



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# EVALUASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA TATA UDARA DI SEKOLAH IMAM ASY-SYAFI'I 2 PEKANBARU

## TUGAS AKHIR



Oleh :

**ZAKI FAIRUZ GHANI**

**12150513932**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**  
**PEKANBARU**

**2026**



UIN SUSKA RIAU

## State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**EVALUASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK  
PADA TATA UDARA DI SEKOLAH IMAM  
ASY-SYAFI'I 2 PEKANBARU**

**TUGAS AKHIR**

oleh:

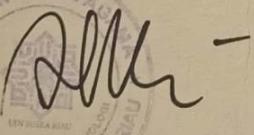
**ZAKI FAIRUZ GHANI**  
**12150513932**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Januari 2026

Pekanbaru, 12 Januari 2026

Mengesahkan,

Dekan,

  
**Dr. Yuslenita Muda, S.Si, M.Sc.**  
NIP. 19770103 200710 2 001

Ketua Prodi Teknik Elektro

  
**Dr. Liliana, S.T., M.Eng**  
NIP. 19781012 200312 2 004

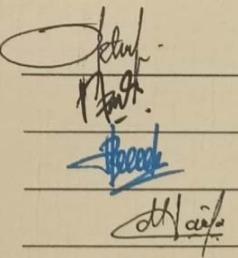
DEWAN PENGUJI :

Ketua : Ir. Oktaf Brillian Kharisma, S.T., M.T.

Sekretaris : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc.

Anggota 1 : Dr. Liliana, S.T., M.Eng

Anggota 2 : Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc.





UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSETUJUAN

### EVALUASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK DAN TATA UDARA PADA SEKOLAH IMAM ASY-SYAFI'I 2 PEKANBARU

#### LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

**ZAKI FAIRUZ GHANI**  
**12150513932**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di  
Pekanbaru, 12 Januari 2026

Ketua Program Studi Teknik Elektro

**Dr. Liliana, S.T., M.Eng**  
NIP. 19781012 200312 2 204

Pembimbing

**Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc., CIIQA**  
NIP. 19850619 202321 2 023



UIN SUSKA RIAU

## LEMBAR ATAS HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

© Hak Cipta milik UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU



UIN SUSKA RIAU

## © Hak cipta milik UIN Suska Riau

## State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Zaki Fairuz Ghani  
NIM : 12150513932  
Tempat/Tgl. Lahir : Perawang /12 Desember2003  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Prodi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Evaluasi Konsumsi Energi Listrik Pada Tata Udara Di Sekolah Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan Skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya ilmiah saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 12 Januari 2026  
Yang membuat pernyataan

Zaki Fairuz Ghani  
12150513932



## LEMBAR PERSEMPERBAHAN

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Alhamdulillah Puji Syukur Saya ucapan kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala, yang telah selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya. Atas karunia serta kemudahan yang telah diberikan hingga akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat beriringan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam dan semoga kita semua mendapatkan syafa'atnya di hari akhir. Aamiin.

Karya ilmiah nan sederhana ini, saya persesembahkan kepada orang yang tersayang dan terkasih.

### Kedua Orang Tua Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga, tak mampu terbalas dalam mendukung, meridhoi, dan mencintai langkah perjalanan hidup buah hatinya. Karya ini disusun sepenuh hati semaksimal mungkin untuk dapat memberikan penghargaan kepada orang tua bahwa darah daging ini telah tumbuh dan berkembang sebagai sosok yang semoga dapat terus membanggakan dan berbakti kepada orang tuanya. Tiada mungkin bahkan seculi limpahan perbuatan dapat membalas hanya dengan selembar kertas bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah selanjutnya untuk membuat Papa dan Mama bahagia, karena saya sadari, selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk orang tua tercinta, yang selalu mendukung dan mermotivasi serta selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakan, selalu menasehati serta selalu meridhoi jalan penulis dalam melakukan hal yang lebih baik. Saat ini, belum ada hal yang mampu penulis lakukan selain ucapan singkat yang mewakili isi hati yang masih butuh banyak pelajaran, juga belum lapang ini.

Bagaikan bintang yang tak pernah lelah menyinari, walau sang sembulau malam menutup mata dibawah cahayanya, penulis bersyukur, atas segala hal yang disadari dan tak disadari, berjuta maaf penulis ucapkan kepada orang tua sang pendidik tercinta dan terkasih. Oh Papa dan Mama, Terima kasih.

- Hak Cipta Dilindungi Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penyalinan kritis atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta ampunan-Nya sehingga penulis dapat menulis tugas akhir ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai suri teladan bagi seluruh umat manusia sepanjang zaman.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Dengan izin dan pertolongan Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan judul "**Evaluasi Konsumsi Energi Listrik Dan Tata Udara Pada Sekolah Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru.**"

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi Uin Suska Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

1. Allah Subhanhu Wa Ta'ala yang dengan rahmat-Nya memberikan semua yang terbaik dan dengan hidayah-Nya memberikan petunjuk sehingga dalam penyusunan Tugas Akhir ini berjalan lancar.
2. Kedua orang tua tersayang pula tercinta, Ir. Indra Yunefri dan Linda Tesmeri S.Psi, atas doa, kasih sayang, motivasi dan doa yang tiada henti, yang menjadi sumber kekuatan penulis dalam menyelesaikan studi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Hj. Leny Nofianti, M.S., S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau beserta seluruh staf dan jajarannya atas bimbingan dan arahannya.
5. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
6. Bapak Aulia Ulah, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.



7. Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc., CIIQA., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, masukan, dan bimbingan yang sangat berharga selama penyusunan proposal ini.
8. Ibu Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik.
9. Rekan seperjuangan, para Petarung 21 yang kerap mengingatkan dan memberikan dukungan selama masa kuliah penulis.
10. Teman-teman mahasiswa k nsentrasi energi angkatan 2021 dan seluruh mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2021 atas semangat, bantuan, dan motivasi yang diberikan sepanjang proses penyusunan tugas akhir ini.
11. Para pengaspal "JOLTERO" yang selalu menjalin silaturahmi dan menghadirkan canda tawa selama perjalanan penulis menjadi ojol (ojek online)
12. Sahabat pemimpi "OtW Bali" yang kerap menemani penulis pada aktivitas perkuliahan ataupun keseharian penulis.
13. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak lepas dari kekurangan, mengingat keterbatasan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca secara umum.

Pekanbaru, 12 Januari 2025

Penulis,

Zaki Fairuz Ghani

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# EVALUASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK DAN TATA UDARA PADA SEKOLAH IMAM ASY-SYAFI'I 2 PEKANBARU

Zaki Fairuz Ghani

NIM : 12150513932

Tanggal Sidang :

Tanggal Wisuda :

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi listrik pada sektor publik, khususnya bangunan pendidikan, menuntut adanya pengelolaan energi yang efisien dan berkelanjutan. Sekolah sebagai fasilitas pendidikan memiliki karakteristik konsumsi energi yang didominasi oleh sistem tata udara dan pencahayaan, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan energi apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi konsumsi energi listrik serta kinerja sistem tata udara di Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru melalui beberapa penerapan metode. Metode penelitian yang digunakan meliputi audit energi awal dan audit energi rinci dengan menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), analisis kebutuhan beban pendinginan ruangan (BTU), serta identifikasi peluang hemat energi (PHE). Objek penelitian difokuskan pada gedung pendidikan yang memiliki dominasi penggunaan AC dengan variasi ukuran dan fungsi ruangan. Hasil audit awal menunjukkan bahwa nilai IKE gedung berada pada kategori cukup efisien, namun hasil audit rinci mengindikasikan adanya beberapa ruangan dengan kategori boros hingga sangat boros, terutama pada ruang kepala sekolah dan pusdatin dengan jam operasional panjang dan kapasitas AC yang melebihi kebutuhan aktual. Sistem tata udara menjadi penyumbang konsumsi energi terbesar di sekolah. Temuan ini didasari oleh akumulasi konsumsi harian yang besar dan perhitungan kebutuhan BTU yang melebihi standar ruangan. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh rekomendasi konservasi energi dengan metode *update technology*, penyesuaian kapasitas AC sesuai kebutuhan ruangan, yang dapat menurunkan konsumsi energi 57,67% penghematan dari pemakaian ruangan sebelumnya. Rekomendasi ini mengurangi biaya konsumsi listrik sebesar Rp. 5.129.784 per – tahun hanya dari ruang kepala sekolah dan pusdatin.

**Kata Kunci :** Audit energi, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), tata udara, konsumsi energi listrik, peluang hemat energi, bangunan sekolah.



# EVALUATION OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION AND AIR CONDITIONING SYSTEM AT IMAM ASY-SYAFI'I 2 ISLAMIC INTEGRATED SCHOOL, PEKANBARU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak cipta milik UIN Suska Riau

Zaki Fairuz Ghani

NIM : 12150513932

Defense Date :

Graduation Date :

Department of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

## ABSTRACT

The increasing consumption of electrical energy in the public sector, particularly in educational buildings, necessitates efficient and sustainable energy management. Schools as educational facilities have energy consumption characteristics dominated by air-conditioning and lighting systems, which can lead to energy waste if not properly managed. This study aims to evaluate electrical energy consumption and the performance of the air-conditioning system at Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru through the application of energy audit methods. The research methodology includes a preliminary energy audit and a detailed energy audit by calculating the Energy Consumption Intensity (ECI), analyzing room cooling load requirements (BTU), and identifying Energy Saving Opportunities (ESOs). The research object focuses on educational buildings with dominant air-conditioning usage, varying room sizes, and functional characteristics. The preliminary audit results indicate that the building's ECI falls into the moderately efficient category; however, the detailed audit reveals several rooms classified as inefficient to highly inefficient, particularly the principal's office and the data center (Pusdatin), which have long operating hours and air-conditioning capacities exceeding actual cooling requirements. The air-conditioning system is identified as the largest contributor to energy consumption in the school. This finding is supported by high accumulated daily energy usage and cooling load calculations that exceed room standards. Based on the analysis, energy conservation recommendations are proposed through technology upgrading and adjustment of air-conditioning capacity according to room requirements, resulting in a potential energy reduction of 57.67% compared to previous room energy usage. These recommendations can reduce electricity costs by IDR 5,129,784 per year, solely from the principal's office and data center.

**Keywords :** Energy audit, Energy Consumption Intensity (ECI), air conditioning system, electrical energy consumption, energy saving opportunities, educational building



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR ATAS HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>I-1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>I-1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>I-6</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>I-6</b>
<b>1.4 Batasan Penelitian.....</b>	<b>I-6</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>I-6</b>
<b>BAB II .....</b>	<b>II-1</b>
<b>2.1 Penelitian Terkait.....</b>	<b>II-1</b>
<b>2.2 Landasan Teori .....</b>	<b>II-3</b>
<b>2.3 Audit Energi .....</b>	<b>II-5</b>
2.3.1 Audit Energi Singkat ( <i>Walk-Through-Audit</i> ) .....	II-5
2.3.2 Audit Energi Awal .....	II-5
2.3.3 Audit Energi Rinci .....	II-6
<b>2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) .....</b>	<b>II-7</b>
<b>2.5 Regulasi Audit Energi.....</b>	<b>II-9</b>
2.5.1 SNI 03-6296-2000 .....	II-9
2.5.2 GBCI GREENSHIP V 1.0 .....	II-9
<b>2.6 Sistem Tata Udara .....</b>	<b>II-9</b>
2.6.1 Beban Pendinginan AC.....	II-10
<b>2.7 Konservasi Energi .....</b>	<b>II-11</b>
2.7.1 Perilaku Hemat Energi.....	II-11
2.7.2 Retrofitting.....	II-11

Hak Cipta

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau



UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR GAMBAR

II - 3

### Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

2.1	Target Kriteria Nilai IKE Bangunan Gedung (kWh/m <sup>2</sup> /Bulan).....	II - 7
2.2	Standarisasi Gedung Bertingkat Berdasarkan ASEAN-USAID.....	II - 8
3.1	Kondisi pembebanan listrik pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2. III - 4	
3.2	Pembagian Ruangan Pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2.....	III - 5
3.3	Peralatan Listrik Terpasang pada Tiap Ruangan .....	III - 6
3.4	Peralatan Listrik Terpasang pada Tiap Ruangan .....	III - 7
4.1	Konsumsi Listrik Sekolah.....	IV - 1
4.2	Peralatan Listrik Terpasang Di Setiap Ruangan .....	IV - 2
4.3	IKE Tiap Ruangan .....	IV - 4
4.4	Kebutuhan AC sesuai luas ruang .....	IV - 6
4.5	BTU Ruangan dengan IKE Boros.....	IV - 6
4.6	Perbandingan penerapan .....	IV - 8
4.7	Perbandingan kondisi BTU .....	IV - 8
4.8	Perbandingan kondisi terpasang dan penyesuaian .....	IV - 8
4.9	Perbandingan kondisi sebelum PHE dan Setelah PHE.....	IV - 9
4.10	Biaya Konsumsi PHE No Cost AC Ruang Sekolah dan Pusdatin .....	IV - 10



UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR RUMUS

Rumus Menghitung Nilai IKE .....	II - 7
Rumus Menghitung Kebutuhan BTU Ruangan .....	II - 10
Rumus Menghitung Potensi Penghematan .....	II - 12
Rumus Menghitung kWh Perhari .....	II - 13
Rumus Menghitung Biaya Pemakaian Perbulan.....	II - 13

### Hak Cipta Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau

- 2.1 Hak Cipta Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau  
2.2 Dilarang mengutip seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
2.3 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
2.4 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2.5 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- Hak Cipta**
- Ilmiah Universitas Islam Syarif Hidayah  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Energi merupakan sumber daya vital yang dialirkan dan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Namun demikian, sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia masih bergantung pada sumber energi fosil, seperti minyak bumi dan batu bara. Ketergantungan ini menjadi permasalahan krusial mengingat sifat energi fosil yang tidak terbarukan, sehingga konsumsi yang terus meningkat berpotensi mempercepat penurunan cadangan energi fosil yang tersedia [1]. Berdasarkan BPS (Badan Pusat Statistik), kebutuhan energi nasional diproyeksikan naik dari 2,1 miliar SBM (Setara Barel Minyak) pada 2040 menjadi 2,9 miliar SBM pada 2050. Kenaikan ini dipicu oleh pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk, harga energi, dan kebijakan pemerintah yang sejalan dengan tren energi nasional [2].

Selain peningkatan kebutuhan energi dan keterbatasan cadangan fosil, masalah lain yang dihadapi Indonesia adalah rendahnya efisiensi pemanfaatan energi. Indonesia tergolong negara dengan konsumsi energi yang tidak efisien, ini ditunjukkan oleh parameter elastisitas dan intensitas energi sebagai indikator pemborosan energi. Pada periode 2010–2023, elastisitas energi Indonesia mencapai 1,2. Angka ini menunjukkan bahwa setiap pertumbuhan ekonomi diikuti oleh peningkatan konsumsi energi yang lebih besar. Sebaliknya, pada periode yang sama, negara-negara maju memiliki elastisitas energi sekitar 0,55–0,65, yang menunjukkan penggunaan energi mereka lebih efisien dibandingkan Indonesia [3].

Pemborosan energi yang diindikasikan oleh tingginya elastisitas dan intensitas energi tersebut, tercermin dalam pola konsumsi Indonesia yang tidak merata di berbagai sektor. Terdapat beberapa sektor beserta data pola konsumsi nasional untuk yang ada di Indonesia. Sektor industri mengonsumsi 45% energi nasional. Hanya 15% industri yang memenuhi standar efisiensi energi (SNI), sehingga sektor ini berkontribusi pada ketidakefisienan energi nasional meskipun berperan sebagai penopang perekonomian [4]. Sektor rumah tangga, menyumbang 27% konsumsi energi nasional, melonjak +8,5% di tahun 2022-2023 [5]. Pemborosan terjadi pada perangkat berdaya tinggi seperti AC yang tidak optimal dan peralatan elektronik dalam mode *standby* [6]. Sektor komersial mencakup (perkantoran, mall, hotel) berkontribusi 15% terhadap konsumsi energi nasional [7]. Sektor publik menyumbang 13% terhadap kontribusi nasional, mencakup

fasilitas umum seperti sekolah, rumah sakit, dan kantor pemerintah yang menjadi satu-satunya sektor yang berhasil menurunkan konsumsi energi sebesar -2,1% (2022–2023) melalui program hemat energi pemerintah [4].

Di dalam sektor publik, sekolah menonjol sebagai area kritis dengan kontribusi 25% terhadap total konsumsi energi publik [4]. Data menunjukkan konsumsi rata-rata untuk jenjang SMA/SMK mencapai 3.000–5.000 kWh per bulan, setara dengan kebutuhan 50–80 rumah tangga, dengan pemborosan utama berasal dari penggunaan AC tanpa pengawasan di ruang kelas dan dominasi lampu pijar [6]. Hasil audit di sejumlah sekolah juga menunjukkan bahwa 40–60% pemborosan energi disebabkan oleh kombinasi faktor infrastruktur yang usang dan perilaku pengguna yang kebiasaan membiarkan peralatan menyala. Evaluasi melalui audit energi memungkinkan intervensi ganda pada perbaikan sistem teknis dan edukasi pengguna.

Kondisi ini terkonfirmasi dalam hasil audit energi PLN Wilayah Riau (Mei 2024) yang menemukan 70% sekolah negeri di Pekanbaru masih mengoperasikan AC tanpa timer dan 80% ruang kelas menggunakan lampu pijar. Berdasarkan pengukuran langsung di 12 sekolah menengah atas (SMA/SMK), konsumsi listrik rata-rata mencapai 4.500 kWh per bulan 20% lebih tinggi dari rata-rata nasional untuk jenjang yang sama (3.000–5.000 kWh/bulan) mengindikasikan perlunya perlakuan segera melalui audit energi komprehensif.

Oleh karena itu, implementasi audit energi di sekolah merupakan instrumen krusial untuk merespons dampak kritis multidimensi akibat pemborosan energi. Penelitian konsumsi energi listrik di gedung UPT SMKN 4 Musi Banyuasin, belum dievaluasi efisiensinya dan berpotensi pemborosan pada sistem pencahayaan dan pendingin. Melalui audit energi dengan pendekatan studi literatur, observasi, dan wawancara, dihitung IKE berdasarkan data historis dan luas bangunan. Hasil menunjukkan konsumsi tahunan 10.443 kWh dengan IKE 4,59 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, serta peluang penghematan melalui pengurangan waktu pemakaian dan penggantian lampu Neon menjadi LED dari 114 menjadi 338 unit untuk optimalisasi pencahayaan dan efisiensi energi [1].

Sejalan dengan kebijakan ini, Sekolah Imam Asy-Syafi'i 2 yang berdiri pada tahun 2015 dan memulai aktivitas belajar-mengajar pada tahun yang sama, menjadi salah satu entitas pendidikan yang wajib mematuhi mandat audit energi. Dengan luas wilayah 2160 m<sup>2</sup>, sekolah ini menyelenggarakan pendidikan mulai dari jenjang Taman Kanak-

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Kanak hingga Perguruan Tinggi, yang menunjukkan keragaman kebutuhan energi yang signifikan. Fasilitas utamanya terdiri dari gedung sekolah, dua asrama boarding, rumah guru, dan masjid dalam satu area terintegrasi.

Sekolah ini memiliki kurikulum dengan 2 sistem belajar, yaitu fullday dan boarding yang memberikan ruang pendidikan yang lebih luas antara kurikulum formal dan pendidikan agama islam, dengan ruang kelas *full AC* di setiap kelas, sebagai prioritas dukungan kenyamanan dalam proses belajar-mengajar. Berdasarkan wawancara, belum ada data *baseline* yang komprehensif mengenai pola konsumsi energi per ruang fasilitas di sebagian besar area sekolah, sehingga audit menjadi instrumen vital untuk mengidentifikasi *hotspot* pemborosan. Dengan pelaksanaan evaluasi konsumsi energi, evaluasi ini dapat menghasilkan rekomendasi teknis yang disesuaikan dengan karakteristik sekolah.

Berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan pihak manajemen sekolah dan survei lapangan komprehensif terhadap seluruh fasilitas di lingkungan Sekolah Islam Asy-Syafi'i 2, objek yang paling optimal dan representatif untuk dijadikan fokus penelitian audit energi adalah gedung pendidikan wajib berkode *letter E*. Gedung ini memiliki karakteristik unik sebagai satu-satunya bangunan terintegrasi yang menaungi tiga jenjang pendidikan formal SD, SMP, dan SMA dalam satu struktur fisik. Pemilihan gedung E didasarkan pada beberapa pertimbangan krusial: pertama, kompleksitas beban energi yang signifikan akibat penggabungan kebutuhan spesifik setiap jenjang, mulai dari peralatan praktikum laboratorium SMA hingga sistem pendingin untuk ruang bermain SD; kedua, pola operasional yang berjalan hampir 12 jam setiap hari dengan intensitas penggunaan beragam, mulai dari kegiatan belajar pagi hingga ekstrakurikuler sore; ketiga, dominasi area terkondisi yang mencapai 75% dari total luas bangunan, menjadikannya kontributor utama konsumsi energi di kompleks sekolah.

Manajemen Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru sebagai objek penelitian ini juga menuturkan mengalami permasalahan konsumsi listrik yang dianggap relatif tinggi dibandingkan sekolah-sekolah lain, terus mengalami peningkatan tiap siklus tahunnya. Hal ini disampaikan langsung oleh pihak sekolah yang merasa keberatan dengan besarnya biaya listrik bulanan serta adanya masalah MCB yang mengalami pembalikan serta pemadaman pada panel listrik sekolah, penanggulangan saat ini yang dilakukan oleh pengelola saat ini adalah penambahan daya listrik. Hal ini menunjukkan perlunya dilakukan pemeriksaan ulang terhadap pola penggunaan energi di lingkungan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sekolah. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya dilakukan audit energi untuk mengetahui profil konsumsi, menilai tingkat efisiensi, serta mengidentifikasi peluang penghematan energi.

Untuk mengatasi permasalahan konsumsi energi yang tidak efisien, evaluasi konsumsi energi merupakan aktivitas krusial yang perlu dilakukan. Manajemen energi yang bijak menjadi kunci optimalisasi pemakaian energi di sektor publik terkhusus sekolah, di mana audit energi berperan sebagai instrumen fundamental untuk mengevaluasi pemanfaatan energi secara sistematis. Proses audit ini tidak hanya mengidentifikasi peluang penghematan energi, tetapi juga merumuskan rekomendasi konkret guna peningkatan efisiensi penggunaan energi serta optimalisasi sumber-sumber energi yang tersedia. Melalui pendekatan ini, sekolah dapat menerapkan tindakan konservasi energi yang terukur, sekaligus meningkatkan kinerja operasional dan keberlanjutan lingkungan [9].

Prosedur pelaksanaan audit energi nantinya akan melewati beberapa tahapan, tahapan ini dibagi berdasarkan tingkat kedalaman pengamatan dan analisa yang dilakukan oleh pengamat untuk menetukan penanggulangan yang tepat guna sesuai kondisi bangunan, pembagian beberapa *level* audit energi terpisah menjadi 3 yaitu *walk-through* audit, audit awal dan audit rinci. Tahapan awal audit energi dimulai dengan pelaksanaan *walk-through* audit untuk mengumpulkan data terkait penggunaan energi listrik dan pola pemanfaatannya di gedung. Selanjutnya dilakukan tahap analisis dengan fokus perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebagai indikator efisiensi. Apabila hasil analisis menunjukkan nilai IKE melebihi standar yang ditetapkan, maka dilanjutkan dengan *detailed energy audit*. Tahapan audit rinci ini mencakup verifikasi data historis konsumsi energi, observasi lapangan terhadap kondisi aktual, perhitungan ulang IKE yang komprehensif, inventarisasi sistem gedung, serta identifikasi potensi penghematan. Seluruh temuan ini kemudian diintegrasikan ke dalam laporan audit yang berisi rekomendasi perbaikan berbasis bukti empiris [10].

Urgensi penelitian ini terletak pada upaya menghasilkan data dan analisis yang akurat mengenai penggunaan energi listrik di sekolah. Dengan adanya audit energi, sekolah dapat mengetahui apakah konsumsi listrik saat ini dapat dikurangi, sekaligus memperoleh rekomendasi langkah nyata yang dapat menekan biaya operasional. Hasil penelitian diharapkan tidak hanya memberi manfaat praktis bagi pihak sekolah, tetapi juga menjadi contoh penerapan efisiensi energi di sektor pendidikan secara lebih luas.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari segi penggunaan energi listrik terhadap penggunaan AC (*Air Conditioning*) pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru serta mengetahui rekomendasi peluang hemat energi (PHE) pada di setiap ruangan yang ada di lokasi. Penelitian ini juga akan melakukan konservasi energi dengan mempertimbangkan rekomendasi PHE yang bisa diterapkan serta melakukan analisa biaya dengan menggunakan metode *Financial Assesment* dengan tujuan agar mengetahui peluang penghematan dari segi biaya konsumsi energi listrik yang telah digunakan.

#### Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

## **1.2 Hak Cipta Dicadunggi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) melalui audit awal sesuai pemakaian berdasarkan data historis pemakaian konsumsi energi listrik di Sekolah Imam Asy – Syafi’i 2 Pekanbaru.
2. Mengetahui titik pemborosan di Sekolah Imam Asy-Syafi’i 2 Pekanbaru.
3. Mengetahui kondisi konsumsi energi listrik sistem tata udara di ruangan yang mengalami pemborosan di Sekolah Imam Asy – Syafi’i 2 Pekanbaru.
4. Memberikan rekomendasi terkait peluang penghematan energi listrik yang dapat diterapkan di Sekolah Imam Asy-Syafi’i 2 Pekanbaru.

## **1.4 Batasan Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada :

1. Audit yang dilaksanakan meliputi energi listrik dan tata udara.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada tata udara ruangan terindikasi boros yaitu Ruang Kepala Sekolah dan ruang Pusdatin Sekolah Imam Asy-Syafi’i 2 Pekanbaru.
3. Penelitian ini mengecualikan Labor Komputer dalam perhitungan penghematan.
4. Penelitian tidak membahas analisis biaya implementasi secara rinci, namun dapat memberikan gambaran umum potensi penghematan energi.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dapat mengetahui nilai IKE Sekolah Imam Asy-Syafi’i 2 Pekanbaru.
2. Dapat mengetahui tata udara yang sesuai dengan kebutuhan sekolah.



UIN SUSKA RIAU

## State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### © Hak cipta milik UIN Suska Riau

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

3. Dapat mengetahui peluang penghematan energi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Penelitian [12] di SMK Negeri 2 Pontianak ini bertujuan mengoptimalkan konsumsi energi listrik melalui manajemen beban agar pemanfaatan energi lebih efisien tanpa mengurangi fungsi utama gedung. Metode yang digunakan meliputi audit energi awal dengan pengumpulan data historis dan konsumsi listrik, serta audit energi rinci jika nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) melebihi standar, disertai analisis sistem pencahayaan, tata udara, motor listrik, dan peralatan praktik. Hasil penelitian menunjukkan total konsumsi energi tahun 2016 sebesar 58.616,5 kWh dengan biaya Rp 81,59 juta, nilai IKE rata-rata 8,29 kWh/m<sup>2</sup>/bulan masih di bawah standar SNI sehingga gedung dikategorikan hemat energi, sementara profil beban harian mengindikasikan ketidakseimbangan antar hari sehingga perlu penjadwalan ulang penggunaan gedung praktik, dengan potensi penghematan signifikan melalui pengaturan pencahayaan, penjadwalan peralatan, dan optimalisasi penggunaan AC.

Penelitian [13] bertujuan mengevaluasi kapasitas dan kebutuhan daya listrik di SMP Negeri 03 Sungai Raya serta menilai tingkat efisiensi penggunaan energi listrik untuk menemukan peluang penghematan. Metode yang digunakan berupa audit energi awal dengan pengumpulan data kuantitatif (luas bangunan, konsumsi listrik, biaya) dan kualitatif (spesifikasi gedung), kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi serta membandingkannya dengan standar dan pedoman konservasi energi. Hasil penelitian menunjukkan kategori efisiensi energi meliputi 31 ruangan sangat efisien, 5 ruangan efisien, 1 ruangan cukup efisien, 1 ruangan agak boros, dan 2 ruangan sangat boros, dengan rekomendasi penghematan melalui penggantian lampu hemat energi, pengaturan AC, serta manajemen penggunaan peralatan listrik.

Penelitian [14], Penulis menilai intensitas konsumsi energi listrik (IKE) dan mengidentifikasi peluang hemat energi (PHE) di SD Islam Al Azhar 21 Pontianak selama tahun 2019. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan tahapan studi Literatur mengkaji referensi terkait audit energi dan konservasi. Observasi Lapangan pengumpulan data dan audit awal aktual dari gedung sekolah, termasuk denah, spesifikasi alat, dan tagihan listrik. Analisis Deskriptif menghitung nilai IKE dan PHE menggunakan Microsoft Excel berdasarkan data bulanan. Perhitungan teknis rumus IKE, rumus PHE, pengukuran sistem pencahayaan dan tata udara: Menggunakan lux meter

dan analisis konsumsi AC berdasarkan daya dan durasi pemakaian. Berdasarkan penelitian ini, diketahui Sekolah Islam Al Azhar 21 Pontianak tergolong boros pada gedung ber-AC dengan penggunaan  $10,25 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$ , setelah dilakukan perhitungan dengan mengikuti standar pada permen ESDM didapatkan selisih penghematan sebesar  $20.459,52 \text{ kWh/tahun}$  dengan cara penggantian perangkat AC, dengan ini tergolong cukup efisien.

Penelitian [15] memiliki metodologi yang diterapkan meliputi pengumpulan data primer pengukuran arus listrik menggunakan tang ampere pada 11 MCB (Miniature Circuit Breaker) yang mewakili berbagai ruang kelas dan fasilitas, dengan pengukuran dilakukan dalam tiga sesi waktu (07.00-09.00, 09.00-11.00, dan 11.00-13.00 WIB) selama satu bulan, serta analisis data dengan menghitung konsumsi energi listrik (kWh) per MCB, biaya penggunaan, dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menggunakan rumus  $\text{IKE} = \text{Konsumsi energi (kWh)} / \text{Luas bangunan (m}^2\text{)}$ , kemudian membandingkan hasilnya dengan standar ISO 50001-Sistem Manajemen Energi dan Permen ESDM No. 03 Tahun 2012. Penelitian ini menunjukkan bahwa gedung kelas 8 dan 9 mengonsumsi energi listrik sebesar  $0,4 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$ , yang tergolong "efisien" sesuai kriteria Permen ESDM (kategori  $8,5 < \text{IKE} < 14 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$ ), dengan rincian konsumsi energi tertinggi pada MCB 5-6 ( $2,3-2,9 \text{ kWh}$ ) yang mencakup proyektor dan lampu, sementara MCB 1-4 (AC kelas 9) menunjukkan konsumsi lebih rendah ( $0,3-0,4 \text{ kWh}$ ), dan MCB 7-11 (penerangan dan kelas 8) bervariasi antara  $0,7-4,6 \text{ kWh}$ , sehingga penelitian menyimpulkan bahwa penggunaan energi di gedung tersebut sudah efisien tanpa pemborosan signifikan dan merekomendasikan maintenance rutin untuk menjaga kinerja peralatan.

Penelitian [16] bertujuan untuk menganalisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di Gedung Halim dan Gedung Wiweko ITDA, dengan alasan utama pentingnya evaluasi efisiensi energi listrik di sektor pendidikan sebagai bagian dari konsumen energi terbesar di Indonesia, serta kebutuhan memperbarui standar IKE yang dinamis sesuai perkembangan teknologi hemat energi. Metodologi yang diterapkan meliputi pengumpulan data konsumsi listrik bulanan (2018–2021) dan luas bangunan, perhitungan IKE menggunakan rumus  $\text{IKE} = \text{Konsumsi energi (kWh)} / \text{Luas (m}^2\text{)}$ , serta analisis statistik melalui uji ANOVA untuk menguji kepatuhan terhadap standar dan regresi linear berganda untuk mengukur pengaruh variabel lampu dan AC terhadap IKE. Hasil dari metode ini menunjukkan bahwa Gedung Halim memiliki IKE 30,48

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

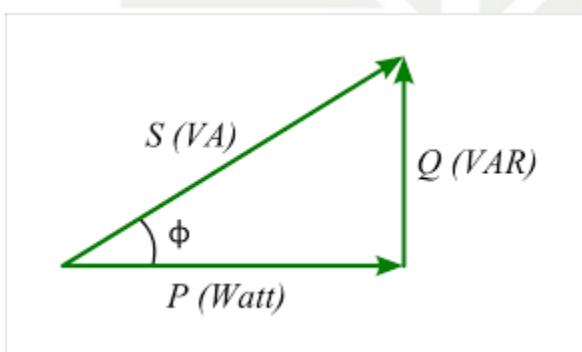
kWh/m<sup>2</sup>/tahun dan Gedung Wiweko 24,16 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, yang keduanya tergolong "sangat efisien" jauh di bawah standar ASEAN-USAID (240) dan ESDM & JICA (198,2 kWh/m<sup>2</sup>/tahun); uji ANOVA mengonfirmasi kedua gedung memenuhi standar, sementara regresi membuktikan AC ( $X_2$ ) berpengaruh dominan terhadap IKE dibandingkan lampu ( $X_1$ ); penelitian juga mencatat penurunan IKE hingga 50% selama pandemi COVID-19 akibat minimnya penggunaan gedung, sehingga disimpulkan bahwa pengelolaan energi di ITDA sudah sangat efisien dan tidak memerlukan audit rinci lanjutan.

Berdasarkan *literature review* yang menjadi acuan penelitian, penelitian ini dilakukan dengan adaptasi metode karya ilmiah yang merujuk ke literatur [14] yang mempertimbangkan IKE dan Sistem tata udara, penelitian ini menambahkan perhitungan kebutuhan BTU (*British Thermal Unit*) untuk ruangan di sekolah disebabkan banyaknya ruangan ber AC dan ber variasinya ukuran masing – masing ruangan.

## 2.2 Landasan Teori

Energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu kerja, yang besaran atau satunya diukur dalam Joule atau BTU. Sementara itu, daya merupakan besarnya usaha yang dilakukan dalam setiap satuan waktu, dan biasanya dinyatakan dalam Joule/ detik atau watt. Oleh sebab itu, dalam sistem kelistrikan, satuan yang digunakan untuk menyatakan energi listrik adalah watt/detik atau watt/jam [3].

Daya listrik terbagi menjadi tiga jenis, yaitu daya aktif (P), daya semu (S), dan daya reaktif (Q). Daya aktif (P) adalah daya nyata yang digunakan serta terukur pada



beban. Daya semu (S) merupakan total daya listrik yang mengalir melalui penghantar. Sementara itu, daya reaktif (Q) adalah daya yang timbul akibat penggunaan peralatan listrik tertentu. Hubungan ketiga jenis daya tersebut dapat digambarkan melalui grafik pada Gambar 2 [19].

Gambar 2.1 Grafik Segitiga Daya

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Faktor daya didefinisikan sebagai rasio antara daya aktif (P) yang digunakan untuk mengoperasikan beban listrik pelanggan dengan daya semu (S) yang disuplai dari pembangkit melalui sistem transmisi. Upaya untuk meningkatkan nilai faktor daya mendekati angka satu (ideal) dikenal sebagai perbaikan faktor daya. Pada beban dengan faktor daya rendah, perbaikan ini dapat dilakukan melalui pemasangan kapasitor secara individual pada setiap beban atau terpusat melalui kapasitor bank. Selain berfungsi untuk memperbaiki faktor daya, pemasangan kapasitor juga memberikan dampak positif berupa peningkatan regulasi tegangan dan peningkatan efisiensi transformator.

Untuk menghitung nilai energi yang dibutuhkan dapat menggunakan perbandingan nilai P dan nilai t seperti persamaan berikut.

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

Keterangan :

- W : Energi  
P : Daya (Watt)  
T : Waktu (jam)

Energi didefinisikan sebagai kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja, menghasilkan gaya, atau menghasilkan daya yang mendorong terlaksananya suatu proses kegiatan. Dalam konteks fisika terapan, energi menjadi fondasi utama dalam operasionalisasi berbagai sistem, termasuk sistem kelistrikan bangunan gedung. Sementara itu, audit (atau pemeriksaan) merupakan suatu proses evaluasi sistematis yang dilakukan terhadap organisasi, sistem, proses, maupun produk. Tujuannya adalah untuk memverifikasi bahwa objek audit telah memenuhi standar, regulasi, dan praktik terbaik (best practices) yang telah ditetapkan dan diakui secara universal. Dalam ranah energi, audit berfungsi sebagai alat kontrol untuk memastikan pengelolaan energi berjalan efisien, efektif, dan sesuai kaidah keberlanjutan.

Manajemen energi didefinisikan sebagai pendekatan sistematis dan terpadu dalam pemanfaatan sumber daya energi secara efektif, efisien, dan rasional, tanpa mengurangi kuantitas, kualitas, maupun fungsi utama gedung. Langkah awal krusial dalam implementasi manajemen energi adalah pelaksanaan audit energi, yang meliputi analisis profil penggunaan energi, identifikasi area pemborosan energi, serta penyusunan strategi pencegahan. Melalui proses ini, dapat dilakukan proyeksi konsumsi energi masa depan dan perumusan langkah-langkah penghematan energi yang berbasis bukti empiris dari

hasil audit tersebut.

### 2.3 Audit Energi

Audit energi merupakan suatu kegiatan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi lokasi pemborosan energi pada bangunan gedung maupun fasilitas industri. Melalui pelaksanaan audit energi, pemantauan konsumsi energi listrik dapat dilakukan secara teratur, sehingga memungkinkan penentuan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bangunan tersebut. Selain itu, audit energi juga berfungsi untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi tanpa mengorbankan produktivitas dan kenyamanan penghuni bangunan [17].

Pelaksanaan audit energi merupakan langkah fundamental dalam penerapan manajemen energi yang efektif. Dalam proses audit, akan diperoleh data komprehensif mengenai konsumsi energi secara keseluruhan, mencakup data penggunaan beban, kondisi peralatan listrik, biaya konsumsi energi, serta biaya operasional dan perawatan. Berdasarkan data yang dihasilkan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi yang dapat diimplementasikan pada bangunan gedung maupun fasilitas industri [17].

Secara umum, audit energi dapat dibedakan menjadi tiga jenis, antara lain:

#### 2.3.1 Audit Energi Singkat (*Walk-Through-Audit*)

Audit Energi Singkat (*Walk-Through Audit*) merupakan kategori audit *level 1* yang dilaksanakan melalui survei energi sederhana dengan fokus pada analisis awal konsumsi listrik tanpa perhitungan mendalam. Audit ini umumnya diterapkan dalam bidang perawatan dan penghematan energi yang tidak memerlukan investasi besar, serta mengandalkan metode observasi visual dan tinjauan data penggunaan energi historis. Tujuan utamanya adalah memperoleh gambaran umum (*baseline*) terkait pengelolaan energi di suatu fasilitas. Selain itu, audit ini juga berfungsi untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi yang bersifat cepat terapan (*quick wins*) dengan biaya minimal atau tanpa biaya, seperti penyesuaian operasional atau perubahan perilaku pengguna. Proses audit biasanya memakan waktu singkat (1–2 hari) dan menjadi dasar untuk menentukan apakah diperlukan audit tingkat lanjut (*level 2* atau *3*).

#### 2.3.2 Audit Energi Awal

Audit energi awal merupakan tahapan krusial yang meliputi identifikasi karakteristik gedung, analisis kondisi aktual sistem energi, perhitungan konsumsi energi, serta estimasi pemborosan energi. Proses ini menghasilkan rekomendasi penghematan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



energi yang dapat diimplementasikan, seperti optimalisasi jam operasional peralatan, penggantian komponen tidak efisien, atau modifikasi perilaku pengguna. Tujuan utama audit awal adalah mengidentifikasi peluang penghematan energi berdasarkan evaluasi produktivitas dan efisiensi penggunaan energi, dengan fokus pada solusi berbiaya rendah hingga sedang. Dalam pelaksanaannya, audit ini memerlukan data kunci, antara lain:

1. Dokumentasi bangunan (denah, luas area, jenis ruangan);
2. Informasi pembayaran rekening listrik (riwayat tagihan, tarif daya);
3. Pengamatan visual (kondisi peralatan, pola operasional, kebiasaan pengguna);
4. Data pendukung seperti riwayat pemeliharaan dan profil penggunaan energi per zona.

Hasil audit awal ini berfungsi sebagai dasar untuk penentuan prioritas dalam perencanaan audit energi tingkat lanjut (*level 2 atau 3*).

### 2.3.3 Audit Energi Rinci

Audit Energi jenis ini terdiri dari beberapa tahapan yang kompleks seperti adanya proses survei, pendataan menggunakan instrument guna investigasi peralatan yang digunakan, analisa secara mendetail terhadap komponen – komponen, peralatan, komponen bangunan gedung. Tujuan dilakukannya audit energi rinci ini untuk mengetahui jumlah penggunaan energi listrik pada tiap peralatan yang digunakan pada gedung tersebut. Tahapan audit energi rinci terbagi menjadi delapan proses utama sebagai berikut [15] :

1. Perencanaan Awal: Identifikasi peralatan kritis gedung dan penyusunan jadwal kerja tim audit yang efisien.
2. Pengumpulan Data Primer: Pengumpulan data historis penggunaan energi, profil kegiatan operasional, dan durasi pemakaian gedung.
3. Pengujian Operasional: Pengukuran langsung kondisi aktual gedung untuk memperoleh data operasional riil.
4. Analisis Data: Pemodelan grafik konsumsi energi spesifik, perhitungan efisiensi peralatan, serta penyusunan *energy balance* dan *electrical balance*.
5. Rekomendasi Operasional: Penyusunan langkah perbaikan *no-cost/low-cost* terkait optimasi operasi, pemeliharaan, dan *housekeeping*.
6. Evaluasi Investasi: Identifikasi peluang penghematan melalui investasi pada komponen/teknologi efisien.
7. Perencanaan Implementasi: Penyusunan rencana aksi detail untuk pemilik gedung

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dalam merealisasikan rekomendasi.

8. Pelaporan Akhir: Penyusunan laporan hasil audit berupa kesimpulan, rekomendasi prioritas, dan rencana implementasi terukur.

### **Intensitas Konsumsi Energi (IKE)**

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan metrik evaluasi kinerja energi gedung yang dihitung dari rasio total konsumsi energi listrik terhadap luas area terkondisi per bulan/tahun. Meskipun formula acuan diatur dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 38 Tahun 2012, konsep ini telah diadopsi secara nasional sebagai bagian dari standar efisiensi energi gedung (SNI 03-6196-2000). Area terkondisi secara operasional didefinisikan sebagai ruang dengan kontrol suhu aktif melalui sistem HVAC untuk mencapai kenyamanan termal berdasarkan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara di Bangunan Gedung. Pengukuran IKE mencakup seluruh beban energi listrik, namun memberikan bobot tinggi pada konsumsi sistem pendingin yang menyumbang 40–60% total energi di gedung komersial dan publik. Nilai IKE menjadi dasar penetapan krusial dalam audit energi untuk mengidentifikasi penghematan melalui retrofit teknologi atau optimasi operasional.

Penggunaan nilai IKE ini telah ditetapkan di beberapa negara seperti ASEAN dan APEC. Pada tahun 1987 ASEAN-USAID melakukan penelitian terkait target intensitas konsumsi energi (IKE) listrik bagi Indonesia yang telah dirilis pada tahun 1992 dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Target Kriteria Nilai IKE Bangunan Gedung (kWh/m<sup>2</sup>/Bulan)

	Gedung Ber-AC	Gedung Tidak Ber-AC
Sangat Efisien	4,17 - 7,92	
Efisien	7,92 - 12,08	0,84 - 1,67
Cukup Efisien	12,08 - 14,58	1,67 - 2,5
Agak Boros	14,58 - 19,17	
Boros	19,17 - 23,75	2,5 - 3,34
Sangat Boros	23,75 - 37,5	3,34 - 4,17

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan perbandingan antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. Untuk menghitung nilai IKE, dapat menggunakan persamaan berikut :

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2.2)$$

Klasifikasi kinerja gedung berdasarkan nilai IKE mengikuti kriteria berikut: (1) Jika IKE di bawah batas bawah standar, gedung dikategorikan hemat energi tetapi wajib menjalani *preventive maintenance* sesuai standar; (2) Jika IKE berada di antara batas bawah dan acuan, gedung tergolong cukup hemat dengan langkah peningkatan efisiensi melalui optimisasi kinerja peralatan dan *tune-up*; (3) Jika IKE berada di antara acuan dan batas atas, gedung dinilai agak boros sehingga memerlukan perubahan operasional; (4) Jika IKE melebihi batas atas, gedung dikategorikan boros dan wajib melakukan *retrofitting* atau penggantian peralatan.

Berdasarkan laporan akhir dari ASEAN-USAID yang menetapkan standarisasi gedung bertingkat yang menggunakan AC dan non AC dapat dilihat pada tabel 2.2 [18].

Tabel 2.2 Standarisasi Gedung Bertingkat Berdasarkan ASEAN-USAID

No	Kriteria	Nilai IKE Gedung non AC (per tahun) Per bulan	Nilai IKE Gedung AC (per tahun) Per bulan	Keterangan
1	Efisien	(10–20 kWh/m <sup>2</sup> /tahun)  $< 3,4$ kWh/m <sup>2</sup> /bulan	(50-95 kWh/m <sup>2</sup> /tahun)  4-8 kWh/m <sup>2</sup> /bulan	pengelolaan gedung telah mengadopsi konservasi energi dan peralatan terawat prosedural, potensi peningkatan efisiensi tetap terbuka melalui implementasi sistem manajemen energi terpadu.
2	Cukup Efisien	(20–30 kWh/m <sup>2</sup> /tahun)  3,4-5,6 kWh/m <sup>2</sup> /bulan	(95-145 kWh/m <sup>2</sup> /tahun)  8-12,5 kWh/m <sup>2</sup> /bulan	Efisiensi energi telah tercapai, namun peluang peningkatan tetap ada melalui perawatan peralatan dan gedung.
3	Boros	(30–40	(145-175	Audit energi diperlukan untuk

<b>© Hak cipta milik UIN Suska Riau</b>	<b>Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang</b>	kWh/m <sup>2</sup> tahun) 5,6-7,4 kWh/m <sup>2</sup> /bulan	kWh/m <sup>2</sup> /tahun) 14,8-19,17 kWh/m <sup>2</sup> /bulan	mengurangi pemborosan melalui langkah tepat, dengan mempertimbangkan konservasi energi pada desain bangunan, pemeliharaan, dan operasi peralatan.
		Sangat Boros  Boros	(40-50 kWh/m <sup>2</sup> /tahun)  $> 7,4$ kWh/m <sup>2</sup> /bulan	(285-450 kWh/m <sup>2</sup> /tahun)  19,17-23,75 kWh/m <sup>2</sup> /bulan

## 2.5 Regulasi Audit Energi

### 2.5.1 SNI 03-6296-2000

Standar Audit Energi yang diterbitkan Badan Standardisasi Nasional (SNI) menetapkan prosedur komprehensif pelaksanaan audit energi bangunan gedung. Prosedur ini mencakup tahapan berurutan mulai perencanaan, walk-through audit, detailed audit, penyusunan proposal penghematan, hingga pelaporan hasil. Standar ini menjadi acuan utama dalam pelaksanaan audit energi untuk bangunan gedung di Indonesia [25].

### 2.5.2 GBCI GREENSHIP V 1.0

Green Building Council Indonesia (GBCI) merupakan organisasi non-pemerintah yang menyelenggarakan sertifikasi bangunan hijau sepanjang masa pakai bangunan, mulai perencanaan, pembangunan, hingga pengoperasian. Sertifikasi ini menilai komitmen bangunan terhadap konservasi sumber daya alam, pengendalian kualitas udara ruangan, serta promosi kesehatan penghuni berdasarkan prinsip pembangunan berkelanjutan. Tata kelola udara menjadi salah satu aspek krusial dalam penilaian GBCI [7].

## 2.6 Sistem Tata Udara

Sistem tata udara (HVAC) merupakan proses pengolahan suhu dan kelembaban udara sesuai standar yang diinginkan. Secara fungsional, sistem ini mengontrol tiga

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

parameter krusial dalam ruangan: kondisi termal, kualitas udara, serta sirkulasi udara untuk menciptakan kenyamanan penghuni. Standar kenyamanan termal untuk daerah tropis menetapkan suhu optimal berkisar 24–27°C dengan kelembaban relatif udara 55–65% [19].

Konfigurasi, kapasitas, dan jenis sistem tata udara pada gedung ber-AC sangat bergantung pada karakteristik fisik bangunan; gedung bertingkat dengan jumlah kamar banyak memerlukan sistem tata udara sentral, sementara gedung bangunan skala kecil umumnya menggunakan beberapa unit AC terpisah. Berdasarkan mekanisme kerjanya, sistem tata udara diklasifikasikan menjadi dua tipe utama: sistem ekspansi langsung (direct expansion) dan sistem tata udara sentral [20].

Sistem tata udara yang paling dominan digunakan di Indonesia mengadopsi prinsip siklus kompresi uap (Vapor Compression Cycle), yang dioperasikan menggunakan penggerak motor listrik. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan mesin pendingin yang menggunakan refrigeran sintetis sebagai fluida kerja, dengan jenis-jenis yang umum diaplikasikan meliputi R134a, R410A, R32, serta berbagai formulasi campuran refrigeran lainnya [19].

### 2.6.1 Beban Pendinginan AC

Dalam sistem tata udara, faktor pembebanan pada pendingin ruangan merupakan aspek krusial yang perlu dianalisis secara mendalam untuk menentukan kapasitas AC yang tepat sesuai kebutuhan ruangan. Pembebanan pendinginan ini dipengaruhi oleh dua kategori faktor: eksternal dan internal. Faktor eksternal mencakup radiasi matahari yang masuk melalui bukaan, konduksi panas melalui selubung bangunan (dinding, atap, jendela), serta pertukaran udara akibat infiltrasi dan ventilasi. Sementara itu, faktor internal berasal dari panas yang dipancarkan lampu, kalor yang dihasilkan jumlah penghuni dalam ruangan, serta panas buangan dari peralatan listrik yang beroperasi. Untuk menghitung kebutuhan kapasitas pendinginan secara akurat, digunakan satuan BTU (British Thermal Unit) yang menjadi standar internasional dalam menentukan kapasitas AC. Pemahaman menyeluruh terhadap seluruh faktor pembebanan ini sangat penting untuk memastikan sistem tata udara terpasang mampu mencapai suhu nyaman secara efisien dan menghindari pemborosan energi akibat oversizing atau undersizing kapasitas [12].

Untuk menentukan kapasitas AC pada ruangan, persamaan yang digunakan adalah berikut [19]:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**2.7****Keterangan :**

- X : Kebutuhan BTU.
- L : Panjang Ruangan (feet).
- W : Lebar Ruangan (feet).
- H : Bernilai 10 atau 18 (nilai 10 untuk ruang berinsulasi, 18 bila tidak).
- E : Tinggi ruangan (feet).
- E : Bernilai 16 menghadap utara, 17 menghadap timur, 18 menghadap selatan,  
dan 20 menghadap barat (berdasarkan dinding terpanjang).

**Konservasi Energi**

Konservasi merupakan pelestarian atau perlindungan, dan menurut PP 70 Tahun 2009 konservasi energi merupakan upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Konservasi energi listrik merupakan upaya penggunaan energi listrik secara efisien melalui langkah-langkah penurunan berbagai kehilangan (loss) energi pada semua taraf, tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang dibutuhkan dan tanpa mengurangi fungsi energi tersebut [22].

Dalam SNI 6390: 2011, konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung, meningkatkan efisiensi manfaat tanpa mengurangi kenyamanan ruangan dan kinerja, konservasi energi dapat mengakibatkan berkurangnya biaya dan memaksimalkan efisiensi. Berikut beberapa langkah konservasi energi.

**2.7.1 Perilaku Hemat Energi**

Perilaku hemat energi adalah tindakan mengurangi biaya penggunaan peralatan listrik, yang menjadi fokus pemerintah dalam membentuk karakter peduli lingkungan. Perilaku ini perlu ditanamkan sejak usia dini, terutama di tingkat SD, melalui tiga aspek perilaku manusia: (1) kognitif (ingatan, daya beli, kreativitas), (2) afektif (emosi, kepekaan lingkungan), dan (3) motorik (pelaksanaan konkret seperti mematikan lampu) [23].

**2.7.2 Retrofitting**

Retrofitting didefinisikan sebagai penambahan fitur/komponen baru ke bangunan

$$X = (L \times W \times H \times I \times E)/60 \quad (2.3)$$



existing, baik berupa sistem maupun struktur, yang bertujuan mengurangi konsumsi energi berlebihan untuk meningkatkan efisiensi bangunan. Proses renovasi ini dapat mengurangi konsumsi energi hingga 50-70% [24].

### 2.7.3 Update Technology

*Update Technology* adalah pembaruan teknologi existing untuk meningkatkan kinerja komponen dan efisiensi bangunan. Proses ini mengoptimalkan kinerja komponen sesuai kapasitas terbarunya, terutama pada sistem tata udara yang wajib menggunakan komponen hemat energi [25].

## 2.8 Peluang Hemat Energi

Peluang hemat energi dihitung dari selisih antara IKE aktual bangunan dan standar IKE. Analisis peluang hemat energi dilakukan melalui rekomendasi yang tidak mengganggu kenyamanan penghuni, seperti:

1. Bechmarking, Membandingkan dengan standart efisiensi untuk proses atau alat sama
2. Incremental cost analysis, Menghitung biaya terkait dengan selruh proses yang menjadi fokus audit
3. Mass and energi balance, Menyusun neraca energi dan neraca mass untuk mencari pembororsan energi.
4. Sankey diagram, Diagram skematik yang menggambarkan aliran dan besaran proses energi keseluruhn sistem.
5. Analisis managemen energi Mengevaluasi status management energi yang di terapkan.

Identifikasi peluang hemat energi, dimana jika semakin jauh intensitas konsumsi.

Energi yang didapatkan dari target efesien, maka semakin besar peluang penghematan yang dapat dilakukan, nilai IKE melebihi dari IKE standar maka peluang penghematan dapat dilakukan dengan persamaan rumus berikut [26]:

$$\text{Potensi Penghematan} = \frac{\Delta \text{IKE} \times \text{Total Area} \times \text{Tarif Listrik}}{12 \text{ bulan/Tahun}} \quad (2.4)$$

Dengan:

- |                     |   |
|---------------------|---|
| $\Delta \text{IKE}$ | = Selisih IKE terkini dengan IKE Target |
| Total Area          | = Total Auas Area Terkondisi            |
| Tarif Listrik       | = Tarif Listrik Objek Terkondisi        |



Peluang penghematan energi diklasifikasikan menjadi empat kategori:

1. Penghematan Tanpa Biaya: Tidak memerlukan investasi, bergantung pada perubahan perilaku pengguna dan kebijakan penggunaan energi. Hasil penghematan ditentukan oleh kebiasaan hemat energi dan komitmen seluruh pihak.
2. Penghematan Biaya Rendah: Menghemat energi hingga 10% dengan payback investasi <2 tahun. Fokus pada perbaikan operasional (*housekeeping*) dan peningkatan inisiatif operator.
3. Penghematan Biaya Menengah: Menghemat energi 10–20% dengan payback investasi 2–4 tahun. Dilakukan melalui modifikasi sistem atau peralatan dengan biaya sedang.
4. Penghematan Biaya Tinggi: Menghemat energi >20% dengan payback investasi >4 tahun. Memerlukan modifikasi sistem berbiaya tinggi dan merupakan kategori paling efektif.

## 2.9 Financial Assesment

Analisis *financial assessment* dilakukan untuk mengukur kapasitas konsumsi energi dan biaya pemakaiannya, dan biaya penghematan energi. Pendekatan yang diterapkan ialah accounting based analisis. Dimana jumlah konsumsi energi dalam satuan kWh dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [27]:

$$\text{Konsumsi kWh/hari} = \frac{\Sigma \text{watt} \times \text{jam penggunaan per hari}}{1000} \quad (2.5)$$

Dengan :

$\Sigma$  watt Total daya yang digunakan peralatan listrik

$$\text{Biaya Pemakaian perbulan} = (kWh \times TDL) \quad (2.6)$$

Keterangan :

kWh : Daya Terpakai Dalam Sehari

TDL Tarif Daya Listrik



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan campuran yang mengintegrasikan aspek kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif difokuskan untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi dan strategi konservasi melalui pengumpulan data deskriptif, seperti luas bangunan dan pola pemakaian listrik yang diperoleh dari observasi langsung dan wawancara. Sementara itu, pendekatan kuantitatif yaitu untuk menghitung seberapa besar energi yang digunakan.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bangunan gedung SMA IT Imam Asy-Syaf'i 2 Pekanbaru Provinsi Riau. SMA IT Asy-Imam Syaf'i 2 beralamat di Jalan Soekarno Hatta No. 88, Pekanbaru, Riau.

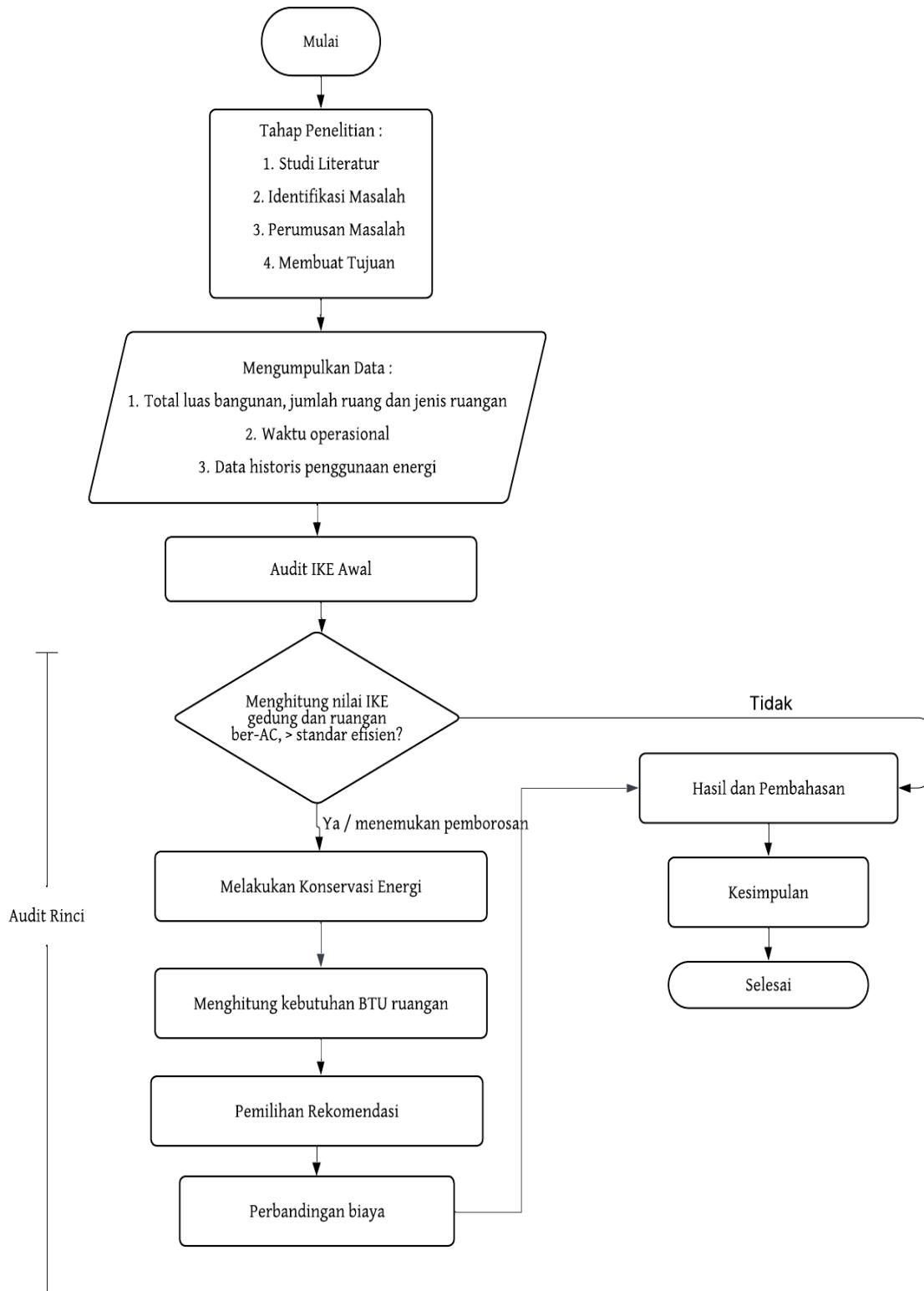
Alasan utama yang mendasari penelitian dilakukan di sekolah ini adalah:

1. Merupakan bangunan gedung pendidikan yang penggunaan energi listriknya tergolong besar namun sering terabaikan dalam audit energi dibandingkan bangunan komersial.
2. Beban konsumsi listrik sekolah ini didominasi oleh sistem pendingin udara (AC) dan pencahayaan, yang berpotensi menjadi sumber pemborosan energi jika tidak dikelola secara optimal.
3. Tidak ada penelitian komprehensif di lokasi ini yang menguji signifikansi konsumsi listrik mereka.

### 3.3 Tahapan Penelitian

(C) H

1. Dile
- a. F
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilang mengumumkan dan memperanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 3.3.1 Studi Literatur

Tahapan ini merupakan studi pendahuluan yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara sebelum mengidentifikasi masalah penelitian. Tujuannya adalah mempermudah peneliti dalam menemukan permasalahan aktual terkait konsumsi energi di lokasi penelitian. Data pada studi pendahuluan ini dikumpulkan berdasarkan hasil wawancara dengan pihak sekolah (Kepala Tata Usaha Yayasan dan Staf Sarana Prasarana) serta pengamatan langsung di SMA IT Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru, dengan fokus pada pola penggunaan energi listrik, sebagai berikut :

1. Luas area sekolah 2160 m<sup>2</sup>
2. Jumlah lantai sebanyak 3
3. Daya listrik terpasang 33000 VA, 66000 VA, 41500 VA
4. Tarif dasar biaya listrik termasuk golongan S1

### 3.3.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dapat diidentifikasi bahwa pada lokasi penelitian, terdapat indikasi pemborosan pemakaian energi listrik, yang mengakibatkan peningkatan kontinuasi tagihan listrik dan terjadinya *trip* pada MCB.

### 3.3.3 Perumusan Masalah

Fenomena masalah dalam penelitian ini diuraikan menjadi tiga dimulai dari identifikasi, penetapan judul penelitian dan penetapan judul penelitian sebagai berikut:

#### 1. Merincikan Masalah

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dapat diidentifikasi bahwa pada lokasi penelitian, terdapat indikasi pemborosan pemakaian energi listrik, yang mengakibatkan kontinuasi peningkatan tagihan listrik serta pemadaman pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru.

#### 2. Menetapkan Tujuan

Pada tujuan penelitian ini ditentukan tujuan, untuk bisa melakukan pembahasan yang akan dilakukan dan mempunyai arah, beserta fokus yang diinginkan. Tujuan pada penelitian ini untuk mencari titik pemborosan dan solusi dari penggunaan energi listrik yang tepat dan efisien.

#### 3. Menetapkan Judul Penelitian

Pada tujuan penelitian ini ditentukan tujuan, untuk bisa melakukan pembahasan yang akan dilakukan dan mempunyai arah, beserta fokus yang diinginkan. Tujuan pada penelitian ini untuk mencari solusi dari penggunaan energi listrik yang tepat dan efisien.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan untuk mengetahui informasi pada lokasi penelitian. Dengan cara melakukan wawancara langsung kepada pihak Tata usaha sekolah dan juga *Staff* lapangan sekolah Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru. Dengan melakukan prosedur audit energi awal dilakukan pengumpulan data pemakaian listrik dan juga kondisi terbaru terhadap gedung komersial ini.

Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 merupakan sekolah yang berada di Pekanbaru, terletak di jalan Soekarno-Hatta No 2, Perhentian Marpoyan, Keceamatan Marpoyan Damai. Memiliki gedung Sekolah dengan luas area sebesar 2.160 m<sup>2</sup>, memiliki 3 lantai dengan jumlah ruangan sebanyak 104 dalam 1 gedung letter E dan terdapat berbagai fasilitas seperti, lapangan outdoor dan indoor, area parkir, kantin, laboratorium sains, laboratorium komputer, kelas, fasilitas UKS/klinik, ruangan rapat, kantor, aula dan toilet yang mewadahi seluruh area. Pada setiap kelas disediakan meja, 2 buah AC, 2 buah kipas angin gantung, lampu, loker penyimpanan, serta meja bangku.

Sumber energi utama yang memasok sekolah ini adalah energi listrik yang disediakan oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara), energi listrik yang menyuplai Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 terbagi menjadi 3 meteran yang mencakup masing masing jenjang sekolah SD, SMP dan SMA, masing masing meteran berkapasitas daya 33000VA, 66000VA dan 41500VA, dengan total 104.5 kVA.

Kategori konsumsi listrik yang digunakan sekolah adalah S-1 untuk setiap meteran dengan tarif Rp 900,- per kWh, ini lah yang akan menjadi suplai energi setiap ruangan yang ada pada gedung Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2.

Terdapat beberapa pembagian ruangan pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2, selain kelas yang menjadi unsur utama sekolah, Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 juga menyediakan beberapa laboratorium, aula dan *creative room* untuk membantu menunjang kegiatan belajar-mengajarnya.

### 3.4 Menghitung Audit Awal

Tahapan pertama merupakan audit IKE awal, langkah ini mencakup pengumpulan data konsumsi pembebanan pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 secara umum. Audit IKE awal bertujuan untuk mengidentifikasi secara mendasar mengenai konsumsi energi listrik pada sekolah, berikut adalah data yang diperlukan untuk melaksanakan audit IKE awal :



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Seluruh Karya Tulis Ilmiah Tanpa Izin  
Berdasarkan Sistem Klasifikasi  
In Sumber:**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ilmiah, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Penggunaan energi selama satu tahun ke belakang
2. Luas area bangunan sekolah keseluruhan.
3. Pembagian jenis ruangan yang terdapat di sekolah.

Luas area bangunan sekolah Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 adalah 2160 m<sup>2</sup>, berikut tabel temuan audit awal pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i pada poin penggunaan energi selama satu tahun ke belakang yaitu tahun 2025.

Tabel 3.1 Penggunaan energi tahun 2025

Bulan	kWh
Januari	16923
Februari	19134
Maret	23134
April	14683
Mei	19573
Juni	22401
Juli	16682
Agustus	22658
September	29686
Oktober	29169
November	32569
Desember	28559
Total	275171

Setiap ruangan memiliki luas ruangannya masing masing tergantung fungsi ruangan. Berikut tabel temuan pembagian area per jenis ruangan pada bangunan Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 :

Tabel 3.2 Pembagian Ruangan Pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2

Jenis Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Suhu AC °C
Aula	144	1	25
Creative Room	32	1	26
GLC 301	32	1	24
GLC 302	48	1	24
Gudang Olahraga	48	1	Non AC
Kelas	48	68	24
Labor Biologi	32	1	25
Labor Fisika	32	1	25
Labor Kimia	32	1	25

Tabel 3.2 Lanjutan

Jenis Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Suhu AC °C
Labor Komputer	48	3	26
Majelis Guru	48	6	24
Perpustakaan	48	3	25
Ruang B.2-10	48	1	26
Ruang B.2-6	48	1	26
Ruang Kepala Sekolah	48	3	24
Ruang Penyimpanan	48	1	Non AC
Ruang PPDB	32	3	24
Ruang Pusdatin	32	1	25
Ruang Serbaguna	48	1	Non AC
UKS	48	3	25
Toilet	14	3	Non AC

### 3.5 Menghitung Kebutuhan BTU Ruangan

Untuk menentukan kapasitas kebutuhan pendinginan suatu ruangan dan demi mencapai suhu ruangan yang nyaman serta menghindari kondisi *oversizing* atau *undersizing*, maka untuk menentukan spesifikasi AC yang tepat digunakan persamaan 2.4 pada bab 2.

### 3.6 Menghitung Audit Rinci

Audit IKE rinci merupakan tahapan lanjutan dari proses audit energi, dimana setelah dilakukan audit IKE awal, maka dilanjutkan pada audit IKE rinci apabila belum menemukan identifikasi pemborosan yang terjadi pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2. IKE rinci meliputi pengukuran konsumsi secara mendetail disetiap ruangan yang tersebar. Berikut data yang diperlukan saat melakukan IKE rinci.

1. Mengidentifikasi jenis dan durasi penggunaan komponen energi listrik pada setiap ruangan di Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2.
2. Menghitung total konsumsi energi listrik dari keseluruhan perangkat yang terdapat di setiap ruangan Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2.
3. Mengidentifikasi kebutuhan peralatan energi listrik sesuai dengan standar kebutuhan ruangan.

Setiap ruangan memiliki kapasitas daya masing masing yang unik tergantung perilaku pengguna, peralatan terpasang pada ruangan dan fungsi ruangan. Berikut macam perangkat listrik yang terpasang pada setiap ruangan :

1. a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilang mengumumkan dan memperbaik sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tabel 3.3 Peralatan Listrik Terpasang pada Tiap Ruangan

Jenis Alat	Jumlah	Daya (Watt)	Lama Pemakaian
<b>Kelas, GLC 301, GLC 302, B.2-10, B.2-6</b>			
Lampu	4	8	5
Kipas Angin	2	28	3
AC 1,5 PK	2	1170	6
<b>Aula</b>			
Lampu	12	8	5
Kipas Angin	3	28	2
AC 1,5 PK	5	1170	6
Proyektor	2	240	2
Sound System	1	110	2
<b>Creative Room</b>			
Lampu	4	8	5
Kipas Angin	2	28	3
AC 1,5 PK	2	1170	3
<b>Majelis Guru</b>			
Lampu	4	8	5
Kipas Angin	2	28	3
AC 1,5 PK	2	1170	3
<b>Ruang Kepala Sekolah</b>			
Komputer	2	350	9
Lampu	4	8	5
Kipas Angin	2	28	3
AC 1,5 PK	2	1170	3
<b>Laboratorium (Biologi, Fisika, Kimia)</b>			
Lampu	4	8	5
Kipas Angin	2	28	3
AC 1,5 PK	2	1170	3

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### Tabel 3.3 Lanjutan

Laboratorium Komputer				
Komputer	40	350	4	
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
AC 1,5 PK	2	1170	3	
Ruang PPDB				
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
AC 1,5 PK	1	1170	3	
Ruang Pusdatin				
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
AC 1,5 PK	2	1170	3	
Komputer	2	350	8	
Perpustakaan				
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
AC 1,5 PK	2	1170	3	
UKS				
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
AC 1,5 PK	1	1170	3	
Ruang Serbaguna				
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
Ruang Penyimpanan				
Lampu	4	8	5	
Kipas Angin	2	28	3	
Toilet				

Hak Cipta  
1. Dilarang  
**Ta**

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tuntutan.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang menggumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampu	2	8	5
-------	---	---	---

### 3.7 Melakukan Konservasi Energi

Tujuan konservasi energi adalah memaksimalkan penggunaan energi di Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2, terutama pada konsumsi listrik. Rekomendasi konservasi yang diterapkan adalah metode penghematan Perilaku Hemat Energi dan *Update Technology* berdasarkan hasil survei lapangan dan kondisi sekolah. Metode perilaku hemat energi menjadi pertimbangan disebabkan jangka waktu penggunaan pendingin ruangan yang cukup lama. Pemilihan metode *update technology* tergolong cocok karena sistem pendingin di sekolah masih menggunakan AC konvensional. Penggantian AC dengan tipe inverter sangat direkomendasikan karena mengkonsumsi daya setengah lebih hemat dibandingkan AC konvensional.

### 3.8 Menghitung Biaya Konsumsi Energi Listrik

Untuk dapat mengetahui berapa biaya konsumsi listrik per-ruangan yang dikonsumsi dapat merujuk pada rumus 2.6. Tujuan dilakukan perhitungan ini untuk mengetahui biaya pengeluaran Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 terhadap konsumsi energi listrik yang terpakai

### 3.9 Perbandingan Biaya

Setelah dilakukan konservasi energi pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 untuk mengetahui penghematan yang diperoleh, maka perlu dilakukan perbandingan biaya konsumsi energi sebelum dilakukannya audit energi dan setelah dilakukannya audit energi.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, ditemukan energi terbanyak pada suatu gedung, ialah pada sistem tata udaranya, terkhusus pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2, pada sekolah sendiri total konsumsi listrik pada tata udara sebesar 85,87%. Hal ini dikarenakan diperlukannya kenyamanan yang diperoleh saat proses belajar mengajar dan aktivitas administrasi di sekolah tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan di Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Hasil audit energi awal pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2, nilai intensitas konsumsi energi (IKE) didapatkan sebesar 127,3939815 kWh/m<sup>2</sup>/tahun ini termasuk pada kategori cukup efisien, namun penemuan masalah MCB yang membalik dan konsumsi listrik perbulan kian meningkat, sehingga perlu dilakukannya audit rinci.
2. Pada Sekolah Islam Terpadu Imam Asy-Syafi'i 2 sendiri, konsumsi energi listrik terhadap tata udara sebesar 85,87%. Berdasarkan hasil perhitungan BTU diketahui bahwa penggunaan AC pada beberapa ruangan sekolah, tidak sesuai dengan standar kebutuhannya sesuai luas area ruangan tersebut.
3. Penemuan ruangan boros pada ruang kepala sekolah dan ruang pusdatin menunjukkan dengan spesifik pada waktu penggunaan dan BTU ruangan yang melebihi standar kebutuhan, ruang kepala sekolah terindikasi boros disebabkan waktu operasi AC yang lebih lama dibanding ruangan lain, cocok untuk diterapkan AC inverter dan ruang pusdatin yang memiliki selisih BtU sebesar +10439,04
4. Berdasarkan hasil audit energi, peluang penghematan energi (PHE) yang teridentifikasi di Sekolah Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru mencakup dua strategi utama, yaitu kategori tanpa biaya (*no cost*) dengan mendisiplinkan pengaturan suhu *remote* AC pada standar 25°C yang mampu memberikan penghematan biaya sebesar 25% atau Rp370.656,00 per bulan, serta kategori biaya tinggi (*high cost*) melalui penggantian unit AC konvensional menjadi teknologi inverter khususnya di ruang Pusdatin yang memberikan efisiensi hingga 38,03%. Jika kedua peluang ini dikombinasikan secara optimal, sekolah dapat menurunkan konsumsi energi secara signifikan dari kondisi awal yang masuk kategori "Sangat Boros" menjadi lebih efisien dengan total penghematan biaya mencapai Rp476.388,00 per bulan atau sekitar 32,13% dari anggaran operasional listrik AC sebelumnya. Penggunaan ini di



proyeksi dapat lebih hemat dikarenakan teknologi ac inverter memiliki kemampuan yang dapat menghindari beban fluktuatif dari siklus on-off yang biasanya terdapat pada ac standar serta hanya perlu menjaga suhu ruang saja.

## 5.2 Saran

adapun saran pada penelitian ini adalah perlunya perhitungan lebih lanjut mengenai standar insulasi ruangan agar dapat memaksimalkan penggunaan AC, dan juga rutin melakukan maintenance pada sistem tata udara agar performa pendingin tetap bagus.

Hak Cipta Dilindungi Undang  
insulasi ruangan agar dapat memaksimalkan penggunaan AC, dan juga rutin melakukan maintenance pada sistem tata udara agar performa pendingin tetap bagus.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Dilarang mengutip sebagai seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- Muhammad Irvan Hidayatulloh, "Audit Energi Listrik Gedung Upt Smk Negeri 4 Musi Banyuasin," Universitas Jambi, Jambi, 2022.
- F. Adi Pratama, "Audit Energi Pt Tunas Mobilindo Perkasa Daihatsu Guna Penghematan Konsumsi Energi Listrik," Universitas Tidar, Magelang, 2023.
- A. Ash Shiddiq, "Analisis Peluang Hemat Energi Terhadap Tata Udara Pada The Bono Hotel Pekanbaru," Pekanbaru, Nov. 2023.
- Kementerian Esdm, "Laporan Kinerja Kementerian Esdm Tahun 2023," *Ministry Of Energy And Mineral Resources*, Jakarta, 2024.
- Bps, "Survei Sosial Ekonomi Nasional 2024," 2024.
- Pln, "Laporan Konsumsi Listrik Rumah Tangga 2023," *Pt. Pln Bumn*, 2023.
- R. Anggraeni, "Pusat Data Boros Energi 2024," *Bisnis Indonesia*, 2024.
- Kementerian Esdm, "Pemborosan Energi 80 Persen Faktor Manusia," *Ministry Of Energy And Mineral Resources*, Apr. 27, 2011.
- F. S. Muhammad, H. Judith, And A. Fitri, "Analisa Perbandingan Beban Energi Penggunaan Ac Splitdan Ac Sentral Pada Bangunan Hotel Di Makassar," *Tecnoscienza*, 2022.
- P. Efisiensi Penggunaan Energi Pada Sektor Perhotelan Di Kota Jambi, "Peluang Efisiensi Penggunaan Energi Pada Sektor Perhotelan Di Kota Jambi," 2018.
- A. Rohim, A. Yuana Dewi, And Erhaneli, "Analisis Kinerja Sistem Penerangan Led Terhadap Konsumsi Daya Listrik Gedung D Institut Teknologi Padang," *Jrpp*, 2025.
- M. Butarbutar, M. Riyanto, M. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, K. Teknik Otomasi Industri Smk Negeri, And S. Pengajar Smk Negeri, "Manajemen Sisi Beban Dan Optimalisasi Tingkat Konsumsi Energi Di Smk Negeri 2 Pontianak," 2018.
- A. Rahmawati And P. Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, "Evaluasi Kapasitas Dan Kebutuhan Dayalistrik Dan Upaya Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Smp Negeri 03 Sungai Raya," 2020.
- A. Wicaksono And P. Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, "Audit Energi Dan Peluang Hemat Energi Listrik Di Sekolah Dasar Islam Al Azhar 21 Pontianak Pontianak."
- F. Ahmad Fauzan, "Audit Energi Di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang," Semarang, Mar. 2024.
- N. A. Purnami, R. Arianti, And P. Setiawan, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi (Ike) Pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (Itda) Yogyakarta," *Avitec*, Vol. 4, No. 2, P. 225, Aug. 2022, Doi: 10.28989/Avitec.V4i2.1325.
- L. Shintawaty, H. Ahmad, And H. Gunawan, "Audit Energi Listrik Pada Sistem Kelistrikan," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Jul. 2022.
- M. D. Levine, J. F. Busch, And J. M. Loewen, "Asean-Usaid Buildings Energy Conservation Project Final Report Volume Ii1: Audits," 1992.
- G. Tifa And J. Kuningan Barat, "Panduan Penghematan Energi Di Gedung Pemerintah," 2014. [Online]. Available: [Www.iced.Or.Id](http://www.iced.or.id)
- A. Marjianto<sup>1</sup> And D. Mangindaan<sup>2</sup>, "Perancangan Sistem Tata Udara Ditinjau Dari Aspek Energi Dan Biaya Pada Bangunan Hotel Di Semarang," 2020.
- Dewi Permata Resti, Sarwono, And Hantoro Ridho, "Audit Dan Konservasi Energi Pada Rumah Sakit Angkatan Laut," 2011.
- H. B. Utomo, H. Purnama, And G. J. Adryan, "Konservasi Energi Dan Audit Energi Listrik Pada Rumah Tinggal," 2021.
- A. Al Bahij, N. Nadiroh, S. Sihadi, And M. I. Astar, "Pengaruh Pengetahuan Dan Sikap Hemat Energi Terhadap Perilaku Hemat Energi," *Edusains*, Vol. 12, No. 2, Pp. 259–265, Dec. 2020, Doi: 10.15408/Es.V12i2.13063.
- M. R. Amjath, H. Chandanie, And S. D. I. A. Amarasinghe, "Energy Retrofits For Improving Energy Efficiency In Buildings: A Review Of Hvac And Lighting Systems," In *World Construction Symposium*, Ceylon Institute Of Builders, 2021, Pp. 290–301. Doi:



UIN SUSKA RIAU

10.31705/Wcs.2021.25.

- A. Martin *Et Al.*, “Audit Energi Sistem Tata Cahaya Dan Tata Udara Lantai 2 & 3 Pada Bangunan Gedung Toko Buku Di Pekanbaru”.
- D. Fazri Sunardy, “Intensitas Konsumsi Energi Listrik Dan Analisa Peluang Hemat Energi Pada Gedung A, B Dan M Di Kampus Universitas Pembangunan Panca Budi,” 2021.
- A. Mukarom, A. K. Irwanto, And A. H. Tambunan, “Manajemen Konservasi Energi Listrik Melalui Pendekatan Financial Assessment Pada Pt Xyz,” Pp. 71–82, 2014.

[25] ~~Huk Cipta Di~~  
[26] ~~milik UIN Suska Riau~~

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

[27] ~~Huk Cipta Di~~  
[26] ~~milik UIN Suska Riau~~

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

© **Lampiran A****Hak Cipta Dilindungi**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LAMPIRAN A**

Rincian spesifikasi Spesifikasi GREE GWC-18N1 AC SPLIT 2 PK DELUXE STANDARD

**BLACK DIAMOND FIN.** Yang digunakan diruang pusdatin.

Spesifikasi GREE GWC-18N1 AC SPLIT 2 PK DELUXE STANDARD BLACK DIAMOND FIN

Produk SKU	GWC-18N1
Type	AC Standard
Warna	Putih
Daya Listrik (Watt)	1450 Watt
Dimensi (pxtxl)	95 x 34 x 25 cm
Berat	13 Kg
Garansi Produk	1 Tahun Ganti Baru (S&K Berlaku), 5 Tahun Sparepart, 10 Tahun Kompressor
Daya PK	2 PK
Kapasitas Pendinginan	18000 BTU/h
Tipe Refrigerant	R-32
Ukuran Pipa Cair & Gas (Inch)	$\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$
Dimensi Ou. (pxtxl)	80 x 56 x 35 cm
Berat Outdoor	34 Kg
Made In	china
Customer Reviews	★★★★★ 6 review
Most Viewed Rank	#7 untuk Semua Elektronik #7 untuk AC Split



## LAMPIRAN B

Perhitungan PHE tanpa biaya : Mengetahui konsumsi sebelum PHE

Jumlah ruang kepala sekolah	= 3
Jumlah ruang pusdatin	= 1
Konsumsi daya ac	= 1170 W/hour
Durasi nyala	= 8 jam
Jumlah ac	= 2 / ruangan
Konsumsi / ruang	$= 1170 \times 2 \times 8$
4 ruangan /hari	$= 18720 \text{ W}$
/bulan (22 hari)	$= 18720 \times 4$ $= 74880 \text{ watt/hour} \sim 74,88\text{kWh}$ $= 1.647,36 \text{ kWh}$

Mengetahui Konsumsi Setelah PHE

Jumlah ruang, konsumsi daya, jumlah ac sama	
Durasi nyala	= 6 jam
Konsumsi / ruang pusdatin	$= 1170 \times 2 \times 6$
Durasi nyala	$= 14,04 \text{ kWh}$
Konsumsi ruang kepala sekolah	$= 1170 \times 2 \times 6$
	$= 14,04 \text{ kWh} \times 3 \text{ ruangan}$
	$= 42,12 \text{ kWh}$

$$\text{Konsumsi pusdatin + kepala sekolah} = 42,12 + 14,04$$

$$= 56,16 \text{ kWh}$$

$$/\text{bulan (22 hari)} = 1.235,52 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan / bulan} &= \text{Konsumsi Sebelum - Sesudah PHE} \\ &= 1.6437,36 - 1.235,52 \\ &= 411,84 \text{ kWh/ bulan} \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN C

Perhitungan PHE biaya tinggi ( ruang pusdatin) : mengetahui konsumsi sebelum PHE

$$\text{Konsumsi ac ruang pusdatin} = 18,72 \text{ kWh / hari}$$

Konsumsi AC Spesifikasi GREE GWC-18N1 AC SPLIT 2 PK DELUXE STANDARD

$$\text{BLACK DIAMOND FIN} = 1450 \text{ Watt/h}$$

$$\text{Konsumsi Harian psudatin} = 1450 \times 1 \times 8$$

$$= 11,6 \text{ kW}$$

$$= 255,2 \text{ kW}$$

Mengetahui konsumsi setelah PHE

$$\text{Konsumsi/ bulan pra-PHE} = 18,72 \times 22$$

$$= 411,84 \text{ kWh/ bulan}$$

$$= \text{konsumsi sebelum} - \text{konsumsi sesudah}$$

$$= 411,82 - 255,2$$

$$= 156,62 \text{ kW/bulan}$$

Penghematan / bulan

Hak cipta Dilisankan Untuk Uji Coba

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

/ bulan

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN C

Perhitungan PHE kombinasi : mengetahui konsumsi sebelum PHE

Konsumsi 4 ruangan/bulan sebelum PHE = 1.647,36 kWh

Konsumsi 3 ruangan kepala sekolah

durasi nyala 6 jam = 42,12 kWh

Daya AC baru ruang pusdatin = 1450 W

Ruang pusdatin dengan nyala 6 jam = 1450 x 6

= 8,7 kWh

Konsumsi/hari setelah PHE = 42,12 + 8,7

= 50,82 kW

Konsumsi/bulan setelah PHE = 50,82 x 22

Penghematan/bulan = 1.118,04 kW

= 1.647,36 – 1.118,04

= 529,32 kW

Hak Cipta Dilindungi Undang

Konsumsi/hari setelah PHE

Konsumsi/bulan setelah PHE

Penghematan/bulan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis Bernama Zaki Fairuz Ghani, lahir di Perawang pada tanggal 12 Desember 2003. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, buah hati dari pasangan Indra Yunefri dan Linda Tesmeri, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan dalam setiap langkah penulis. Pendidikan dasar ditempuh di SDIT Imam Syafi'i pada tahun 2009–2015, kemudian melanjutkan Pendidikan menengah pertama di SMPIT Imam An-Nawawi pada tahun 2015–2018, dan pendidikan menengah ke atas di SMAIT Imam ASY-Syafi'i 2 Pekanbaru pada tahun 2018–2021. Pada tahun 2021, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN SUSKA Riau) pada Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Ekonomi. Skripsi yang berjudul “Evaluasi Konsumsi Energi Listrik Pada Tata Udara Di Sekolah Imam Asy-Syafi'i 2 Pekanbaru” disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T). Penulisan skripsi ini dilakukan di bawah bimbingan dosen pembimbing yang luar biasa, Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc., CIIQA. Berkat bimbingan, motivasi, dan arahan beliau, penulis berhasil menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Pada tanggal 12 Januari 2026, penulis telah melaksanakan Sidang dan Munaqasah serta dinyatakan lulus, sehingga resmi memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) dari Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang elektrikal, energi terbarukan dan ekonomi serta menjadi inspirasi bagi penelitian selanjutnya.

UIN SUSKA RIAU