2,58
10.	Kelas X-IIS	1,65	0,64	4	0,74	14	2,58
11.	Kelas X-MIA 1	1,49	0,62	4	0,74	12	2,21
12.	Kelas X-MIA 2	1,49	0,62	4	0,74	12	2,21
13.	WC Guru Putra	0,47	0,31	1	0,18	2	0,37
14.	WC Guru Putri	0,47	0,31	1	0,18	2	0,37
15.	WC Putra	0,50	0,32	4	0,74	4	0,74
16.	WC Putri	0,68	0,41	2	0,37	6	1,10
17.	Tangga 1	0,68	0,41	-	-	3	0,55
18.	Tangga 2	0,68	0,41	-	-	3	0,55
19.	Teras 1	0,59	0,37	1	0,18	3	0,55
20.	Teras Tengah	0,61	0,37	1	0,18	3	0,55
21.	Teras 2	0,60	0,37	2	0,37	5	0,92
Jumlah				240	44,16	446	82,06

4. 3 Perhitungan Sistem Tata Udara pada Gedung SMP dan SMA

Perhitungan sistem tata udara, baik pada gedung SMP dan SMA, maupun pada gedung KB/TK, dilakukan dalam 2 jenis perhitungan, yaitu perhitungan

sistem tata udara tanpa memperhatikan nilai COP dan EER, sedangkan yang lainnya adalah perhitungan dengan memperhatikan nilai COP dan EER.

4. 3. 1 Perhitungan Sistem Tata Udara Tanpa Memperhatikan Nilai COP dan EER pada Gedung SMP dan SMA

Perhitungan sistem tata udara tanpa memperhatikan nilai COP dan EER, yaitu dengan hanya mengganti refrigeran yang digunakan setiap AC dengan refrigeran Musicool MC-22 yang diasumsikan penghematan konsumsi energi listriknya sebesar 18% dari konsumsi energi listrik refrigeran lainnya. Berikut ini contoh perhitungan pada ruangan Sekretariat YKIK dan Dikdasmen.

Diketahui : Pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen terpasang tiga pendingin ruangan (AC) yang berbeda merk-nya, yaitu :

$AC_1 = \text{Gree}$	$AC_2 = \text{Panasonic}$
Daya (P_1) = 680 W	Daya (P_2) = 800 W
Banyak (n_1) = 1 unit	Banyak (n_2) = 2 unit

Maka, daya yang terpakai dengan menggunakan refrigeran Musicool MC-22 yang diasumsikan lebih hemat 18% adalah :

$$= [(680 \times 1) + (800 \times 2)] - \{[(680 \times 1) + (800 \times 2)] \times 18\%$$

$$= 2280,00 - 410,40 \Rightarrow 1869,60 \text{ Watt}$$

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refrigeran Musicool MC-22

No.	Nama Ruangan	Merk	Daya (W)	Banyak	Daya (W) dengan Refrigeran Musicool MC-22
Lantai 1					
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	Gree	680	1	1.869,60
		Panasonic	800	2	
2.	Guru Putri	Changhong	650	2	1.066,00

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refrigeran Musicool MC-22 (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	Daya (W)	Banyak	Daya (W) dengan Refrigeran Musicool MC-22
Lantai 1					
3.	Kepala Sekolah	Gree	680	1	1.090,60
		Changhong	650	1	
4.	Guru Putra	Gree	680	1	2.689,60
		Aux	2600	1	
5.	TU	Gree	2638	1	2.163,16
6.	UKS	Gree	680	1	557,60
7.	Laboratorium IPA	Aux	2600	1	2.665,00
		Changhong	650	1	
8.	Kelas IX-A	Panasonic	800	1	2.819,16
		Gree	2638	1	
9.	Kelas IX-B	Gree	680	1	2.720,76
		Gree	2638	1	
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	Gree	680	2	1.115,20
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	Aux	2600	1	2.132,00
3.	Bimbingan Konseling (BK)	Gree	680	1	557,60
4.	Kelas VIII-A	Aux	2600	1	2.132,00
5.	Kelas VIII-B	Gree	2638	2	4.326,32
6.	Kelas VIII-C	Panasonic	5280	2	8.659,20
7.	Kelas VII-B	Gree	2638	2	4.326,32

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refrigeran Musicool MC-22 (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	Daya (W)	Banyak	Daya (W) dengan Refrigeran Musicool MC-22
Lantai 2					
8.	Kelas VII-A	Aux	2600	1	4.295,16
		Gree	2638	1	
9.	Kelas VII-C	Gree	680	2	1.115,20
Lantai 3					
1.	Koordinator dan Guru	Gree	680	1	2.720,76
		Gree	2638	1	
2.	Perpustakaan	Gree	680	1	557,60
3.	Laboratorium Komputer	Gree	680	1	2.689,60
		Aux	2600	1	
4.	Kelas XII-IIS	Aux	2100	1	2.788,00
		Changhong	650	2	
5.	Kelas XII-MIA	Gree	2638	1	3.229,16
		Changhong	650	2	
6.	Kelas XI-IIS	Changhong	650	1	2.665,00
		Aux	2600	1	
7.	Kelas XI-MIA	Gree	680	1	4.852,76
		Gree	2638	1	
		Aux	2600	1	
8.	Kelas X-IIS	Gree	680	1	3.665,40
		Aux	2600	1	
		Changhong	1190	1	
9.	Kelas X-MIA 1	Gree	680	1	2.689,60
		Aux	2600	1	
10.	Kelas X-MIA 2	Gree	680	1	2.812,60
		Aux	2100	1	
		Changhong	650	1	
Jumlah					74.970,96

4. 3. 2 Perhitungan Sistem Tata Udara dengan Memperhatikan Nilai COP dan EER pada Gedung SMP dan SMA

4. 3. 2. 1 Menghitung COP dan EER dengan AC yang Terpasang Saat Ini

Misalnya pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen, perhitungan COP dan EER pada pendingin udaranya, yaitu berturut-turut menggunakan persamaan (2.9) dan persamaan (2.10). Untuk ruangan yang lain, juga sama cara perhitungannya.

Diketahui : Pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen terpasang tiga pendingin ruangan (AC) yang berbeda merk-nya, yaitu :

$AC_1 = \text{Gree}$	$AC_2 = \text{Panasonic}$
Daya (P_1) = 680 W = 0,68 kW	Daya (P_2) = 800 W = 0,8 kW
Banyak (n_1) = 1 unit	Banyak (n_2) = 2 unit
Kapaitas = ± 9000 Btu/h	Kapaitas = ± 9000 Btu/h

maka, perhitungan koefisien COP dan EER pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen adalah :

- Konversi satuan : 1 Btu/h = 0,000293071 kW

$$\begin{aligned}
 COP &= \frac{Q_e \text{ (kW)}}{W_e \text{ (kW)}} \\
 &= \frac{(0,000293071) \cdot [(n_1 \times \text{Btu/h } AC_1) + (n_2 \times \text{Btu/h } AC_2)]}{[(n_1 \times P_1) + (n_2 \times P_2)]} \\
 &= \frac{(0,000293071) \cdot [(1 \times 9000) + (2 \times 9000)]}{[(1 \times 0,68) + (2 \times 0,8)]} \\
 &= 3,5 \text{ (termasuk kriteria Baik)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EER &= \frac{\text{Btu/h}}{W} \times n \\
 &= \frac{(n_1 \times \text{Btu/h } AC_1) + (n_2 \times \text{Btu/h } AC_2)}{[(n_1 \times P_1) + (n_2 \times P_2)]} \\
 &= \frac{(1 \times 9000) + (2 \times 9000)}{(1 \times 680) + (2 \times 800)} \\
 &= 11,8 \text{ (termasuk kriteria Baik)}
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 2.9, maka dapat diketahui bahwa kriteria AC di ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen memiliki nilai COP dan EER yang termasuk dalam kriteria Baik. Untuk AC di ruangan yang lain, perhitungan COP dan EER juga sama seperti pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen ini.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA
Jika menggunakan AC yang Terpasang Saat ini

No.	Nama Ruangan	COP	EER	Kriteria
Lantai 1				
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	3,5	11,8	Baik
2.	Kepala Sekolah	3,9	13,2	Baik
3.	Guru Putra	1,6	5,5	Buruk Sekali
4.	Guru Putri	3,8	13,1	Baik
5.	TU	1,0	3,4	Buruk Sekali
6.	UKS	3,9	13,2	Baik
7.	Laboratorium IPA	1,6	5,4	Buruk Sekali
8.	Kelas IX-A	1,5	5,2	Buruk Sekali
9.	Kelas IX-B	1,6	5,4	Buruk Sekali
Lantai 2				
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	3,9	13,2	Baik
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	1,0	3,5	Buruk Sekali
3.	Bimbingan Konseling (BK)	3,9	13,2	Baik
4.	Kelas VIII-A	1,0	3,5	Buruk Sekali
5.	Kelas VIII-B	1,0	3,4	Buruk Sekali
6.	Kelas VIII-C	1,0	3,4	Buruk Sekali
7.	Kelas VII-A	1,0	3,4	Buruk Sekali
8.	Kelas VII-B	1,0	3,4	Buruk Sekali
9.	Kelas VII-C	3,9	13,2	Baik

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA
Jika menggunakan AC yang Terpasang Saat ini (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	COP	EER	Kriteria
Lantai 3				
1.	Koordinator dan Guru	1,6	5,4	Buruk Sekali
2.	Perpustakaan	3,9	13,2	Baik
3.	Laboratorium Komputer	1,6	5,5	Buruk Sekali
4.	Kelas XII-IIS	2,2	7,6	Buruk Sekali
5.	Kelas XII-MIA	1,9	6,6	Buruk Sekali
6.	Kelas XI-IIS	1,6	5,4	Buruk Sekali
7.	Kelas XI-MIA	1,3	4,6	Buruk Sekali
8.	Kelas X-IIS	2,0	6,7	Buruk Sekali
9.	Kelas X-MIA 1	1,6	5,5	Buruk Sekali
10.	Kelas X-MIA 2	2,3	7,7	Buruk Sekali

4. 3. 2. 2 Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan

Dikarenakan nilai COP dan EER sistem tata udara (AC) dari sebagian besar ruangan-ruangan masih memiliki kriteria Buruk Sekali, maka diadakan analisis untuk menaikkan nilai COP dan EER, minimal mendapatkan kriteria Baik untuk sistem tata udara (AC) di gedung SMP dan SMA Islam Al-Azhar Pontianak. Berikut ini contoh perhitungan kapasitas AC di ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen. Rumus perhitungan yang digunakan adalah persamaan (2.8). Untuk ruangan yang lain, perhitungannya juga sama.

Diketahui : Data ukuran ruangan Sekretariat YKIK dan Dikdasmen, yaitu :

Panjang = 12,9 meter

Lebar = 6,9 meter

maka :

$$\text{Kapasitas AC} = \frac{p \times l \times 500}{2} \Leftrightarrow \frac{12,9 \times 6,9 \times 500}{2} \Leftrightarrow 22.253 \text{ Btu/h}$$

Dari perhitungan diatas, kapasitas AC yang dibutuhkan pada ruangan Sekretariat YKIK dan Dikdasmen sebesar 22.253 Btu/h, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah AC yang berkapasitas ± 35000 Btu/h (atau 3 PK). Berikut ini hasil perhitungan kapasitas AC yang dibutuhkan untuk ruangan lainnya.

Tabel 4. 8 Data Hasil Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan Setiap Ruangan pada Bangunan SMP dan SMA

No.	Nama Ruangan	Perhitungan Kapasitas AC (Btu/h)	Pengelompokkan	
			Btu/h	PK
Lantai 1				
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	22.253	±35000	3 PK
2.	Kepala Sekolah	10.178	±12000	1,5 PK
3.	Guru Putra	8.453	±9000	1 PK
4.	Guru Putri	12.980	±18000	2 PK
5.	TU	5.003	±7000	3/4 PK
6.	UKS	5.003	±7000	3/4 PK
7.	Laboratorium IPA	29.153	±35000	3 PK
8.	Kelas IX-A	12.905	±18000	2 PK
9.	Kelas IX-B	12.905	±18000	2 PK
Lantai 2				
1.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	12.980	±18000	2 PK
2.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	10.178	±12000	1,5 PK
3.	Bimbingan Konseling (BK)	6.728	±7000	3/4 PK

Tabel 4. 8 Data Hasil Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan Setiap Ruangan pada Bangunan SMP dan SMA (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Perhitungan Kapasitas AC (Btu/h)	Pengelompokkan	
			Btu/h	PK
Lantai 2				
4.	Kelas VIII-A	15.353	±18000	2 PK
5.	Kelas VIII-B	12.905	±18000	2 PK
6.	Kelas VIII-C	12.905	±18000	2 PK
7.	Kelas VII-A	13.628	±18000	2 PK
8.	Kelas VII-B	15.353	±18000	2 PK
9.	Kelas VII-C	15.353	±18000	2 PK
Lantai 3				
1.	Koordinator dan Guru	12.980	±18000	2 PK
2.	Perpustakaan	6.728	±7000	3/4 PK
3.	Laboratorium Komputer	13.628	±18000	2 PK
4.	Kelas XII-IIS	15.353	±18000	2 PK
5.	Kelas XII-MIA	10.178	±12000	1,5 PK
6.	Kelas XI-IIS	8.453	±9000	1 PK
7.	Kelas XI-MIA	15.353	±18000	2 PK
8.	Kelas X-IIS	15.353	±18000	2 PK
9.	Kelas X-MIA 1	12.905	±18000	2 PK
10.	Kelas X-MIA 2	12.905	±18000	2 PK

Dari tabel diatas, maka dibutuhkan AC dengan kapasitas 3/4 PK, 1 PK, 1,5 PK, 2 PK, dan 3 PK. Untuk ruangan dengan kapasitas 3/4 PK dan 1 PK dapat dikombinasikan dengan 2 unit AC berkapasitas 0,5 PK. Untuk ruangan dengan kapasitas 3 PK dapat dikombinasikan dengan 2 unit AC berkapasitas 1,5 PK. Rekomendasi AC yang digunakan dalam analisis ini adalah AC Inverter *Splitwall* dengan merk LG *Dualcool with Watt Control-Eco*. Alasan memilih AC ini adalah

karena daya listrik yang digunakan dapat diatur menjadi 80%, 60%, atau 40% dari daya listriknya, berikut ini spesifikasinya.

Tabel 4. 9 Data Spesifikasi AC Inverter LG Dualcool

LG Dualcool with Watt Control-Eco				
Model	Daya (W)	80% Daya (W)	Btu/h	Kapasitas (PK)
T06EV4	495	396	±6000	0,5 PK
T13EV4	1030	824	±12000	1,5 PK
T19EV4	1540	1232	±18000	2 PK

4. 3. 2. 3 Menghitung COP dan EER Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan

Perhitungan COP dan EER ini masih menggunakan persamaan (2.9) dan persamaan (2.10). Misalnya pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen, kapasitas AC yang dibutuhkan adalah 3 PK, maka dapat dikombinasikan dengan 2 unit AC inverter yang masing-masing berkapasitas 1,5 PK dan daya listrik yang digunakan oleh 2 unit AC ini dapat disetting/diatur pada 80% dari konsumsi normal daya listriknya.

Diketahui : AC Inverter = LG T13EV4
 Daya (P) = 1030 W = 1,03 kW
 Banyak (n) = 2 unit
 Kapasitas = ±12000 Btu/h (1,5 PK)

$$\begin{aligned}
 COP &= \frac{Q_e \text{ (kW)}}{W_e \text{ (kW)}} \\
 &= \frac{(0,000293071). (n \times \text{Btu/h AC})}{(n \times P). (\text{persentase daya listrik AC Inverter})} \\
 &= \frac{(0,000293071). (2 \times 12000)}{(2 \times 1,03). (80\%)} \\
 &= 4,3 \text{ (termasuk kriteria Baik Sekali)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EER &= \frac{Btu/h}{W} \times n \\
&= \frac{(n \times Btu/h \text{ AC})}{(n_1 \times P_1). (\text{persentase daya listrik AC Inverter})} \\
&= \frac{(2 \times 12000)}{(2 \times 1030). (80\%)} \\
&= 14,6 \text{ (termasuk kriteria Baik Sekali)}
\end{aligned}$$

Dari Tabel 2.9, dapat diketahui bahwa kriteria AC di ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen, jika menggunakan AC Inverter bermerek LG dengan pengaturan konsumsi dayanya sebesar 80% dari daya normal AC, maka diperkirakan akan memiliki nilai COP dan EER termasuk dalam kriteria Baik Sekali. Untuk perhitungan AC Inverter di ruangan yang lain, perhitungan COP dan EER juga sama seperti pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen ini.

Tabel 4. 10 Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Btu/h	Kapasitas	80 % Daya (W)	Banyak	COP	EER	Kriteria
Lantai 1										
1.	Sekretariat YKIK dan Dikdasmen	LG	T13EV4	±12000	1,5 PK	824	2	4,3	14,6	Baik Sekali
2.	Kepala Sekolah	LG	T13EV4	±12000	1,5 PK	824	1	4,3	14,6	Baik Sekali
3.	Guru Putra	LG	T06EV4	±6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali
4.	Guru Putri	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
5.	TU	LG	T06EV4	±6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali
6.	UKS	LG	T06EV4	±6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali
7.	Laboratorium IPA	LG	T13EV4	±12000	1,5 PK	824	2	4,3	14,6	Baik Sekali
8.	Kelas IX-A	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
9.	Kelas IX-B	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
Lantai 2										
1.	Kelas VIII-A	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
2.	Kelas VIII-B	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali

Tabel 4. 10 Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Btu/h	Kapasitas	80 % Daya (W)	Banyak	COP	EER	Kriteria
Lantai 2										
3.	Kepala Sekolah dan Tenaga Administrasi Sekolah (TAS)	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
4.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	LG	T13EV4	±12000	1,5 PK	824	1	4,3	14,6	Baik Sekali
5.	Bimbingan Konseling (BK)	LG	T06EV4	±6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali
6.	Kelas VIII-C	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
7.	Kelas VII-A	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
8.	Kelas VII-B	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
9.	Kelas VII-C	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
Lantai 3										
1.	Perpustakaan	LG	T06EV4	±6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali

Tabel 4. 10 Nilai COP dan EER pada Bangunan SMP dan SMA Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Btu/h	Kapasitas	80 % Daya (W)	Banyak	COP	EER	Kriteria
Lantai 3										
2.	Koordinator dan Guru	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
3.	Laboratorium Komputer	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
4.	Kelas XII-IIS	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
5.	Kelas XII-MIA	LG	T13EV4	±12000	1,5 PK	824	1	4,3	14,6	Baik Sekali
6.	Kelas XI-IIS	LG	T06EV4	±6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali
7.	Kelas XI-MIA	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
8.	Kelas X-IIS	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
9.	Kelas X-MIA 1	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
10.	Kelas X-MIA 2	LG	T19EV4	±18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
Jumlah						27.440				

4.4 Perhitungan Sistem Penerangan pada Gedung KB/TK

Perhitungan pada sistem penerangan, seperti menentukan nilai indeks ruang (k), efisiensi penerangan (η), banyaknya lampu yang dibutuhkan, dan jumlah kWh lampu yang diperkirakan di gedung KB/TK juga sama seperti perhitungan sistem penerangan pada gedung SMP dan SMA. Perbedaannya adalah untuk tinggi meja atau tinggi permukaan yang diterangi lampu di ruang kelasnya adalah 0,35 meter. Selain didalam ruangan, seperti pada tangga, WC, dan teras, maka menggunakan nilai 0,10 meter.

Tabel 4. 11 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung KB/TK
Islam Al-Azhar Pontianak

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 1							
1.	Laboratorium Komputer	1,44	0,61	16	2,94	22	4,05
2.	Indoor/ Bermain	1,25	0,59	16	2,94	14	2,58
3.	Penitipan/ Daycare	1,02	0,54	4	0,74	10	1,84
4.	Dapur	0,75	0,44	2	0,37	6	1,10
5.	Kelas A Sulaiman	1,24	0,59	10	1,84	16	2,94
6.	Kelas A Muhammad	1,24	0,59	4	0,74	16	2,94
7.	Kelompok Bermain Khadijah	1,19	0,58	4	0,74	14	2,58
8.	Ruang Komputer	1,34	0,60	2	0,37	20	3,68

Tabel 4. 11 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung KB/TK
Islam Al-Azhar Pontianak (Lanjutan)

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 1							
9.	PT. Caraka Wisata	0,72	0,42	2	0,37	6	1,10
10.	Penerima Tamu	1,26	0,59	6	1,10	10	1,84
11.	Tempat Masuk dari Belakang	2,42	0,71	32	5,89	16	2,94
12.	Toilet 1	0,68	0,40	1	0,18	6	1,10
13.	Toilet 2	0,61	0,37	1	0,18	6	1,10
14.	Tangga 1	0,61	0,37	0	0,00	3	0,55
15.	Tangga 2	0,55	0,35	0	0,00	3	0,55
16.	Teras 1	0,59	0,37	2	0,37	5	0,92
17.	Teras 2	0,59	0,37	2	0,37	5	0,92
18.	Teras Depan	0,29	0,21	4	0,74	1	0,18
Lantai 2							
1.	Kepala Sekolah	1,17	0,57	4	0,74	10	1,84
2.	Kantor	0,75	0,44	1	0,18	6	1,10
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	1,11	0,56	2	0,37	10	1,84
4.	Gugus	0,68	0,41	1	0,18	4	0,74
5.	UKS	1,17	0,57	8	1,47	10	1,84
6.	Rapat Yayasan	1,14	0,56	4	0,74	8	1,47
7.	Gudang	0,61	0,37	4	0,74	1	0,18
8.	Aula	2,01	0,68	12	2,21	46	8,46

Tabel 4. 11 Perhitungan Sistem Penerangan pada Lantai 1- 3 Gedung KB/TK
Islam Al-Azhar Pontianak (Lanjutan)

No.	Ruangan	k	η	Dengan Rata-Rata Lux		Dengan Standar Lux	
				Banyak	kWh	Banyak	kWh
Lantai 2							
9.	Kelas B Arrahim	1,25	0,59	24	4,42	16	2,94
10.	Kelas B Assalam	1,24	0,59	16	2,94	16	2,94
11.	Kelas B Al-Quddus	1,24	0,59	8	1,47	16	2,94
12.	Toilet 1	0,68	0,40	1	0,18	6	1,10
13.	Toilet 2	0,61	0,37	1	0,18	6	1,10
14.	Tangga 1	0,61	0,37	1	0,18	3	0,55
15.	Tangga 2	0,55	0,35	1	0,18	3	0,55
16.	Teras 1	0,61	0,38	1	0,18	4	0,74
17	Teras Tengah	0,56	0,35	1	0,18	2	0,37
18	Teras 2	0,59	0,37	2	0,37	5	0,92
Jumlah				200	36,80	351	64,58

4. 5 Perhitungan Sistem Tata Udara pada Gedung KB/TK

Perhitungan sistem tata udara, baik pada gedung SMP dan SMA, maupun pada gedung KB/TK, dilakukan dalam 2 jenis perhitungan, yaitu perhitungan sistem tata udara tanpa memperhatikan nilai COP dan EER, sedangkan yang lainnya adalah perhitungan dengan memperhatikan nilai COP dan EER.

4. 5. 1 Perhitungan Sistem Tata Udara Tanpa Memperhatikan Nilai COP dan EER pada Gedung KB/TK

Perhitungan sistem tata udara tanpa memperhatikan nilai COP dan EER, yaitu dengan hanya mengganti refrigeran yang digunakan setiap AC dengan

refrigeran Musicool MC-22 yang diasumsikan penghematan konsumsi energi listriknya sebesar 18% dari konsumsi energi listrik refrigeran lainnya. Cara perhitungannya sama persis seperti perhitungan pada ruangan Sekretariat YKIK dan Dikdasmen di Gedung SMP dan SMA. Berikut ini hasil perhitungan yang ditunjukkan didalam Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refrigeran Musicool MC-22

No.	Nama Ruangan	Merk	Daya (W)	Banyak	Daya (W) dengan Refrigeran Musicool MC-22
Lantai 1					
1.	Laboratorium Komputer	Gree Aux	680 2600	1 1	2689,60
2.	Indoor/ Bermain	Gree	680	2	1115,20
3.	Penitipan/ Daycare	Gree	680	2	1115,20
4.	Kelas A Sulaiman	Gree	680	2	1115,20
5.	Kelas A Muhammad	Gree	680	2	1115,20
6.	Kelompok Bermain Khadijah	Gree	680	2	1115,20
7.	Ruang Komputer	Gree	680	2	1115,20
8.	PT. Caraka Wisata	Gree	680	1	557,60
Lantai 2					
1.	Kepala Sekolah	Gree Gree	680 2638	1 1	2720,76
2.	Kantor	Panasonic	800	1	656,00

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Perkiraan Daya AC dengan Menggunakan Refrigeran Musicool MC-22 (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	Daya (W)	Banyak	Daya (W) dengan Refrigeran Musicool MC-22
Lantai 2					
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	Gree	680	1	2720,76
		Gree	2638	1	
4.	Kelas B Arrahim	Gree	680	2	1115,20
5.	Kelas B Assalam	Gree	680	2	1115,20
6.	Kelas B Al-Quddus	Gree	680	2	1115,20
Jumlah					19381,52

4. 5. 2 Perhitungan Sistem Tata Udara dengan Memperhatikan Nilai COP dan EER pada Gedung KB/TK

4. 5. 2. 1 Menghitung COP dan EER dengan AC yang Terpasang Saat Ini

Perhitungan nilai COP dan EER dengan pendingin udara (AC) yang terpasang saat ini pada bangunan KB/TK, cara perhitungannya sama seperti pada ruangan Sekretariat YKIK dan Dikdasmen pada bangunan SMP dan SMA yang telah dilakukan, yaitu dengan menggunakan persamaan (2.9) dan persamaan (2.10), maka didapatkan hasil perhitungannya yang ditampilkan dalam Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Nilai COP dan EER pada Bangunan KB/TK Jika Menggunakan AC yang Terpasang Saat ini

No.	Nama Ruangan	COP	EER	Kriteria
Lantai 1				
1.	Indoor/ Bermain	3,9	13,2	Baik

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Nilai COP dan EER pada Bangunan KB/TK Jika Menggunakan AC yang Terpasang Saat ini (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	COP	EER	Kriteria
Lantai 1				
2.	Laboratorium Komputer	1,6	5,5	Buruk Sekali
3.	Penitipan/ Daycare	3,9	13,2	Baik
4.	Kelas A Sulaiman	3,9	13,2	Baik
5.	Kelas A Muhammad	3,9	13,2	Baik
6.	Kelompok Bermain Khadijah	3,9	13,2	Baik
7.	Ruang Komputer	3,9	13,2	Baik
8.	PT. Caraka Wisata	3,9	13,2	Baik
Lantai 2				
1.	Kepala Sekolah	1,6	5,4	Buruk Sekali
2.	Kantor	3,3	11,3	Baik
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	1,6	5,4	Buruk Sekali
4.	Kelas B Arrahim	3,9	13,2	Baik
5.	Kelas B Assalam	3,9	13,2	Baik
6.	Kelas B Al-Quddus	3,9	13,2	Baik

4. 5. 3 Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan

Dikarenakan nilai COP dan EER sistem tata udara (AC) dari ruangan-ruangan masih ada yang memiliki kriteria Buruk Sekali, maka diadakan analisis untuk menaikkan nilai COP dan EER, minimal mendapatkan kriteria Baik untuk sistem tata udara (AC) di gedung KB/TK Islam Al-Azhar Pontianak. Untuk perhitungan kapasitas AC, maka cara perhitungannya sama seperti perhitungan pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen, yaitu menggunakan persamaan (2.8).

Berikut ini Tabel 4.14 yang menampilkan hasil perhitungan kapasitas AC yang dibutuhkan setiap ruangan pada bangunan KB/TK.

Tabel 4. 14 Data Perhitungan Kapasitas AC yang Dibutuhkan Setiap Ruangan pada Bangunan KB/TK

No.	Nama Ruangan	Perhitungan Kapasitas AC (Btu/h)	Pengelompokkan	
			Btu/h	PK
Lantai 1				
1.	Laboratorium Komputer	15.798	18000	2 PK
2.	Indoor/ Bermain	15.798	18000	2 PK
3.	Penitipan/ Daycare	10.473	12000	1,5 PK
4.	Kelas A Sulaiman	15.354	18000	2 PK
5.	Kelas A Muhammad	15.354	18000	2 PK
6.	Kelompok Bermain Khadijah	14.200	18000	2 PK
7.	Ruang Komputer	13.668	18000	2 PK
8.	PT. Caraka Wisata	4.568	7000	3/4 PK
Lantai 2				
1.	Kepala Sekolah	10.473	12000	1,5 PK
2.	Kantor	5.148	7000	3/4 PK
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	12.248	18000	2 PK
4.	Kelas B Arrahim	15.798	18000	2 PK
5.	Kelas B Assalam	15.354	18000	2 PK
6.	Kelas B Al-Quddus	15.354	18000	2 PK

Dari tabel diatas, maka dibutuhkan AC dengan kapasitas 3/4 PK, 1,5 PK, dan 2 PK. Untuk ruangan dengan kapasitas 3/4 PK dapat dikombinasikan dengan 2 unit AC berkapasitas 0,5 PK. Rekomendasi AC yang digunakan dalam analisis ini sama dengan AC Inverter yang direkomendasikan pada bangunan SMP dan SMA sebelumnya.

4. 5. 4 Menghitung COP dan EER Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan

Perhitungan COP dan EER ini masih menggunakan persamaan (2.9) dan persamaan (2.10). Cara perhitungannya juga sama seperti perhitungan pada bangunan SMP dan SMA, yaitu pada ruang Sekretariat YKIK dan Dikdasmen. Daya listrik yang digunakan oleh AC inverter ini dapat disetting/diatur pada 80% dari konsumsi normal daya listriknya. Berikut ini Tabel 4.15 yang menampilkan hasil perhitungan COP dan EER jika setiap ruangan pada bangunan KB/TK diganti dengan AC inverter.

Tabel 4. 15 Nilai COP dan EER pada Bangunan KB/TK Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Btu/h	Kapasitas	80 % Daya (W)	Banyak	COP	EER	Kriteria
Lantai 1										
1.	Laboratorium Komputer	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
2.	Indoor/ Bermain	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
3.	Penitipan/ Daycare	LG	T13EV4	12000	1,5 PK	824	1	4,3	14,6	Baik Sekali
4.	Kelas A Sulaiman	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
5.	Kelas A Muhammad	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
6.	Kelompok Bermain Khadijah	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
7.	Ruang Komputer	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
8.	PT. Caraka Wisata	LG	T06EV4	6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali
Lantai 2										
1.	Kepala Sekolah	LG	T13EV4	12000	1,5 PK	824	1	4,3	14,6	Baik Sekali
2.	Kantor	LG	T06EV4	6000	0,5 PK	396	2	4,4	15,2	Baik Sekali

Tabel 4. 15 Nilai COP dan EER pada Bangunan KB/TK Jika Menggunakan AC Inverter yang Direkomendasikan (Lanjutan)

No.	Nama Ruangan	Merk	No. Seri	Btu/h	Kapasitas	80 % Daya (W)	Banyak	COP	EER	Kriteria
Lantai 2										
3.	Pusat Sumber Belajar (PSB)	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
4.	Kelas B Arrahim	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
5.	Kelas B Assalam	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
6.	Kelas B Al-Quddus	LG	T19EV4	18000	2 PK	1.232	1	4,3	14,6	Baik Sekali
Jumlah						14.760				

4.6 Perhitungan Penghematan Konsumsi Energi Listrik

Penghematan konsumsi energi listrik dalam analisis ini menghasilkan 2 pilihan. **Pilihan pertama**, yaitu pada sistem penerangan dengan rata-rata lux hasil pengukuran dan sistem tata udara tanpa memperhitungkan nilai COP dan EER atau hanya mengganti refrigeran setiap AC ke Musicool MC-22. Untuk pilihan pertama ini, sistem penerangan belum memenuhi standar SNI dan pada sistem tata udara juga belum memenuhi kriteria baik pada nilai COP-EER. Sedangkan **pilihan kedua**, yaitu pada sistem penerangan dengan standar lux berdasarkan SNI dan sistem tata udara dengan memperhitungkan nilai COP dan EER agar termasuk dalam kriteria sangat baik (dengan cara mengganti AC ke tipe inverter).

Total konsumsi energi listrik per hari pada sistem penerangan dan tata udara pada kondisi saat ini (sebelum rekomendasi) dengan waktu penggunaan 8 jam (pukul 07.00–15.00) :

	Luas Bangunan (m ²)	Sistem Penerangan (kW)	Sistem Tata Udara (kW)
SMP & SMA	2.279,09	5,545	91,428
KB/TK	1.869,70	3,763	23,636

$$\text{Sistem Penerangan} = (5,545 + 3,763) \text{ kW} \times 8 \text{ jam} = 74,46 \text{ kWh}$$

$$\text{Sistem Tata Udara} = (91,428 + 23,636) \text{ kW} \times 8 \text{ jam} = 920,51 \text{ kWh}$$

$$\text{Total konsumsi energi listrik} = (74,46 + 920,51) \text{ kWh} = 994,97 \text{ kWh per hari}$$

Pada **pilihan pertama**, yaitu total konsumsi energi listrik per hari pada sistem penerangan (dengan **rata-rata lux hasil pengukuran**) dan sistem tata udara (**tanpa** memperhitungkan nilai COP dan EER atau hanya mengganti refrigeran setiap AC ke refrigeran Musicool MC-22), yaitu :

	Luas Bangunan (m ²)	Sistem Penerangan (kWh)	Sistem Tata Udara (kW)
SMP & SMA	2.279,09	44,16	74,97096
KB/TK	1.869,70	36,80	19,3815

$$\text{Sistem Penerangan} = (44,16 + 36,80) \text{ kWh} = 80,96 \text{ kWh}$$

$$\text{Sistem Tata Udara} = (74,97096 + 19,3815) \text{ kW} \times 8 \text{ jam} = 754,82 \text{ kWh}$$

$$\text{Total konsumsi energi listrik} = (80,96 + 754,82) \text{ kWh} = 835,78 \text{ kWh per hari}$$

Pada **pilihan kedua**, yaitu total konsumsi energi listrik per hari pada sistem penerangan (dengan **standar lux**) dan sistem tata udara (**dengan** memperhitungkan nilai COP dan EER atau dengan mengganti AC ke tipe inverter), yaitu :

	Luas Bangunan (m ²)	Sistem Penerangan (kWh)	Sistem Tata Udara (kWh)
SMP & SMA	2.279,09	82,06	27,440
KB/TK	1.869,70	64,58	14,760

$$\text{Sistem Penerangan} = (82,06 + 64,58) \text{ kWh} = 146,64 \text{ kWh}$$

$$\text{Sistem Tata Udara} = (27,440 + 14,760) \text{ kW} \times 8 \text{ jam} = 337,60 \text{ kWh}$$

$$\text{Total konsumsi energi listrik} = (146,64 + 337,60) \text{ kWh} = 484,24 \text{ kWh per hari}$$

Maka, penghematan energi listrik atau selisih total konsumsi energi listrik per hari pada sistem penerangan dan tata udara pada **kondisi saat ini** (sebelum rekomendasi) dengan total konsumsi energi listrik pada **pilihan pertama** adalah :

$$= (994,97 \text{ kWh per hari}) - (835,78 \text{ kWh per hari})$$

$$= 159,19 \text{ kWh per hari}$$

Satu tahun sama dengan ± 365 hari. Jika dihitung per tahun, maka penggunaan energi listrik hanya pada hari aktif belajar-mengajar (tanpa memperhitungkan hari libur), maka kira-kira 252 hari per tahun.

$$= (159,19 \text{ kWh/hari}) \times (252 \text{ hari/tahun})$$

$$= 40.115,88 \text{ kWh per tahun}$$

Biaya listrik yang harus dibayarkan sebesar Rp 900,- per kWh. Maka biaya penghematan konsumsi energi listrik per tahun pada pilihan pertama adalah :

$$= (40.115,88 \text{ kWh per tahun}) \times (\text{Rp } 900,- \text{ per kWh})$$

$$= \text{Rp } 36.104.292,- \text{ per tahun}$$

Sedangkan, penghematan energi listrik atau selisih total konsumsi energi listrik per hari pada sistem penerangan dan tata udara pada **kondisi saat ini** (sebelum rekomendasi) dengan total konsumsi energi listrik pada **pilihan kedua**, adalah :

$$= (994,97 \text{ kWh per hari}) - (484,24 \text{ kWh per hari})$$

$$= 510,73 \text{ kWh per hari}$$

$$\text{atau } (510,73 \text{ kWh/hari}) \times (252 \text{ hari/tahun}) = 128.703,96 \text{ kWh per tahun}$$

Biaya listrik yang harus dibayarkan sebesar Rp 900,- per kWh. Maka biaya penghematan konsumsi energi listrik per tahun pada pilihan pertama adalah :

$$= (128.703,96 \text{ kWh per tahun}) \times (\text{Rp } 900,- \text{ per kWh})$$

$$= \text{Rp } 115.833.564,- \text{ per tahun}$$

4.7 Perhitungan Payback Period

Perhitungan payback period dilakukan untuk 2 pilihan rekomendasi, yaitu untuk pilihan pertama dan pilihan kedua. Dari pencarian di internet termasuk pada *online shop*, didapatkan beberapa harga barang yang dibutuhkan dari analisis rekomendasi 2 pilihan sebelumnya, yaitu :

- Lampu Philips LED 23 Watt, 3000 lumen = Rp 100.000,-
- Refrigeran Musicool MC-22, 3 kg = Rp 750.000,-
- AC Inverter LG T06EV4 (0,5 PK) = Rp 3.200.000,-
- AC Inverter LG T13EV4 (1,5 PK) = Rp 4.670.000,-
- AC Inverter LG T19EV4 (2,0 PK) = Rp 6.800.000,-

Untuk harga penjualan AC bekas :

- Gree GWC09LW (1,0 PK) = Rp 900.000,-

- Gree GWC09LWS/1 (1,0 PK) = Rp 1.060.000,-
- Changhong CSC-09T1/A01221 (1,0 PK) = Rp 950.000,-
- Changhong CSC-12J1/D01214 (1,5 PK) = Rp 1.100.000,-
- Aux ASW-09A4/FAR3 (1,0 PK) = Rp 1.080.000,-
- Aux ASW-09A4/FOR1 (1,0 PK) = Rp 1.000.000,-
- Panasonic CS-YN9SKJ (1,0 PK) = Rp 1.100.000,-
- Panasonic CS-PC18GKF (2,0 PK) = Rp 2.280.000,-

Pilihan pertama :

Pada sistem penerangan, total lampu yang dibutuhkan pada gedung SMP dan SMA, serta pada gedung KB/TK adalah 440 lampu Philips LED 23 Watt (3000 lumen), maka perhitungan biayanya :

$$= (440) \times (\text{Rp } 100.000,-)$$

$$= \text{Rp } 44.000.000,-$$

Pada sistem tata udara, total refrigeran Musicool MC-22 yang dibutuhkan sebanyak 82 buah, maka perhitungan biayanya :

$$= (82) \times (\text{Rp } 750.000,-)$$

$$= \text{Rp } 61.500.000,-$$

Maka perhitungan payback period pada **pilihan pertama** adalah :

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Biaya pada sistem penerangan dan tata udara}}{\text{Penghematan konsumsi energi listrik pilihan pertama}}$$

$$= \frac{(\text{Rp } 44.000.000,00) + (\text{Rp } 61.500.000,00)}{\text{Rp } 36.104.292,00 \text{ /tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 105.500.000,00}{\text{Rp } 36.104.292,00 \text{ /tahun}}$$

$$= \mathbf{3 \text{ tahun}}$$

Pilihan kedua :

Pada sistem penerangan, total lampu yang dibutuhkan pada gedung SMP dan SMA, serta pada gedung KB/TK adalah 797 lampu Philips LED 23 Watt (3000 lumen), maka perhitungan biayanya :

$$= (797) \times (\text{Rp } 100.000,-)$$

$$= \text{Rp } 79.700.000,-$$

Pada sistem tata udara, total AC Inverter LG T06EV4 (0,5 PK) dan AC Inverter LG T13EV4 (1,5 PK) serta AC Inverter LG T19EV4 (2,0 PK) yang dibutuhkan berturut-turut sebanyak 16, 9, dan 27 unit, maka perhitungan biayanya :

$$= [16 \times (\text{Rp } 3.200.000,-)] + [9 \times (\text{Rp } 4.670.000,-)] + [27 \times (\text{Rp } 6.800.000,-)]$$

$$= (\text{Rp } 51.200.000,-) + (\text{Rp } 42.030.000,-) + (\text{Rp } 183.600.000,-)$$

$$= \text{Rp } 276.830.000,-$$

- Maka perhitungan payback period pada pilihan kedua tanpa penjualan AC bekas adalah :

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Biaya pada sistem penerangan dan tata udara}}{\text{Penghematan konsumsi energi listrik pilihan kedua}}$$

$$= \frac{(\text{Rp } 79.700.000,00) + (\text{Rp } 276.830.000,00)}{\text{Rp } 115.833.564,00 \text{ /tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 356.530.000,00}{\text{Rp } 115.833.564,00 \text{ /tahun}}$$

$$= \mathbf{3 \text{ tahun , 1 bulan}}$$

- Jika perhitungan payback period pada pilihan kedua disertai dengan penjualan AC bekas, maka perhitungannya adalah :

Tabel 4. 16 Banyak AC yang Terpasang pada Gedung SMP, SMA, KB/TK

Merk AC	SMP dan SMA (Unit)	KB/TK (Unit)
Gree GWC09LW (1,0 PK)	17	22

Tabel 4. 16 Banyak AC yang Terpasang pada Gedung SMP, SMA, KB/TK
(Lanjutan)

Merk AC	SMP dan SMA (Unit)	KB/TK (Unit)
Gree GWC09LW (1,0 PK)	17	22
Gree GWC09LWS/1 (1,0 PK)	10	2
Changhong CSC-09T1 (1,0 PK)	10	-
Changhong CSC-12J1 (1,5 PK)	1	-
Aux ASW-09A4/FAR3 (1,0 PK)	10	1
Aux ASW-09A4/FOR1 (1,0 PK)	2	-
Panasonic CS-YN9SKJ (1,0 PK)	3	1
Panasonic CS-PC18GKF (2,0 PK)	2	-

Maka harga penjualan beberapa AC diatas adalah :

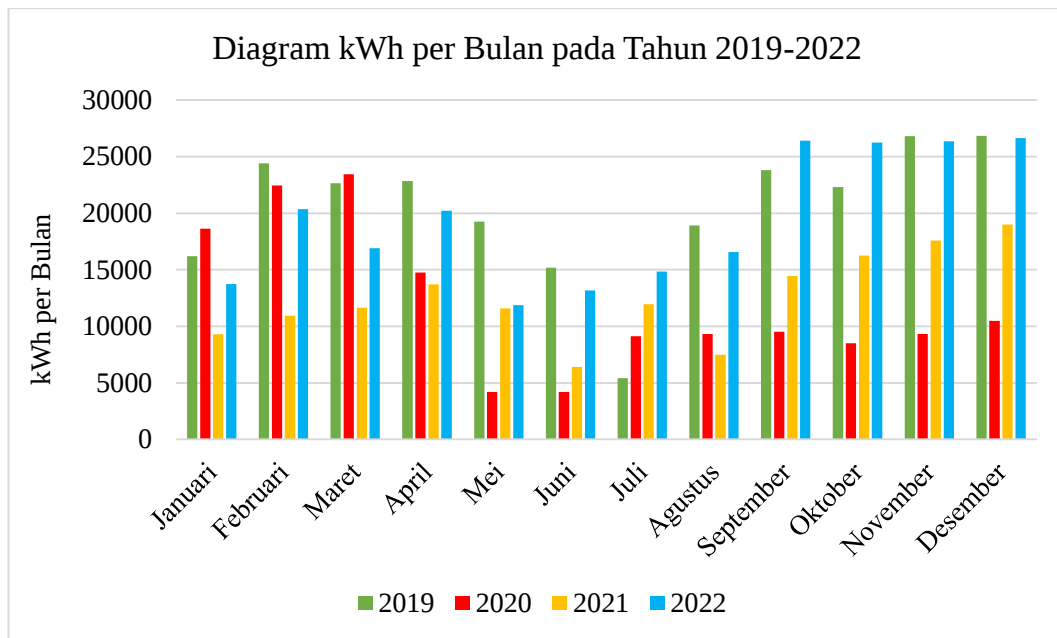
Banyak AC × Harga AC per Unit = Jumlah harga AC per merek

(17 + 22)	× (Rp 900.000,-)	= Rp 35.100.000,-
(10 + 1)	× (Rp 1.060.000,-)	= Rp 11.660.000,-
10	× (Rp 950.000,-)	= Rp 9.500.000,-
1	× (Rp 1.100.000,-)	= Rp 1.100.000,-
(10 + 1)	× (Rp 1.080.000,-)	= Rp 11.880.000,-
2	× (Rp 1.000.000,-)	= Rp 2.000.000,-
(3 + 1)	× (Rp 1.100.000,-)	= Rp 4.400.000,-
2	× (Rp 2.280.000,-)	= Rp 4.560.000,-
Total Harga		= Rp 80.200.000,-

Maka, perhitungan payback period pada pilihan kedua jika disertai dengan penjualan AC bekas adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Payback Period} &= \frac{(\text{Rp } 356.530.000,00) - (\text{Rp } 80.200.000,00)}{\text{Rp } 115.833.564,00 \text{ /tahun}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 276.330.000,00}{\text{Rp } 115.833.564,00 \text{ /tahun}} \\
 &= \mathbf{2 \text{ tahun , 5 bulan}}
 \end{aligned}$$

Dibawah ini adalah diagram dari data konsumsi energi listrik (kWh per Bulan) pada Tahun 2019-2022 di gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak, di SMP Islam AL-Azhar 17 Pontianak, dan SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak.

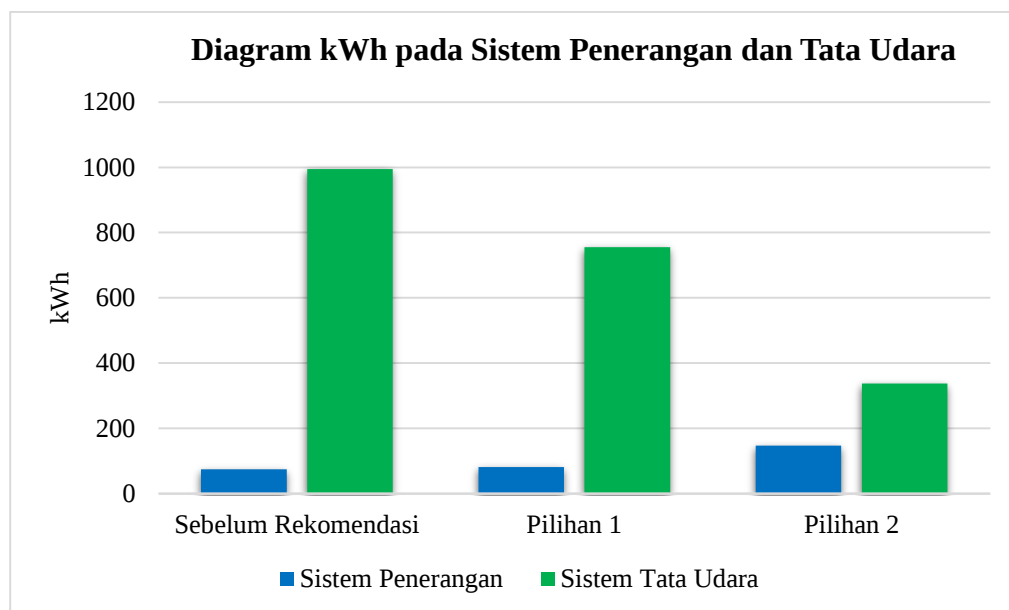


Dari diagram diatas, konsumsi energi listrik pada tahun 2019 sebelum Pandemi Covid-19 masih stabil pada 15.166 sampai 26.826 kWh per bulan, kecuali pada bulan Juli terjadi penurunan konsumsi energi listrik, dimana konsumsi energi listriknya sebesar 5.405 kWh dikarenakan adanya liburan semester dua.

Konsumsi energi listrik pada bulan Januari – April tahun 2020, juga masih stabil pada 14.761 sampai 23.446 kWh per bulan dikarenakan pada saat itu masih belum diterapkan sistem belajar secara Daring (Dalam Jaringan / *Online*) karena belum adanya kesadaran tentang bahayanya Covid-19, padahal virus ini mulai menyebar pada bulan Desember 2019. Kemudian pada bulan Mei 2020 – Agustus 2021 diterapkan sistem belajar secara Daring atas imbauan Pemerintah dikarenakan mulai adanya kesadaran tentang bahayanya Pandemi Covid-19. Pada sistem pembelajaran ini, para siswa melaksanakan pembelajaran dari rumah tanpa harus ke sekolahan, sehingga penggunaan peralatan listrik, seperti lampu penerangan dan pendingin udara (AC) diruang kelas tidak digunakan. Maka terjadi penurunan konsumsi energi listrik pada bulan ini, dimana konsumsi energi listriknya pada rentang 4.200 sampai 13.706 kWh per bulan.

Konsumsi energi listrik pada bulan September 2021 – Desember 2022 mulai kembali stabil karena sekolah mulai menerapkan sistem belajar secara tatap muka langsung (dengan syarat harus mengikuti Protokol Covid-19). Pada sistem pembelajaran ini, para siswa turun ke sekolah, sehingga fasilitas-fasilitas disekolah mulai digunakan kembali seperti sebelum Pandemi Covid-19. Penggunaan peralatan listrik, seperti lampu penerangan dan pendingin udara (AC) juga mulai digunakan kembali, sehingga terjadi kenaikan konsumsi energi listrik, yaitu dengan rentang 14.438 – 26.645 kWh per bulan.

Dibawah ini adalah diagram konsumsi energi listrik (kWh) dari hasil analisis dan perhitungan untuk sistem penerangan dan tata udara, baik sebelum rekomendasi (pada kondisi yang terpasang saat ini), maupun sesudah rekomendasi, yaitu pilihan 1 dan pilihan 2.



Dari diagram diatas, asumsi penggunaan energi listrik saat ini (sebelum rekomendasi), pada sistem penerangan sebesar 74,46 kWh/ hari dan pada sistem tata udara sebesar 920,51 kWh/ hari. Maka, gabungan konsumsi energi listrik pada sistem penerangan dan tata udara sebesar 994,97 kWh per hari.

Pada rekomendasi pilihan 1, asumsi penggunaan energi listrik per hari, pada sistem penerangan sebesar 80,96 kWh (naik sebesar 6,5 kWh atau 8% dari penggunaan energi listrik saat ini) dan pada sistem tata udara sebesar 754,82 kWh

(lebih hemat 165,69 kWh atau 18% dari penggunaan energi saat ini). Maka gabungan konsumsi energi listrik pada sistem penerangan dan tata udara pada pilihan 1 sebesar 835,78 kWh per hari (lebih hemat 159,19 kWh/ hari atau 16% dari penggunaan energi listrik saat ini).

Sedangkan, pada rekomendasi pilihan 2, asumsi penggunaan energi listrik pada sistem penerangan sebesar 146,64 kWh (naik sebesar 72,18 kWh atau 97% dari penggunaan energi listrik saat ini) dan pada sistem tata udara sebesar 337,60 kWh (lebih hemat 582,91 kWh atau 63,32% dari penggunaan energi saat ini). Maka gabungan konsumsi energi listrik pada sistem penerangan dan tata udara pada pilihan 2 sebesar 484,24 kWh per hari (lebih hemat 510,73 kWh/ hari atau 51,33% dari penggunaan energi listrik saat ini).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dalam tugas akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan, antara lain :

- Dari perhitungan IKE awal, diperkirakan bahwa penggunaan energi listrik di sekolahan Islam Al-Azhar Pontianak masih tergolong sangat efisien. Namun, berdasarkan pengukuran dan observasi secara langsung di sekolahan, sebagian besar ruangnya masih menggunakan lampu TL dengan tingkat pencahayaan yang masih kurang menurut standar SNI dan AC yang terpasang masih menggunakan refrigeran yang kurang ramah lingkungan dan kurang hemat energi. Maka dilakukan analisis jika dilakukan pergantian dari lampu TL ke LED dan pergantian refrigeran AC ke refrigeran yang lebih hemat energi atau dengan mengganti AC ke tipe inverter.
- Didapatkan 2 pilihan rekomendasi penghematan energi listrik, yaitu pada pilihan pertama menggunakan sistem penerangan dari rata-rata lux hasil pengukuran dan sistem tata udara tanpa memperhitungkan nilai COP dan EER (hanya mengganti refrigeran AC ke refrigeran Musicool MC-22). Sedangkan pilihan kedua menggunakan sistem penerangan dengan standar lux SNI dan sistem tata udara dengan memperhitungkan nilai COP dan EER (dengan mengganti AC ke tipe inverter).
- Pada rekomendasi pertama, sistem penerangan keseluruhan pada gedung KB/TK, SMP dan SMA, membutuhkan lampu Philips LED 23 Watt sebanyak 440 buah lampu. Sedangkan pada sistem tata udara, dilakukan pergantian refrigeran ke Musicool MC-22 sebanyak 82 buah refrigeran. Dalam analisis ini, pada sistem penerangan akan terjadi kenaikan konsumsi energi listrik sebesar 6,5 kWh. Tetapi pada sistem tata udara terjadi penurunan konsumsi energi listrik sebesar 165,69 kWh. Biaya yang dibutuhkan untuk rekomendasi pertama sebesar Rp105.500.000,00. Perkiraan besar penghematan energi listriknya, yaitu 159,19 kWh/hari atau sekitar 16% lebih hemat. Perkiraan *payback period*-nya adalah 3 tahun.

- Pada rekomendasi kedua, sistem penerangan keseluruhan membutuhkan lampu Philips LED 23 Watt sebanyak 797 buah lampu. Sedangkan pada sistem tata udara, dilakukan pergantian AC ke tipe inverter. AC Inverter yang direkomendasikan adalah LG T06EV4 (0.5 PK), LG T13EV4 (1.5 PK), dan LG T19EV4 (2.0 PK) berturut-turut sebanyak 16, 9, dan 27 unit. Dalam analisis ini, sistem penerangan akan mengalami kenaikan sebesar 72,18 kWh karena disesuaikan dengan standar SNI, tetapi pada sistem tata udara akan mengalami penurunan sebesar 582,91 kWh. Biaya yang dibutuhkan untuk rekomendasi ini sebesar Rp356.530.000,00. Perkiraan besar penghematan energi listriknya, yaitu 510,73 kWh/hari atau sekitar 51,33 % lebih hemat. *Payback period*-nya adalah 3 tahun 1 bulan. Tetapi, jika pergantian AC ke tipe inverter disertai dengan penjualan AC yang terpasang saat ini, maka perkiraan biayanya berkurang menjadi Rp276.330.000,00 dan *payback period*-nya adalah 2 tahun 5 bulan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan dalam tugas akhir ini berdasarkan observasi dan hasil analisis yang telah dilakukan, yaitu :

- Gunakanlah peralatan listrik sesuai kebutuhan saja, misalnya jika ruangan yang sedang dipakai dalam keadaan terang dan sejuk (tidak membuat gerah), maka segera matikan lampu dan AC atau pendingin ruangan lainnya (kipas angin) agar dapat menghemat konsumsi energi listrik.
- Dikarenakan AC selalu membutuhkan daya listrik yang besar pada saat menghidupkannya pertama kali, maka sebaiknya jangan terlalu sering menyalakan dan mematikan AC. Jika ruangan membutuhkan penggunaan AC, maka usahakan pintu, jendela, dan ventilasi udara lainnya pada ruangan tersebut harus tertutup rapat agar proses pendinginan ruangan menjadi maksimal dan proses kerja AC menjadi lebih stabil, terutama AC inverter. Karena AC yang proses kerjanya stabil biasanya akan mengkonsumsi daya yang lebih sedikit, namun pendinginan ruangan dapat maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surya, Febry Andhika. 2022. *Audit Energi Sistem Pencahayaan dan Tata Udara pada Kantor Bupati Bengkayang*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.
- [2] Ansor, Muhammad Muchlis. 2022. *Analisis Audit Energi Sistem Pencahayaan dan Tata Udara di Universitas Muhammadiyah Pontianak*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.
- [3] Gusnaldi. 2021. *Analisis Audit Energi pada Gedung Dinas Perhubungan dan Lingkungan Hidup Kabupaten Mempawah*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.
- [4] Miqrad, Shalahuddin. 2020. *Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik dengan Audit Energi*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.
- [5] Rahmawati, Anggun. 2020. *Evaluasi Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik dan Upaya Menghemat Penggunaan Energi Listrik di SMP Negeri 03 Sungai Raya*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.
- [6] Syahri. 2015. Audit Energi Listrik di SMK Negeri 2 Pontianak. *Jurnal ELKHA*. Vol. 7(I). Hlm. 28–33.
- [7] Lampu pijar. (n.d.). July 11, 2022.
https://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar
- [8] Energi listrik. (n.d.). September 18, 2021.
https://id.m.wikipedia.org/wiki/Energi_listrik#
- [9] BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2011. *Prosedur audit energi pada bangunan gedung*. SNI 6196-2011. Jakarta : BSN.
- [10] BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2011. *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. SNI 6197-2011. Jakarta : BSN.
- [11] BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2011. *Konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung*. SNI 6390-2011. Jakarta : BSN.
- [12] BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2019. *Pengukuran intensitas pencahayaan di tempat kerja*. SNI 7062-2019. Jakarta : BSN.
- [13] Blogteknisi. 2015. *Standarisasi Penggunaan Energi pada Bangunan Gedung*. WordPress.
- [14] Lampu halogen. (n.d.). Agustus 6, 2021.
https://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu_halogen

- [15] Lampu pendar. (n.d.). Maret 29, 2021. Diakses pada laman web : https://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu_pendar
- [16] Lampu LED. (n.d.). Mei 24, 2022. Diakses pada laman web : https://id.m.wikipedia.org/wiki/Lampu_LED
- [17] Septian, Bagus. Cara Menghitung Kebutuhan AC. September 25, 2022. <https://id.scribd.com/doc/237476606/38249762-Cara-Menghitung-Kebutuhan-AC>
- [18] Peraturan Menteri ESDM No. 28 Tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)
- [19] Wicaksono, Agung. 2022. *Audit Energi dan Peluang Hemat Energi Listrik di Sekolah Dasar Islam Al Azhar 21 Pontianak*. Pontianak : Fakultas Teknik Untan.
- [20] Kemdikbud. 2021. Data Pokok TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak. <https://dapo.kemdikbud.go.id/sekolah/E5CA8C10F98F7EE18BB0>
- [21] Kemdikbud. 2021. Data Pokok SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak. <https://dapo.kemdikbud.go.id/sekolah/A5AB3A6082AC1A52AD09>
- [22] Kemdikbud. 2021. Data Pokok SMA Islam Al-Azhar 10 Pontianak. <https://dapo.kemdikbud.go.id/sekolah/56BB4462492040209D11>
- [23] Anugrah. 2018. Mengenal Jenis-Jenis Freon AC Rumah Tangga. <https://anugrahjayatechnic.com/mengenal-jenis-freon-ac-rumah-tangga/>
- [24] Buku Saku. *Panduan Teknik Penerangan Bangunan Dan Gedung*.
- [25] BR07. 2020. *Cara Menghitung Banyaknya Lampu Penerangan yang Diperlukan pada Suatu Ruangan*. Diakses pada laman web : <https://golodogudud.blogspot.com/2020/02/cara-menghitung-banyaknya-lampu.html?m=1>
- [26] Ratnasari, Nur Dwi. 2021. *Ini Dia Jenis Freon AC yang Perlu Kamu Ketahui*. <https://www.pinhom.id/pinhom-home-service/insight/jenis-freon-ac/>
- [27] PT Bina Indojoya. 2020. *Inilah Berbagai Jenis Freon AC yang Biasa Digunakan*. <https://www.binaindojaya.com/inilah-berbagai-jenis-freon-ac-yang-biasa-digunakan>
- [28] PT Pertamina (Persero). 2020. *Musicool*. Diakses pada laman web : <https://www.pertamina.com/id/musicool>

- [29] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi.
- [30] Mohammad, Alber Fadly. 2017. *Analisis Audit Energi Listrik dan Selubung Bangunan serta Peluang Hemat Energi, Studi Kasus : SMA Muhammadiyah 1 Kota Pekanbaru Propinsi Riau*. Riau : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- [31] Abang Benerin. 2021. *Jangan Sampai Salah! Ini Dia Jenis Freon AC yang Perlu Kamu Ketahui*. <https://www.abangbenerin.com/blog/jangan-sampai-salah-ini-dia-jenis-freon-ac-yang-perlu-kamu-ketahui/>
- [32] Hadhi, Rudhi. *Jenis Refrigerant/Freon yang Digunakan pada AC Split*. <https://dutaserviceac.com/jenis-refrigerant-pada-ac-split/?amp>
- [33] PT Mid Solusi Nusantara. 2022. *Cara Menghitung Payback Period pada Studi Kelayakan Bisnis*. Jurnal Entrepreneur. <https://www.jurnal.id/id/blog/cara-menghitung-payback-period-pada-studi-kelayakan-bisnis-sbc/>
- [34] Dwi Hapsari, Dewi. 2018. *Analisis Grafik Pengaruh Warna Dinding Suatu Ruangan terhadap Intensitas Cahaya*. Malang : Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [35] Rostore Sales Online. 2023. *Led Philips 23 Watt*. Diakses pada laman web : <https://rostore.salesonline2023.com/content?c=led+philips+23+watt&id=20>
- [36] PT Pertamina (Persero). 2023. *Musicool*. Diakses pada laman web : <https://musicoolpromo.com/product/6>
- [37] LG Jeong-Do Management Ethics Hotline. 2023.*T06EV4*. Diakses pada laman: <https://www.lg.com/id/ac-lg-dualcool-inverter/lg-T06EV4>
- [38] LG Jeong-Do Management Ethics Hotline. 2023.*T13EV4*. Diakses pada laman: <https://www.lg.com/id/ac-lg-dualcool-inverter/lg-T13EV4>
- [39] LG Jeong-Do Management Ethics Hotline. 2023.*T19EV4*. Diakses pada laman: <https://www.lg.com/id/ac-lg-dualcool-inverter/lg-T19EV4#none>

LAMPIRAN



Gambar diatas adalah keadaan ruang kelas IX-A pada pukul 08.00 WIB, gedung SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak.



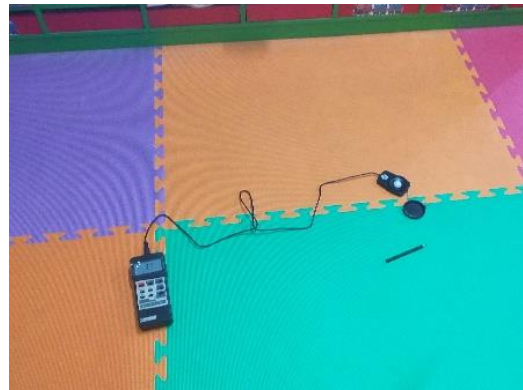
Gambar diatas adalah pengukuran kuat pencahayaan lampu pada pukul 08.10 WIB dengan menggunakan luxmeter Lutron LX-105 di ruang kelas IX-A.



Gambar diatas adalah keadaan ruang kelas VII-C pada pukul 09.20 WIB jika lampu tidak dihidupkan.



Gambar diatas adalah pengukuran panjang, lebar, tinggi plafon, dan tinggi meja di ruang kelas IX-A SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak.



Gambar diatas adalah keadaan ruang Penitipan/*Daycare* pada pukul 08.00 WIB, gedung KB/TK Islam Al-Azhar 21 Pontianak.



Gambar diatas adalah pengukuran kuat penerangan lampu di ruang Penitipan/*Daycare* pada pukul 08.10 WIB.



Gambar diatas adalah pengukuran panjang, lebar, dan tinggi di ruang Penitipan/*Daycare*.



Gambar diatas adalah pengukuran kuat pencahayaan lampu pada pukul 20.00 WIB di teras penerimaan tamu, gedung SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak.



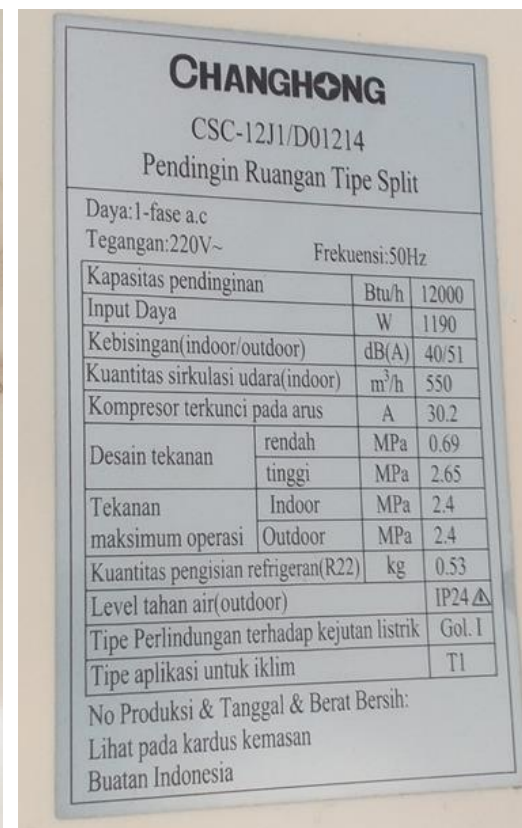
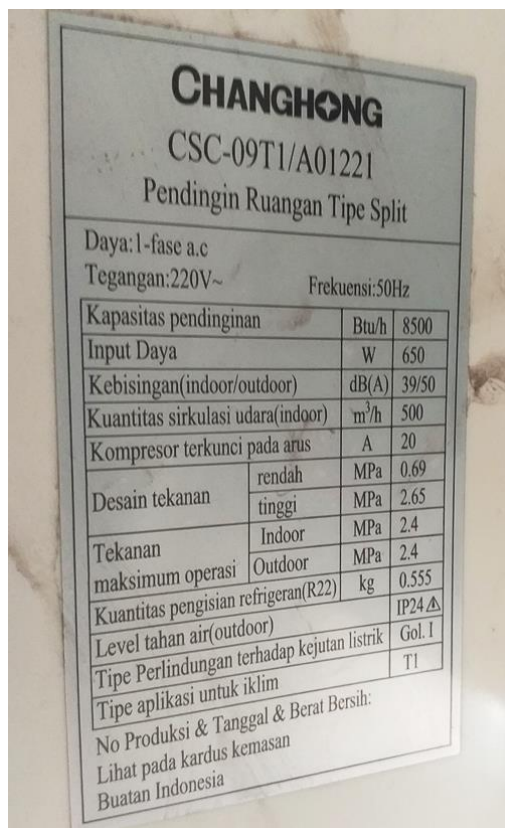
Gambar diatas adalah pendingin udara (AC) 1 PK merk Gree yang terpasang di ruang kelas VII-C SMP Islam Al-Azhar 17 Pontianak.



Gambar diatas adalah pendingin udara (AC) 1 PK merk Gree yang terpasang di ruang kelas IX-B dan kelas VII-A.



Gambar diatas adalah pendingin udara (AC) 1 PK merk Changhong dan AUX yang terpasang di ruang kelas XII-IIS



AUX CE
Mesin Pengatur Suhu Udara

Model Produk	ASW-09A4/FAR3
Model Unit Dalam	ASW-09A4/FAR3
Kelas Pencegahan Sengat Listrik	Class I
Jenis Iklim	T1
Tegangan Kerja	220-240V~
Frekuensi	50Hz
Kapasitas Pendinginan	2.6kW
Arus Masukan Rata-rata	3.6A
Daya Masukan Rata-rata	0.78kW
Arus Masukan Maksimal	4.7A
Daya Masukan Maksimal	0.93kW
Tekanan Buang Maks.	4.3MPa
Tekanan Isap Maks.	2.5MPa
Refrigerant	R32
Jumlah Refrigerant	0.39kg
Volume Aliran Udara	580m ³ /h
Kebisingan Unit Dalam/Luar	≤44/50dB(A)
Berat Bersih Unit Dalam	8kg
Berat Bersih Unit Luar	24kg
Tanggal	2022.05
No.	B4044C087403N01105



Negara Pembuat : R.R.T

 **SNI**
SNI IEC 60335-2-40:2009
NPB 118-118-182904

Panasonic
空調器
AIR CONDITIONER

型號
MODEL NO CS-PC18GKF

相位
PHASE 1

額定電壓
VOLTS 220-240 V~

額定頻率
FREQ. 50 Hz

制冷劑名稱
REFRIGERANT R22

Panasonic PENDINGIN RUANGAN

No. Model	FASA	1	FREKUENSI	50 Hz	NO. SERI
CS-YN9SKJ	TEGANGAN	220 V~	REFRIGERAN	R32	14081566529
			TANGGAL PRODUKSI	0218	

PT. Panasonic Manufacturing
Indonesia
Jakarta, Indonesia
Dibuat di Indonesia
ACXF08-07118

Produk yang Diusulkan untuk Sistem Penerangan dan Tata Udara :

- Lampu Philips LED 23 Watt, 3000 Lumen, *Cool Daylight*



- Refrigeran Musicool MC-22





MUSICOOL

MUSICool adalah refrigeran alami hidrokarbon dengan kemurnian tinggi untuk menggantikan refrigeran sintetik yang merupakan Bahan Perusak Ozon (BPO) dan penyebab efek Gas Rumah Kaca (GRK). Penggunaan MUSICool akan berkontribusi menjaga kelestarian lingkungan dan memberikan penghematan energi $\pm 20\%$ pada mesin pendingin ruangan, kendaraan, dan mesin pendingin lainnya.

KEUNGGULAN MUSICOOL

- Hemat energi $\pm 20\%$ dibandingkan dengan refrigeran sintetik.
- Ramah lingkungan (Non-BPO & Non-GRK).
- Penggunaan volume refrigeran hanya $\pm 30\%$ dibandingkan dengan refrigeran sintetik.
- Memenuhi persyaratan teknis refrigeran.
- Memenuhi persyaratan SNI.

KEBIJAKAN PEMERINTAH

Larangan penggunaan *Chloroflourocarbon* (CFC), *Hydrochlorofluorocarbon* (HCFC) dan pengurangan *Hydrofluorocarbon* (HFC) yang merupakan Bahan Perusak Ozon (BPO) dan menyebabkan efek Gas Rumah Kaca (GRK) serta penghematan energi (listrik dan BBM), telah dikeluarkan oleh:

- Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan
- Kementerian Perindustrian
- Kementerian Energi & Sumber Daya Mineral
- Kementerian Perdagangan

www.pertamina.com

MUSICOOL #DinginAjaGakCukup



JENIS DAN APLIKASI PRODUK

MC-22



MC-22 digunakan sebagai refrigeran pengganti pada mesin pendingin ruangan yang sebelumnya menggunakan refrigeran sintetik jenis R-22, seperti:

- AC Split
- AC Sentral & Chiller

MC-134



MC-134 digunakan sebagai refrigeran pengganti pada mesin pendingin yang sebelumnya menggunakan refrigeran sintetik jenis R134a, seperti:

- AC Kendaraan
- Mesin Pendingin yang sebelumnya menggunakan R-134a dan R-12



MUTU PRODUK

Mutu produk mengacu pada standar yang berlaku, seperti SNI 7647:2010.

ASPEK SAFETY

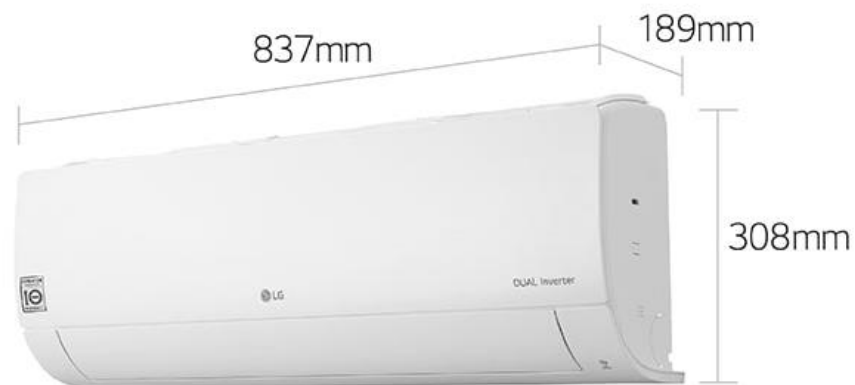
Sifat *flammable* pada refrigeran hidrokarbon diatasi dengan mengacu pada standar penggunaan refrigeran hidrokarbon seperti SNI yang telah ada yaitu: SNI 06-6500-2000, SNI 06-6501.1.2000, SNI 06-6501.2.2000 dan SNI 7647:2010, dll. Sehingga sifat *flammable* dari refrigeran hidrokarbon dapat ditangani dengan baik. Proses penggantian, servis, dan perbaikan mesin pendingin yang menggunakan refrigeran MUSIcool harus dilakukan oleh teknisi yang kompeten.

- AC Inverter LG T06EV4 (0,5 PK)



KAPASITAS PENDINGINAN	: 6.000 (2.000 - 6.500) Btu/h
DIMENSI INDOOR (W × H × D)	: 756 × 256 × 184 Net (mm)
POWER INPUT	: Pengaturan 4 opsi konsumsi listrik (100%, 80%, 60%, 40%)
FITUR UNGGULAN	: Up to 70% energy saving
Tipe	: Split Inverter – Eco
Daya Listrik	: 495 (150 - 560) Watt

- AC Inverter LG T13EV4 (1,5 PK)



KAPASITAS PENDINGINAN	: 12.000 (2.000 - 13.500) Btu/h
DIMENSI INDOOR (W × H × D)	: 837 × 308 × 189 Net (mm)
POWER INPUT	: Pengaturan 4 opsi konsumsi listrik (100%, 80%, 60%, 40%)
FITUR UNGGULAN	: Up to 70% energy saving
Tipe	: Split Inverter – Eco
Daya Listrik	: 1.030 (200 - 1.290) Watt

- AC Inverter LG T19EV4 (2,0 PK)



KAPASITAS PENDINGINAN	: 18.000 (3.400 - 20.000) Btu/h
DIMENSI INDOOR (W × H × D)	: 998 × 345 × 210 Net (mm)
POWER INPUT	: Pengaturan 4 opsi konsumsi listrik (100%, 80%, 60%, 40%)
FITUR UNGGULAN	: Up to 70% energy saving
Tipe	: Split Inverter – Eco
Daya Listrik	: 1.540 (250 - 2.000) Watt

