

LAPORAN TUGAS AKHIR
AUDIT ENERGI DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 1
UNGARAN KABUPATEN SEMARANG

Sebagai syarat untuk memperoleh gelar S1 pada program studi Teknik Elektro
Universitas Islam Sultan Agung



Di susun oleh :

Farhan Ahmad Fauzan

NIM : 30601800016

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2024

FINAL PROJECT REPORT

***ENERGY AUDIT AT STATE JUNIOR HIGH SCHOOL 1 UNGARAN
SEMARANG REGENCY
As one of the requirements to obtain a Bachelor's degree in the Electrical
Engineering study program
Sultan Agung Islamic University***



BY :

Farhan Ahmad Fauzan

NIM : 30601800016

ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

UNISSULA

SEMARANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “AUDIT ENERGI DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 1 UNGARAN KABUPATEN SEMARANG” ini disusun oleh:

Nama : Farhan Ahmad Fauzan

NIM : 30601800016

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 7 Maret 2025

Pembimbing



Dedi Nugroho, ST,MT.

NIDN. 0617126602

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik
Elektro



Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “AUDIT ENERGI DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 1 UNGARAN KABUPATEN SEMARANG” ini telah dipertahankan di depan penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 7 Maret 2025

Penguji I



Prof. Dr. Hj. Sri Arttini Dwi P., M.Si

NIDN. 0620026501

Penguji II



Dedi Nugroho, ST, MT.

NIDN. 0617126602

Ketua penguji



Prof. Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T.

NIDN. 0618066301

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farhan Ahmad Fauzan

NIM : 30601800016

Fakultas : Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul: **“AUDIT ENERGI DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 1 UNGARAN KABUPATEN SEMARANG”**, Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 10 Maret 2025
Yang Menyatakan Mahasiswa




METERAI
TEMPEL
37AMX175082535

Farhan Ahmad Fauzan.
NIM.30601800016

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farhan Ahmad Fauzan
NIM : 30601800016
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) **Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang** dengan judul **“AUDIT ENERGI DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 1 UNGARAN KABUPATEN SEMARANG”**,

adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, Februari 2025

Yang Menyatakan



Farhan Ahmad Fauzan

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan yang Maha Pengasih atas segala limpahan kasih, karunia, dan kehendak-Nya sehingga Tugas Akhir Skripsi dengan judul “AUDIT ENERGI DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI 1 UNGARAN KABUPATEN SEMARANG”, dapat diselesaikan dengan baik. Selesaiannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan do`a dari berbagai pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini, ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

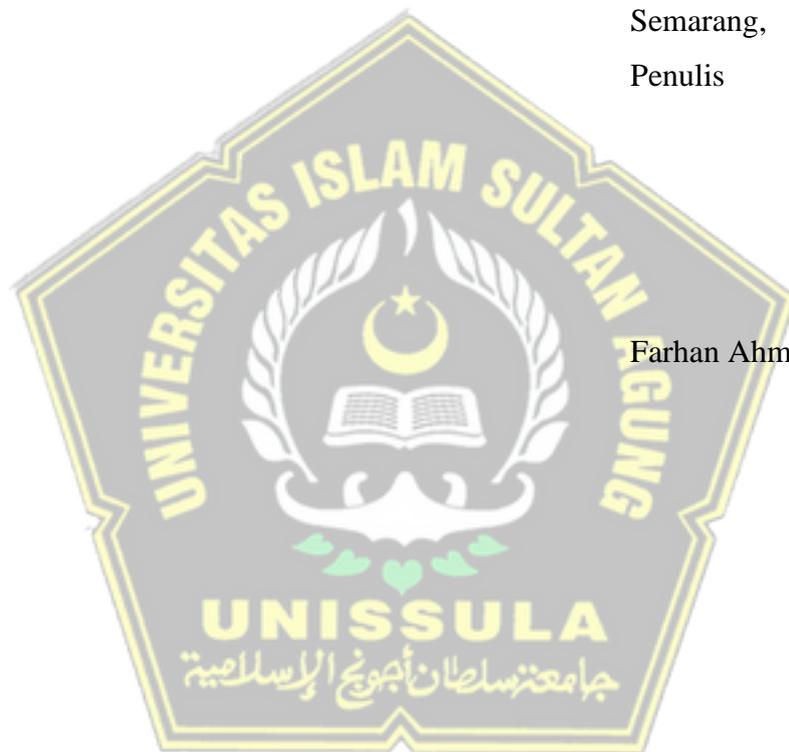
1. Ibu Dr. Ir. Hj.Novi Marlyana, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Bapak Dr. Muhammad Khosyi'in, ST., MT Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.
4. Bapak Munaf Ismail, ST., MT Selaku Dosen Wali yang selalu mensupport saya dalam mengerjakan Tugas Akhir saya.
5. Bapak Dedi Nugroho, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing saya yang sudah membimbing saya untuk mengerjakan Tugas Akhir dengan baik.
6. Seluruh dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
7. Ibu dan Ayah tercinta yang telah banyak berkorban demi keberhasilan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
8. Seluruh teman/sahabat saya yang selalu mensupport saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
9. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya pembuatan tugas akhir maupun dalam penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini walaupun telah berusaha semaksimal mungkin, tentunya masih banyak kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik untuk membangun kesempurnaan karya ini, semoga karya ini bermanfaat

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi' Wabarakatuh

Semarang, Februari 2025

Penulis



Farhan Ahmad Fauzan

DAFTAR ISI

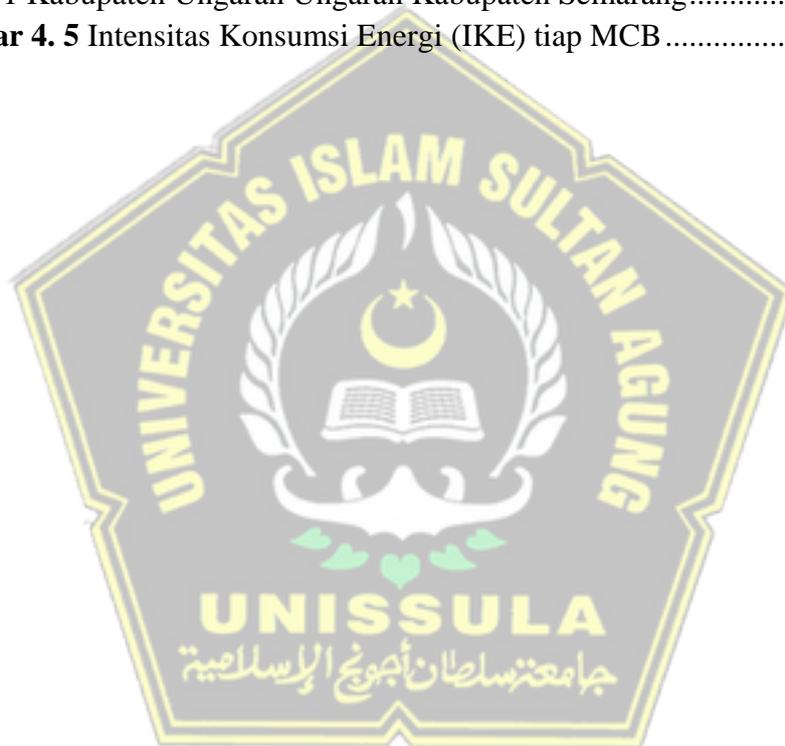
LAPORAN TUGAS AKHIR	i
<i>Final Project Report</i>	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
Abstrak	xiii
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang Masalah.....	15
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Batasan Masalah.....	16
1.4 Tujuan.....	10
1.5 Manfaat.....	16
BAB II LANDASAN TEORI & TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Tinjauan Pustaka.....	18
2.2 Tarif Listrik.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Objek Penelitian.....	27
3.2 Prosedur Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Peralatan Penelitian.....	27
3.4 Data Penelitian.....	28
3.5 Tahapan Penelitian.....	29
3.6 Standart Yang Digunakan Dalam Audit Energi.....	29
3.8 Flowchart.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pemakaian Beban Energi Listrik.....	31
4.2 Daya Listrik yang terpakai pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang MCB 1, MCB 2, MCB 3, MCB 4.....	33
4.3 Luas Bangunan.....	45
4.4 Pemakaian Energi Listrik.....	45
4.5 Perhitungan Biaya Listrik.....	46
4.6 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE).....	47

BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49



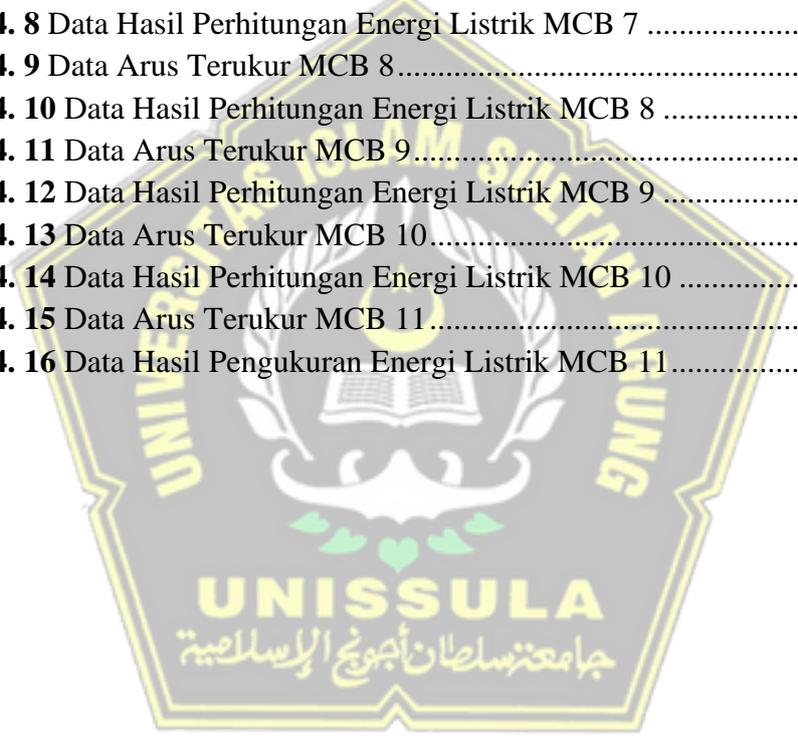
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Daya.....	21
Gambar 3. 1 Lokasi SMPN 1 Ungaran Kabupaten Semarang	27
Gambar 3. 2 Flowchart	30
Gambar 4. 1 Instalasi Listrik	31
Gambar 4. 2 MCB 1-12	25
Gambar 4. 3 Luas Bangunan Gedung kelas 8 dan 9 Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kabupaten Ungaran Ungaran Kabupaten Semarang	45
Gambar 4. 4 Pemakaian Satu hari Energi Listrik di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kabupaten Ungaran Ungaran Kabupaten Semarang.....	45
Gambar 4. 5 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) tiap MCB	47



Daftar Tabel

Tabel 2. 1	Standard Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Instansi....	25
Tabel 2. 2	Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	25
Tabel 2. 3	Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	25
Tabel 4. 1	Data Arus Beban MCB 1, MCB 2, MCB 3, MCB 4.....	33
Tabel 4. 2	Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB1,MCB2,MCB3,MCB4.	34
Tabel 4. 3	Data Arus Beban MCB 5.....	35
Tabel 4. 4	Data Hasil Perhitungan Energi Listrik Pada MCB 5.....	36
Tabel 4. 5	Data Arus Beban MCB 6.....	36
Tabel 4. 6	Data hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 6	37
Tabel 4. 7	Data Arus Terukur MCB 7	38
Tabel 4. 8	Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 7	38
Tabel 4. 9	Data Arus Terukur MCB 8.....	39
Tabel 4. 10	Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 8	39
Tabel 4. 11	Data Arus Terukur MCB 9.....	40
Tabel 4. 12	Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 9	41
Tabel 4. 13	Data Arus Terukur MCB 10.....	42
Tabel 4. 14	Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 10	42
Tabel 4. 15	Data Arus Terukur MCB 11	43
Tabel 4. 16	Data Hasil Pengukuran Energi Listrik MCB 11.....	43



ABSTRAK

Audit energi adalah proses evaluasi sistematis yang dilakukan untuk menilai penggunaan energi dalam suatu organisasi, bangunan, atau proses industri. Tujuan utama dari audit energi adalah untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi energi, yang pada gilirannya dapat menurunkan biaya operasional dan mengurangi dampak lingkungan. Audit energi melibatkan pengumpulan data tentang konsumsi energi, analisis pola penggunaan energi, dan evaluasi kinerja peralatan serta sistem yang ada. Berdasarkan temuan audit, rekomendasi untuk perbaikan, seperti penerapan teknologi efisien, pengelolaan energi yang lebih baik, dan perubahan perilaku pengguna energi, dapat diberikan. Dengan penerapan hasil audit energi yang efektif, organisasi dapat mencapai tujuan penghematan energi yang signifikan, mendukung keberlanjutan, dan berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca. Audit energi menjadi langkah penting dalam upaya global untuk menciptakan sistem energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Penelitian ini melakukan pengambilan data di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran yang berfokus pengambilan data di gedung kelas 8 dan kelas 9 dengan daya listrik terpasang 22 KVA. Audit energi dengan komponen utama survey lapangan, pengukuran dan pemantauan, analisis data, identifikasi potensi penghematan, laporan dan rekomendasi untuk mengetahui Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menggunakan standar ISO 50001- Sistem Manajemen Energi dengan metrik persatuan luas.

Berdasarkan hasil pengamatan konsumsi energi listrik untuk Gedung Kelas 8 & 9 di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang pada satu bulan sebesar 0,4 kWh/m² /bulan. Menunjukkan bahwa bangunan tersebut menggunakan energi secara “efisien” dan sesuai dengan pedoman yang ada dalam Permen ESDM No. 03 Tahun 2012.

Kata Kunci : Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang.

ABSTRACT

Energy audit is a systematic evaluation process conducted to assess energy use in an organization, building, or industrial process. The main purpose of an energy audit is to identify opportunities for energy savings, reduce waste, and improve energy efficiency, which in turn can lower operational costs and reduce environmental impact. Energy audits involve collecting data on energy consumption, analyzing energy usage patterns, and evaluating the performance of existing equipment and systems. Based on the audit findings, recommendations for improvements, such as the implementation of efficient technology, better energy management, and changes in energy user behavior, can be provided. With the effective implementation of energy audit results, organizations can achieve significant energy saving goals, support sustainability, and contribute to the reduction of greenhouse gas emissions. Energy audits are an important step in global efforts to create a more efficient and environmentally friendly energy system.

This study conducted data collection at State Junior High School 1 Ungaran which focused on data collection in grade 8 and grade 9 buildings with installed electrical power of 22 KVA. Energy audits with the main components of field surveys, measurement and monitoring, data analysis, identification of potential savings, reports and recommendations to determine Energy Consumption Intensity (IKE) using the ISO 50001- Energy Management System standard with broad unity metrics

Based on the results of observations of electrical energy consumption for Grade 8 & 9 Buildings at State Junior High School 1 Ungaran Semarang Regency in one month of 0.4 kWh/m²/month. It shows that the building uses energy “efficiently” and in accordance with the guidelines in the Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No. 03 of 2012.

Keywords: *Energy Audit, Energy Consumption Intensity, State Junior High School 1 Ungaran Semarang Regency.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi merupakan salah satu sumber daya penting yang mendukung berbagai sektor kehidupan, baik industri, transportasi, rumah tangga, maupun sektor komersial. Penggunaan energi yang efisien dan berkelanjutan semakin menjadi perhatian utama di tengah meningkatnya konsumsi energi global yang berbanding lurus dengan laju pertumbuhan ekonomi. Sebagai negara dengan jumlah penduduk yang besar, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam mengelola konsumsi energi agar dapat mendukung pembangunan yang berkelanjutan, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Audit energi adalah salah satu metode yang digunakan untuk menilai penggunaan energi pada suatu sistem, gedung, atau organisasi dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi energi. Audit energi melibatkan identifikasi potensi penghematan energi, analisis penggunaan energi yang tidak efisien, serta rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi biaya energi dan emisi gas rumah kaca. Dalam konteks ini, audit energi tidak hanya penting bagi sektor industri, tetapi juga bagi sektor komersial dan rumah tangga yang memiliki kontribusi signifikan terhadap konsumsi energi.

SMPN 1 Ungaran memiliki daya terpasang lebih dari 50 KVA yang terbagi antara lain ruang guru dengan daya yang terpasang sebesar 22 KVA, perpustakaan 22 KVA, kantor Tata Usaha 7.700 VA, meetingroom 5.500 VA. Audit energy dengan komponen utama survey lapangan, pengukuran dan pemantauan, analisis data, identifikasi potensi penghematan, laporan dan rekomendasi untuk mengetahui Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Hasil pengukuran, analisa dan perhitungan ini dapat diketahui konsumsi energy listrik dan instalasi daya listrik, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energy listrik di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan daya listrik maksimum, serta instalasi listrik pada gedung kelas 8&9 dan membandingkan dengan standar energy kebutuhan untuk memperoleh nilai standar intensitas komsumsi energy (IKE).

Data yang diambil di SMPN 1 Ungaran hanya beberapa gedung yang bisa diukur dikarenakan kabel pada MCB terlalu rapat sehingga tidak dapat diukur menggunakan Clamp Meter/Tang ampere, dan ada beberapa gedung yang tidak terpakai sehingga tidak ada beban dan arus yang mengalir.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Bagaimana analisa penggunaan energy listrik di gedung kelas 8 dan kelas 9 Sekolah menengah Pertama Negeri 1 Ungaran?
- b. Bagaimana Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di gedung kelas 8 dan kelas 9 Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran?

1.3 Batasan Masalah

Penulis membatasi batasan masalahnya sebagai berikut :

- a. Jumlah total dari listrik yang digunakan pada gedung adalah 57200 VA.
- b. Lokasi penelitian di SMPN 1 Ungaran yang terletak pada Jl. Diponegoro No.197, RT.004/RW.003, Sidomulyo, Kec. Ungaran Tim., Kabupaten Semarang, Jawa Tengah
- c. Berfokus pada gedung kelas 8 dan kelas 9 Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan daya listrik pada gedung kelas 8&9 dan membandingkan dengan standar energy kebutuhan untuk memperoleh nilai standar intensitas komsumsi energy (IKE).

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui profil penggunaan energi listrik.
2. Mengetahui jumlah pemakaian kWh di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran
3. Mencegah supaya tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan penelitian pada proposal tugas akhir ini didukung oleh berbagai sumber dari penelitian sebelumnya. Yang menyangkut tentang analisa kelayakan instalasi listrik pada bangunan antara lain:

- a. Penelitian terkait audit energi pada bangunan menyoroti pentingnya optimisasi penggunaan energi, khususnya di institusi pendidikan seperti universitas. Audit energi, yang menggunakan metode Intensitas Konsumsi Energi (IKE), menjadi strategi utama untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi melalui analisis pola konsumsi dan evaluasi efisiensi. Dalam konteks universitas, pola konsumsi energi sering kali kompleks dan tidak teratur, sehingga memerlukan pendekatan sistematis untuk meningkatkan efisiensi. Berbagai rekomendasi, seperti optimalisasi sistem pendinginan, pencahayaan, serta penggunaan peralatan hemat energi, telah menunjukkan dampak signifikan terhadap pengurangan konsumsi energi dan biaya operasional [1].
- b. Audit energi yaitu langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada bangunan, yang bertujuan untuk mengidentifikasi pola konsumsi dan menemukan peluang penghematan energi tanpa mengurangi kenyamanan pengguna. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) digunakan sebagai indikator utama dalam menentukan efisiensi energi suatu bangunan, dengan nilai IKE yang diatur dalam standar tertentu seperti Permen ESDM No. 13 Tahun 2012 [2].

- c. Audit energi merupakan pendekatan sistematis untuk mengevaluasi konsumsi energi pada fasilitas atau bangunan, yang bertujuan untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi tanpa mengurangi kenyamanan pengguna. Parameter utama yang digunakan dalam audit energi adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE), yang mengukur efisiensi konsumsi energi per luas bangunan. Hasil audit sering kali menunjukkan bahwa penghematan energi dapat dicapai melalui langkah-langkah seperti penyeimbangan beban listrik, penggantian lampu dengan teknologi hemat energi (seperti LED), serta optimalisasi sistem pendingin udara. Rekomendasi mencakup penggunaan lampu hanya saat diperlukan, perawatan rutin pada peralatan, dan pengaturan suhu ruangan yang ideal. Implementasi ini menunjukkan dampak signifikan dalam efisiensi operasional dan konservasi energi [3].
- d. analisis audit energi pada PT Terminal Petikemas Semarang untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi listrik dan meningkatkan efisiensi operasional. Audit energi awal menunjukkan konsumsi listrik sebesar 606.100 kWh atau Rp778.909.568 dengan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) 3,77 kWh/m²/bulan. Hasil audit menunjukkan peluang penghematan sebesar 15.782,8 kWh/bulan atau Rp20.423.978 dengan IKE yang turun menjadi 3,54 kWh/m²/bulan. Penghematan dilakukan dengan mengganti lampu eksisting menjadi LED yang lebih hemat daya, serta menggunakan refrigerant AC yang lebih efisien. Investasi penghematan memiliki periode balik modal yang relatif singkat, menjadikannya solusi yang layak untuk efisiensi energi [4].
- e. Audit energi di PT XYZ bertujuan mengidentifikasi penggunaan energi, efisiensi, dan peluang penghematan. Total konsumsi energi selama setahun adalah 3.278.043 kWh, dengan rata-rata Specific Energy Consumption (SEC) 1,20 kWh/kg/bulan. Sistem tata udara menyumbang konsumsi energi terbesar (48%) dan dinilai tidak efisien. Sistem pencahayaan sudah efisien sesuai standar SNI. Rekomendasi penghematan mencakup pengurangan waktu operasional HVAC, yang berpotensi menghemat hingga 247.737,6 kWh atau Rp287.796.151 per tahun. Implementasi langkah ini dapat meningkatkan

efisiensi energi dan menurunkan biaya operasional perusahaan [5].

2.2 Tarif Listrik

Tarif listrik adalah biaya yang wajib dibayarkan oleh pengguna sebagai kompensasi atas penggunaan energi listrik yang disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 09 Tahun 2014, besaran tarif tenaga listrik ditetapkan berdasarkan klasifikasi pelanggan. Kategori tarif tenaga listrik ini dibagi ke dalam beberapa golongan, yaitu:

1. Tarif tenaga listrik untuk keperluan pelayanan sosial
2. Tarif tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga
3. Tarif tenaga listrik untuk keperluan bisnis
4. Tarif tenaga listrik untuk keperluan industri
5. Tarif tenaga listrik untuk keperluan kantor pemerintah dan penerangan jalan umum
6. Tarif tenaga listrik untuk keperluan traksi pada tegangan menengah daya diatas 200 KVA (T/TM) diperuntukkan bagi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Kereta Api Indonesia.

Biaya listrik yang dibayarkan oleh konsumen terdiri atas dua komponen yaitu:

1. Biaya Awal

Pengguna layanan listrik diwajibkan membayar biaya awal saat pertama kali mendapatkan suplai listrik dari penyedia listrik. Biaya ini mencakup biaya penyambungan serta jaminan listrik.

2. Biaya Perbulan (pemakaian)

Biaya yang dibayarkan oleh konsumen setiap bulan meliputi:

- a. Biaya beban (Abonemen)
- b. Biaya Pemakaian (kWh)
- c. Biaya kelebihan pemakaian kVarh
- d. Biaya lain-lain yang terdiri dari:

- 1) Biaya pajak penerangan jalan

2) Biaya materai

3) Biaya pajak pertambahan nilai

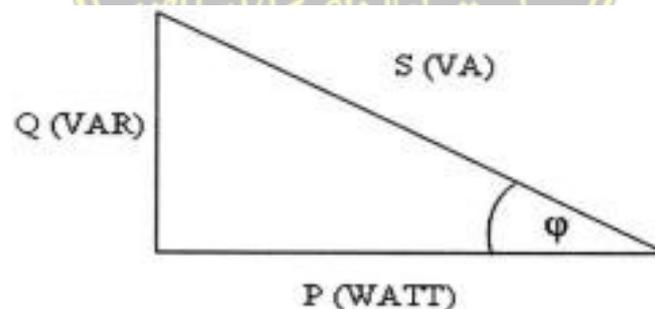
2.2.1 Faktor Daya

Biaya tambahan diberikan oleh PLN bagi Industri dapat mengalami beban daya reaktif jika peralatan listrik yang digunakan memiliki faktor daya yang rendah. Rendahnya faktor daya disebabkan oleh tingginya daya reaktif, yang biasanya dihasilkan oleh perangkat yang memiliki komponen seperti transformator dan kumparan.

Nilai Faktor daya memiliki rentang antara 0 hingga 1. Untuk pelanggan industri, PLN mensyaratkan faktor daya di atas 0,85 agar terhindar dari biaya tambahan, sedangkan pelanggan rumah tangga tidak dikenakan ketentuan ini

Dalam sistem listrik bolak-balik, terdapat dua jenis komponen daya, yaitu daya aktif (P) dan daya reaktif (Q). Daya aktif adalah energi yang benar-benar digunakan oleh perangkat listrik dan diukur dalam satuan Watt. Di sisi lain, daya reaktif muncul ketika arus listrik mengalir melalui suatu perangkat, namun tidak secara langsung berkontribusi terhadap kinerjanya.

Rumus mencari daya aktif, reaktif dan daya semu adalah:



Gambar 2. 1 Segitiga Daya

$$S = V \times I \text{ (VA)}$$

$$P = V \times I \times \cos \phi \text{ (Watt)}$$

$$Q = V \times I \times \sin \phi \text{ (VAR)}$$

Dengan:

S = Daya Semu (VA)

P = Daya Aktif (Watt)

Q = Daya Reaktif (Volt)

I = Arus (Ampere)

Faktor daya, yang sering disebut sebagai $\cos \phi$ ($\cos \phi$), merupakan sudut antara daya aktif (P) dan daya nyata (S). Apabila rasio antara daya aktif (P) dan daya nyata (S) kurang dari 0,85, maka PLN akan memberlakukan denda. Semakin rendah faktor daya (di bawah batas $\cos \phi = 0,85$), semakin besar biaya tambahan yang harus dibayar oleh pelanggan. Untuk mencatat daya aktif yang digunakan, pelanggan menggunakan kWh meter, sedangkan pelanggan industri memerlukan kVA meter untuk mengukur daya reaktif.

2.3 Konservasi Energi

Konservasi energi merupakan usaha untuk menggunakan energi secara lebih efisien dan optimal tanpa mengurangi kenyamanan serta kebutuhan pengguna. Tujuan utama dari konservasi energi adalah mengurangi pemborosan energi yang tidak diperlukan, sehingga konsumsi energi dapat diminimalkan. Pengurangan penggunaan energi ini dilakukan berdasarkan standar yang berlaku agar tetap memenuhi kebutuhan pengguna tanpa mengorbankan kenyamanan. Sebelum menentukan sistem mana yang dapat dioptimalkan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah audit energi.

Konservasi energi ada 3 bagian yaitu pengamatan sumber energi, sumber energi tersebut adalah suplai energi yang digunakan pada bangunan atau gedung seperti energi listrik yang bersumber dari PLN atau pemakaian generator set (GENSET) di gedung, konversi dan distribusi sumber energi, pemilihan teknologi yang digunakan seperti peralatan listrik. Penggunaan lampu atau pemakaian listrik untuk sistem pengkondisian udara serta optimasi dan efisiensi dari penggunaan sumber energi tersebut. Terakhir, konsumsi energi berkaitan dengan bagaimana pengguna memanfaatkan sumber energi serta apakah penggunaannya sudah sesuai dengan kebutuhan atau belum. Langkah-langkah yang dibutuhkan dalam konservasi energi yaitu:

1. Komitmen: dukungan konservasi energi dari pihak perusahaan
2. Audit energi: proses pola penggunaan energi dengan cara mengidentifikasi konsumsi energi
3. Program: menentukan sasaran dan target (prioritas) serta membuat rencana secara rinci
4. Sistem Informasi: memulai tindakan sesuai dengan program dan melakukan peningkatan kesadaran terhadap konservasi energi
5. Pemantauan: monitoring dan evaluasi audit energi

2.4 Pengertian Audit Energi

Audit energi merupakan proses evaluasi terhadap kebutuhan energi serta identifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi energi dalam suatu bangunan. Penghematan energi diberbagai bidang diperlukan Dengan semakin terbatasnya sumber energi yang tersedia dan meningkatnya biaya penggunaannya, upaya penghematan energi menjadi semakin penting. Pada bangunan komersial seperti gedung perkantoran atau pabrik, langkah-langkah penghematan energi hanya dapat dilakukan jika sudah diketahui bagaimana energi tersebut digunakan serta seberapa besar konsumsinya di setiap bagian bangunan atau fasilitas tersebut. Melalui proses audit energi, Jumlah energi yang dikonsumsi pada setiap bagian operasional suatu industri atau bangunan dapat dianalisis, sekaligus mengidentifikasi peluang penghematan energi yang dapat diterapkan.

Sasaran audit energi untuk memperoleh pola penggunaan energi, yaitu mendapatkan data tentang fluktuasi penggunaan energi. Data fluktuasi penggunaan energi didapatkan dengan cara mengukur penggunaan energi listrik tiap waktu sehingga didapatkan grafik yang menghasilkan gambaran tentang waktu penggunaan listrik terbesar dan terkecil di perusahaan tersebut. Neraca energi dapat diperoleh dari penggunaan listrik ($\text{input}=\text{output}$). Neraca ini akan menggambarkan seberapa besar penggunaan energi dan mengidentifikasi pemborosan dari system.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan faktor penting dalam pengelolaan energi. Indeks Konsumsi Energi (IKE) berfungsi sebagai acuan untuk menilai apakah penggunaan energi di suatu gedung tergolong efisien atau

berlebihan sesuai dengan standar yang berlaku. Nilai IKE pada bangunan dapat diperoleh melalui Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam proses audit energi, salah satu tujuan utamanya adalah mengidentifikasi sumber pemborosan energi, yang dapat diketahui melalui pengukuran penggunaan energi. Setelah itu, langkah-langkah penghematan dilakukan tanpa mengurangi kebutuhan operasional. Perencanaan penghematan mencakup peningkatan efisiensi energi melalui manajemen perawatan dan pengoperasian peralatan agar kerusakan serta kehilangan energi dapat diminimalkan. Efisiensi juga dapat ditingkatkan dengan memasang atau mengganti peralatan dengan teknologi hemat energi, sehingga konsumsi listrik dapat berkurang secara signifikan.

2.5 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah indikator yang menunjukkan jumlah energi yang dikonsumsi dalam suatu bangunan per luas area yang dikondisikan dalam periode tertentu, seperti bulanan atau tahunan. Dengan demikian, IKE berfungsi sebagai acuan untuk menilai penggunaan energi di suatu gedung serta mengidentifikasi potensi penghematan yang dapat diterapkan. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bangunan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IKE = \frac{Ke (kWH)}{Lb (m^2)}$$

Penjelasan:

Ke = Konsumsi energi (kWh)

Lb = Luas total bangunan (m²)

IKE = Intensitas Konsumsi Energi (kWh/ /tahun)

Hasil perhitungan nilai IKE bisa diperhatikan pada Tabel 2.1 untuk mengetahui nilai standard IKE pada setiap jenis Gedung.

Tabel 2. 1 Standard Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Instansi

Nomor	Jenis Gedung	Standard IKE (kWh/ m ² /tahun)
1	Komersial (Perusahaan)	240
2	Swalayan/ supermarket	330
3	Apartemen, Hotel	300
4	Rumah Sakit	380

Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada sistem pencahayaan, sesuai dengan SNI 6197 tahun 2011, bervariasi berdasarkan jenis gedung dan standar yang berlaku. Standar ini dibuat untuk menghindari pemborosan energi listrik apabila konsumsi melampaui batas yang telah ditetapkan dalam SNI 6197:2011. Hasil kriteria IKE pada perusahaan untuk gedung ber-AC dapat diperhatikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Nomor	Kriteria	Ruangan AC
		IKE (kWh/ m ² /tahun)
1	Sangat Efisien	50,04-95,04
2	Efisien	95,04-144,96
3	Cukup Efisien	144,96-174,96
4	Sedikit Boros	174,96-230,04
5	Boros	230,04-285
6	Sangat Boros	285-450

Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berlaku untuk ruangan ber-AC. Melalui perhitungan IKE, perusahaan dapat menentukan kategori sesuai dengan nilai kWh/m² per tahun.

Tabel 2. 3 Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Nomor	Kriteria	Ruangan AC
		IKE (kWh/ m ² /bulan)
1	Sangat Efisien	IKE < 8,5

2	Efisien	$8,5 < \text{IKE} < 14$
3	Cukup Efisien	$14 < \text{IKE} < 18,5$
4	Boros	$18,5 < \text{IKE}$

Menurut Permen ESDM No.03 2012 mengklasifikasi penggunaan energi listrik dalam ruangan Gedung ber-AC.

2.6 Air Conditioner (AC)

Udara sebagai Udara memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan, sebagaimana halnya dengan air. Udara tersusun atas berbagai gas, seperti nitrogen, oksigen, dan elemen lainnya. Perubahan komposisi udara dapat terjadi akibat pengaruh alam maupun aktivitas manusia. Oksigen adalah gas yang paling penting bagi manusia dalam proses pernapasan. Namun, meningkatnya polusi udara saat ini dapat berdampak buruk pada kesehatan. Agar menciptakan suasana yang lebih nyaman di dalam ruangan, digunakan sistem penyejukan udara buatan yang disebut AC (Air Conditioning) atau sistem tata udara. Adapun fungsi dari sistem tata udara adalah sebagai berikut:

- a) Mengatur suhu udara
- b) Mengatur sirkulasi udara
- c) Mengatur kelembaban udara
- d) Mengatur kebersihan udara.

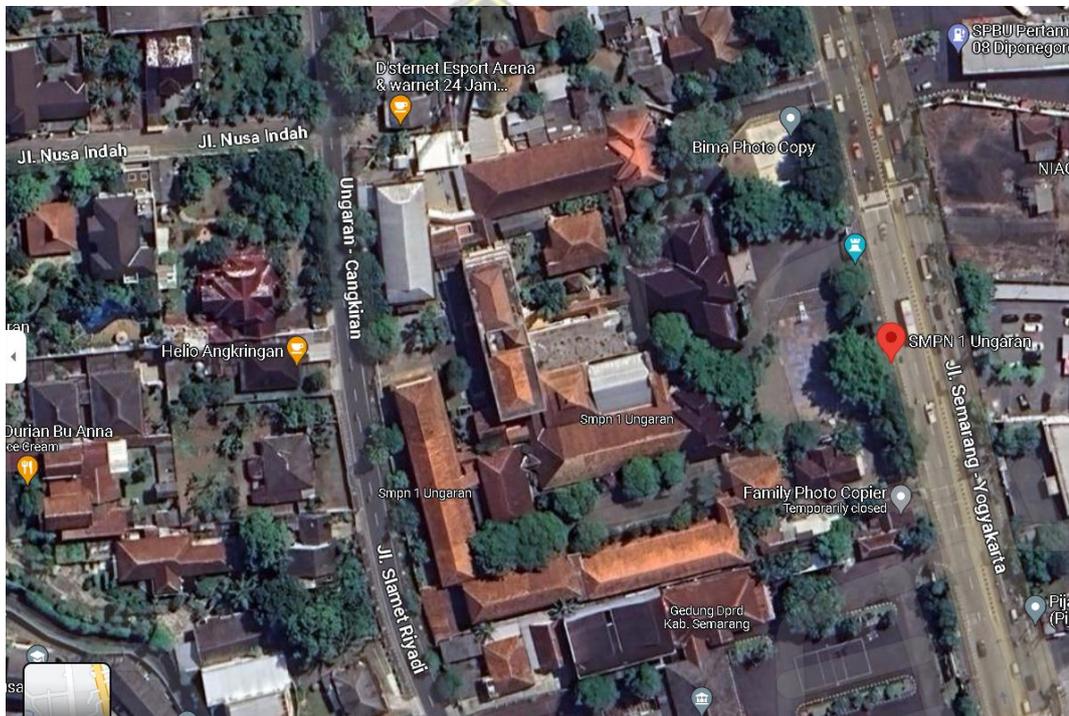
Sistem tata udara berperan dalam menjaga suhu dan kelembaban udara agar tetap stabil, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian yang dilakukan akan dilaksanakan di gedung SMPN 1 Ungaran yang berlokasi di Jl. Diponegoro 197 Ungaran, SIDOMULYO, Kec. Ungaran Timur, Kab. Semarang, Jawa Tengah. Gambar 3.1 menunjukkan kondisi lokasi SMPN 1 Ungaran di Kabupaten Semarang.



Gambar 3. 1 Lokasi SMPN 1 Ungaran Kabupaten Semarang

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan untuk menjelaskan langkah-langkah yang akan ditempuh selama pelaksanaan penelitian.

3.3 Alat dan Peralatan Penelitian

Alat dan peralatan penelitian berfungsi untuk menunjang penulis dalam

menyelesaikan tugas akhir. Beberapa alat dan peralatan yang digunakan:

a. Tang Ampere

Tang ampere adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan, dan hambatan listrik. Alat ini menampilkan hasil pengukuran secara digital pada objek yang diuji. Tang ampere memiliki batasan tertentu untuk memastikan keakuratan pengukuran, yaitu tegangan maksimal yang dapat diukur adalah 600 V, hambatan hingga 2 k Ω , serta arus dalam rentang 20 A, 200 A, hingga 600 A. Jika pengukuran melebihi batas maksimal, alat ini tidak dapat membaca nilai tersebut.

b. Tespen

Tespen merupakan alat yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan tegangan listrik. Alat ini memiliki bentuk menyerupai obeng dengan ujung bermata minus (-) berukuran kecil. Selain itu, tespen dilengkapi dengan jepitan seperti pulpen dan lampu indikator di dalamnya yang akan menyala saat mendeteksi tegangan listrik.

c. Handphone

Handphone, atau yang lebih dikenal sebagai telepon genggam atau ponsel, adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang memiliki fungsi dasar seperti telepon konvensional dengan saluran tetap. Namun, perangkat ini bersifat portabel (mobile) sehingga dapat dibawa ke mana saja tanpa memerlukan sambungan kabel (wireless) ke jaringan telepon.

d. Laptop

Laptop, atau yang dikenal sebagai komputer portabel, merupakan perangkat komputasi yang berukuran relatif kecil dan ringan, sehingga mudah dibawa ke mana saja. Sumber dayanya berasal dari baterai yang dapat diisi ulang menggunakan adaptor. Laptop sering digunakan untuk mengolah dan menganalisis data yang diperlukan dalam berbagai penelitian.

3.4 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian yaitu Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran. Sementara itu, data sekunder adalah

data yang diperoleh dari sumber lain, seperti jurnal, buku, atau hasil penelitian orang lain yang berkaitan dengan audit energi pada bangunan.

Data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian meliputi rata-rata konsumsi energi listrik setiap bulan dan besar biaya rekening listrik yang harus dibayarkan ke PLN, kondisi instalasi listrik di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran.

3.5 Tahapan Penelitian

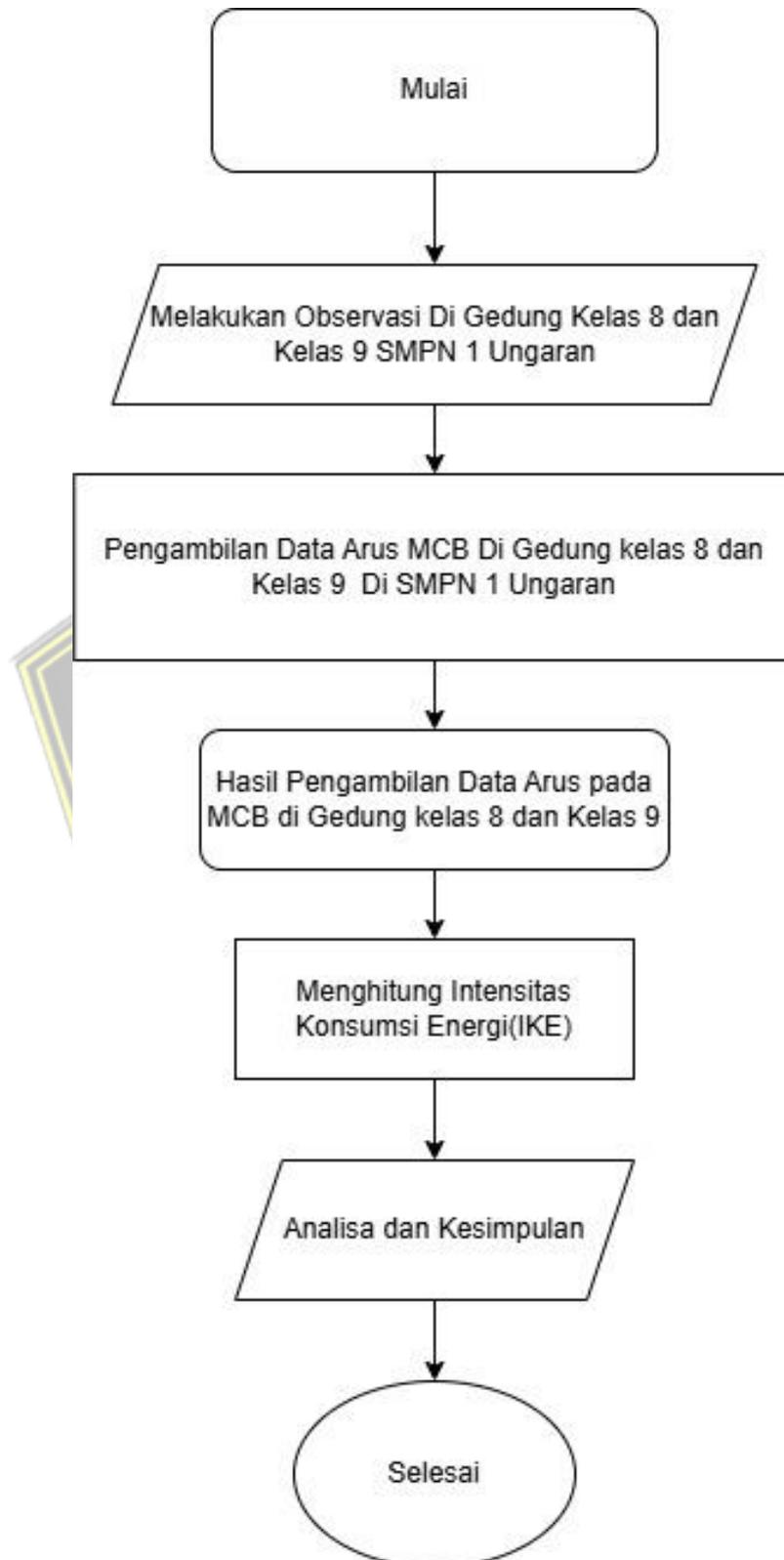
Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah:

1. Menentukan lokasi pengambilan data di Sekolah Menengah Negeri 1 Ungaran.
2. Melakukan observasi, melakukan wawancara dengan pihak terkait mengenai penggunaan energi listrik dan sistem instalasi listrik. Dalam penelitian audit listrik di Sekolah Menengah Negeri 1 Ungaran, data yang perlu dikumpulkan mencakup tata letak lampu, AC, total konsumsi listrik dalam kWh, serta biaya tagihan listrik.
3. Mengaudit data konsumsi energi listrik
4. Menghitung biaya penggunaan energi listrik
5. Analisis nilai efisien kriteria Intensitas Konsumsi Energi
6. Menarik kesimpulan dari analisa dari penelitian yang telah dilakukan.

3.6 Standart Yang Digunakan Dalam Audit Energi

Dalam melakukan audit energi, ada beberapa standar yang dapat digunakan atau perlu diperhatikan untuk memastikan proses audit dilakukan dengan standar yang baik dan dapat diterima secara internasional. Berikut adalah beberapa standar yang relevan dalam melakukan audit energi meliputi ISO 50001 – Sistem Manajemen Energi adalah standar internasional yang memberikan kerangka kerja untuk pengelolaan energi yang efisien dalam organisasi. Ini mencakup persyaratan untuk pengembangan, implementasi, dan pemeliharaan sistem manajemen energi, termasuk proses audit energi. ISO 14001 – Sistem Manajemen Lingkungan: Meskipun bukan khusus untuk audit energi, ISO 14001 memberikan kerangka kerja yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan manajemen energi dengan manajemen lingkungan secara umum.

3.7 Flowchart



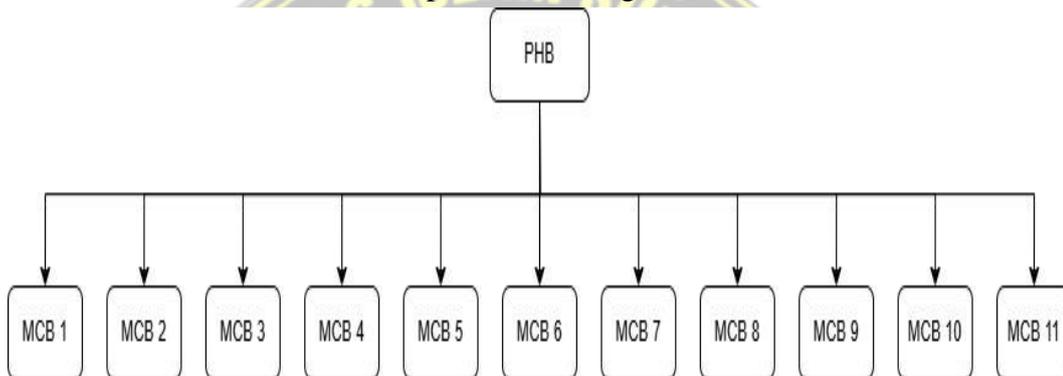
Gambar 3. 2 Flowchart

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemakaian Beban Energi Listrik

Biaya penggunaan energi listrik dapat dianalisis berdasarkan pola pemakaian beban listrik. Pola ini ditentukan melalui jadwal kegiatan pengguna yang diperoleh dari wawancara serta pengamatan langsung. Perbedaan waktu dalam penggunaan beban listrik bergantung pada kebutuhan energi untuk mendukung berbagai aktivitas. Penggunaan beban listrik biasanya dibagi ke dalam empat rentang waktu, yaitu pukul 07.00-09.00, 09.00-11.00, dan 11.00-13.00 WIB. Sementara itu, biaya beban nyala mengacu pada konsumsi listrik yang digunakan secara rutin setiap hari, yang umumnya dipengaruhi oleh kebiasaan penggunaan ruangan dan peralatan selama hari kerja.

Gambaran 4.1 Instalasi listrik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Instalasi Listrik

KETERANGAN:

MCB 1 : AC KELAS 9B

MCB 2 : AC KELAS 9C

MCB 3 : AC KELAS 9D

MCB 4 : AC KELAS 9E

MCB 5 : KELAS 9D, 9E

MCB 6 : KELAS 9B, 9C

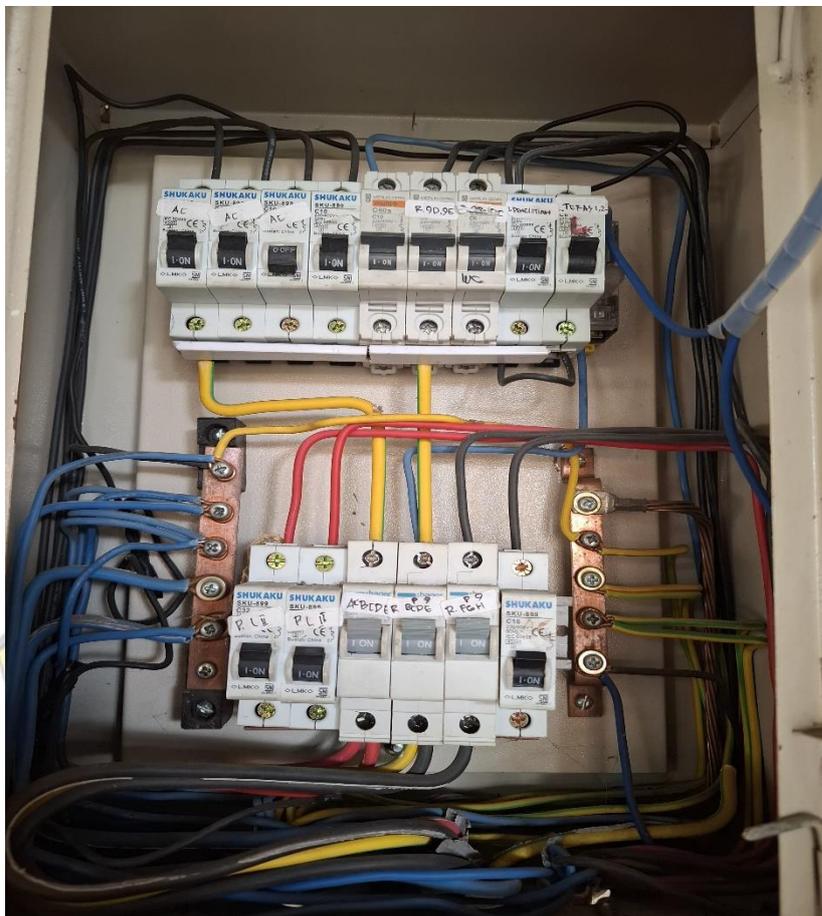
MCB 7 : LAMPU TERAS LANTAI 1 DAN LANTAI 2

MCB 8 : KELAS 8A, 8B, 8C, 8E

MCB 9 : KELAS 8F, 8G, 8H

MCB 10 : KELAS 9F, 9G, 9H

MCB 11 : AC KELAS 9F, 9G, 9H



Gambar 4. 2 MCB 1-11

Pada MCB terdapat kode yang menunjukkan kapasitas arus maksimum yang dapat dilewatinya. Kode ini diawali dengan huruf "C" besar, seperti C10, C16, dan C32. Misalnya, C10 berarti MCB dapat dilewati arus hingga 10 ampere. Jika beban listrik di suatu ruang kelas melebihi batas tersebut, MCB akan secara otomatis memutus aliran listrik (trip) untuk mencegah risiko seperti panas berlebih yang dapat memicu kebakaran. Berdasarkan simbol MCB mempunyai tiga macam fungsi yaitu:

1) Pemutus Arus

MCB mempunyai fungsi sebagai pemutus arus listrik ke arah beban. Dan fasilitas pemutus arus ini bisa dilakukan secara manual dengan merubah toggle switch yang ada didepan MCB (biasanya berwarna biru atau hitam) dari posisi "ON" ke posisi "OFF" kemudian bagian mekanis dalam MCB akan memutus arus listrik. Hal ini biasanya dilakukan bila kita ingin mematikan sumber listrik di rumah karena adanya keperluan perbaikan instalasi listrik rumah. Istilah yang biasa dipakai adalah MCB Switch Off. MCB secara

otomatis akan "OFF" ketika terjadi arus berlebih akibat penggunaan daya yang melebihi kapasitas atau adanya gangguan hubungan singkat. Mekanisme di dalam MCB akan bekerja untuk memutus aliran listrik guna mencegah kerusakan. Kondisi ini dikenal dengan istilah MCB Trip.

2) Proteksi Beban Lebih (Overload)

Fungsi ini akan aktif ketika MCB mendeteksi arus listrik yang melebihi kapasitasnya. Sebagai contoh, jika sebuah MCB memiliki batas arus 6A, tetapi arus yang mengalir sebenarnya mencapai 7A, maka MCB akan memutus aliran listrik setelah jeda waktu tertentu sejak mendeteksi kelebihan arus tersebut. Komponen dalam MCB yang bertanggung jawab atas proses ini adalah strip bimetal. Ketika arus listrik melewati bimetal, komponen ini akan mengalami kenaikan suhu, menyebabkan pemuaian atau bahkan sedikit melengkung. Semakin besar arus yang mengalir, semakin cepat bimetal menjadi panas dan memuai. Pada akhirnya, kondisi ini akan mengaktifkan mekanisme di dalam MCB untuk memutuskan aliran listrik, sehingga tuas sakelar berpindah ke posisi "OFF". Waktu yang dibutuhkan untuk memutus aliran listrik bergantung pada seberapa besar kelebihan arus yang terjadi. Strip bimetal ini bekerja berdasarkan prinsip yang dikenal sebagai thermal trip. Setelah arus listrik terputus, bimetal akan perlahan mendingin dan kembali ke bentuk semula, memungkinkan MCB untuk dialihkan kembali ke posisi "ON" agar arus listrik bisa mengalir lagi.

3) Proteksi Hubung Singkat (Short Circuit)

Perlindungan ini akan aktif ketika terjadi korsleting atau hubungan arus pendek dalam instalasi listrik. Saat korsleting terjadi, arus listrik yang sangat besar akan mengalir melalui sistem instalasi di rumah, yang dapat berpotensi menimbulkan risiko jika tidak segera diputus.

4.2 Daya Listrik yang terpakai pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang MCB 1, MCB 2, MCB 3, MCB 4

Tabel 4. 1 Data Arus Beban MCB 1, MCB 2, MCB 3, MCB 4

MCB	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur(A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
MCB 1	AC	1	1000	1000	0	0,2	0,4	0,3
	Kipas gantung	2	60	120	2			
MCB 2	AC	1	1000	1000	0	0,3	0,3	0,2
	Kipas Gantung	2	60	120	2			

MCB 3	AC	1	1000	1000	0	0,3	0,4	0,4
	Kipas Gantung	2	60	120	2			
MCB 4	AC	1	1000	1000	0	0,3	0,4	0,4
	Kipas Gantung	2	60	120	2			

Tabel 4.1 berisi data arus beban pada masing-masing MCB dari MCB 1 hingga MCB 4. Data mencakup jenis perangkat yang digunakan, jumlahnya, daya yang dikonsumsi, durasi pemakaian, serta nilai arus yang terukur dalam berbagai rentang waktu yang dimana arus terukur pada MCB 1 di jam 07.00- 09.00 yaitu 0,2 A , sedangkan MCB 2 di waktu yang sama mendapatkan arus yang terukur yaitu 0,3 A, MCB 3 dan MCB 4 setelah diukur oleh tang ampere sama hasilnya dengan MCB 2 yaitu arus yang terukur adalah 0,3 A. Pada saat jam 09.00-11.00 pengukuran arus menggunakan tang ampere pada MCB 1, MCB 3, MCB 4 terukur dengan hasil yang sama yaitu 0,4 A , Sedangkan untuk MCB 2 arus yang terukur yaitu 0,3 A. Pada saat jam 11.00-13.00 dilakukan pengukuran arus di MCB 1 yaitu 0,3 A arus yang terukur, MCB 2 terukur arus yaitu 0,2 A , sedangkan MCB 3 dan MCB 4 terukur arus yang sama yaitu 0,4 A.

Contoh Perhitungan Pada MCB 1

Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) diperoleh Energi Listrik (kWh) :

$$\begin{aligned} \text{Energi Listrik} &= 220\text{V} \times 2 \text{ jam} \times 0,2 \\ &= 88 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 1, MCB 2, MCB 3, MCB 4

MCB	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt jam)			Total Energi Listrik (Watt jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
MCB 1	AC	1	1000	1000	0	88	176	132	396
	Kipas gantung	2	60	120	2				

Energi Listrik (Watt jam)									396.0
Energi listrik (kWh)									0.3
MCB 2	AC 1,5 PK	1	0	0	0	132	132	88	352
	Kipas Gantung	2	60	120	2				
Energi Listrik (Watt jam)									352.0
Energi listrik (kWh)									0.3
MCB 3	AC	1	1000	1000	0	132	176	176	484
	Kipas Gantung	2	60	120	2				
Energi Listrik (Watt jam)									484.0
Energi listrik (kWh)									0.4
MCB 4	AC	1	1000	1000	0	132	176	176	484
	Kipas Gantung	2	60	120	2				
Energi Listrik (Watt jam)									484.0
Energi Listrik (kWh)									0.4

Tabel 4.2 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 1 hingga MCB 4. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam.

Tabel 4.3 Data Arus Beban MCB 5

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur (A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
9D	Proyektor	1	200	200	2	1,8	2,8	2
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
9E	Proyektor	1	200	200	2	1,8	2,8	2
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			

Tabel 4.3 menyajikan data arus listrik pada MCB 5, yang digunakan di beberapa

kelas. Data mencakup jenis perangkat listrik, jumlahnya, daya yang dikonsumsi, dan arus yang terukur dalam beberapa periode waktu. Arus yang terukur pada MCB 5 di saat jam 07.00-09.00 yaitu 1,8 A , jam 09.00-11.00 arus yang terukur adalah 2,8 A , sedangkan jam 11.00-13.00 arus yang terukur yaitu 2 A.

Tabel 4. 4 Data Hasil Perhitungan Energi Listrik Pada MCB 5

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt Jam)			Total Energi Listrik (Watt Jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
9D	Proyektor	1	200	200	2	792	1232	880	2904
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
9E	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
Energi Listrik (Watt jam)									2904.0
Energi Listrik (kWh)									2.9

Tabel 4.4 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 5. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi Listrik pada MCB 5 yaitu 2904 Watt jam atau 2,9 kWh

Tabel 4. 5 Data Arus Beban MCB 6

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur (A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
	Proyektor	1	200	200	2			

9B	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2	2,8	1,5	1
	Lampu	4	36	144	2			
9C	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			

Tabel 4.5 mencatat informasi mengenai arus listrik yang diukur pada MCB 6. Dalam tabel ini, terdapat daftar jenis beban yang digunakan dalam ruang kelas tertentu, berikut daya yang dibutuhkan dan arus yang terukur pada berbagai waktu. Arus yang terukur di saat jam 07.00-09.00 yaitu 2,8 A , jam 09.00-11.00 terukur arus 1,5 A , jam 11.00-13.00 terukur arus 1 A.

Tabel 4. 6 Data hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 6

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt Jam)			Total Energi Listrik (Watt Jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
9B	Proyektor	1	200	200	2	1232	660	440	2332
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
9C	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
Energi Listrik (Watt jam)									2332.0
Energi Listrik (kWh)									2.3

Tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 6. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi

Listrik pada MCB 6 yaitu 2332 Watt jam atau 2,3 kWh

Tabel 4. 7 Data Arus Terukur MCB 7

Lampu Teras	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur(A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
Lantai 1	Lampu	4	36	144	2	1	0,4	0,3
Lantai 2	Lampu	4	36	144	2			

Tabel 4.7 berisi data mengenai arus listrik yang diukur pada MCB 7, yang digunakan untuk mendukung penerangan lampu teras di lantai satu dan dua. Data ini mencakup daya, jumlah lampu, serta arus yang terukur pada berbagai waktu operasional. Arus yang terukur pada saat jam 07.00-09.00 adalah 1 A , jam 09.00-11.00 terukur arus 0,4 A , jam 11.00-13.00 terukur arus 0,3 A.

Tabel 4. 8 Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 7

Lampu Teras	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt Jam)			Total Energi Listrik (Watt jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
Lantai 1	Lampu	4	36	144	2	440	176	132	748
Lantai 2	Lampu	4	36	144	2				
Energi Listrik (Watt jam)									748.0
Energi listrik (kWh)									0.7

Tabel 4.8 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 7. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi Listrik pada MCB 7 yaitu 748 Watt jam atau 0,7 kWh

Tabel 4. 9 Data Arus Terukur MCB 8

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur (A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
8A	Proyektor	1	200	200	2	4	4,5	2
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
8B	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
8C	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
8E	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			

Tabel 4.9 menampilkan informasi mengenai arus beban yang diukur pada MCB 8. Tabel ini mencantumkan jenis perangkat listrik yang digunakan di beberapa kelas, jumlah perangkat, daya listriknya, serta arus yang terukur pada berbagai waktu operasional. Arus yang terukur pada saat jam 07.00-09.00 adalah 4 A, jam 09.00-11.00 adalah 4,5 A, jam 11.00-13.00 adalah 2 A.

Tabel 4. 10 Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 8

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt jam)			Total Energi Listrik (Watt jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
8A	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				

	Lampu	4	36	144	2	1760	1980	880	4620				
8B	Proyektor	1	200	200	2								
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2								
	Lampu	4	36	144	2								
8C	Proyektor	1	200	200	2								
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2								
	Lampu	4	36	144	2								
8E	Proyektor	1	200	200	2								
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2								
	Lampu	4	36	144	2								
Energi Listrik (Watt jam)										4620.0			
Energi listrik (kWh)										4.6			

Tabel 4.10 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 8. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi Listrik pada MCB 8 yaitu 4620 Watt jam atau 4,6 kWh

Tabel 4. 11 Data Arus Terukur MCB 9

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya	Total	Waktu	Arus Terukur (A)		
			Beban (Watt)	Daya (Watt)	Nyala (Jam)	07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
8F	Proyektor	1	200	200	2	2,7	2,6	2
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
8G	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
8H	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			

	Lampu	4	36	144	2			
--	-------	---	----	-----	---	--	--	--

Tabel 4.11 menyajikan data arus listrik yang diukur pada MCB 9. Perangkat listrik yang digunakan dalam tabel ini meliputi proyektor, kipas angin dinding, dan lampu, dengan rincian daya listrik serta arus yang terukur pada beberapa waktu. Pada saat jam 07.00-09.00 terukur arus 2,7 A , jam 09.00-11.00 terukur arus 2,6 A , jam 11.00-13.00 terukur arus 2 A.

Tabel 4. 12 Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 9

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt jam)			Total Energi Listrik (Watt jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
8F	Proyektor	1	200	200	2	1188	1144	880	3212
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
8G	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
8H	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
Energi Listrik (Watt jam)									3212.0
Energi Listrik (kWh)									3.2

Tabel 4.12 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 9. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi Listrik pada MCB 9 yaitu 3212 Watt jam atau 3,2 kWh

Tabel 4. 13 Data Arus Terukur MCB 10

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur (A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
9F	Proyektor	1	200	200	2	2	2,7	1,4
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
9G	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			
9H	Proyektor	1	200	200	2			
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2			
	Lampu	4	36	144	2			

Tabel 4.13 berisi data arus listrik yang diukur pada MCB 10. Tabel ini memuat informasi mengenai berbagai perangkat yang digunakan di beberapa kelas, beserta konsumsi daya dan pengukuran arus listriknya. Arus yang terukur di saat jam 07.00-09.00 yaitu 2 A, jam 09.00-11.00 yaitu 2,7 A, jam 11.00-13.00 yaitu 1,4 A.

Tabel 4. 14 Data Hasil Perhitungan Energi Listrik MCB 10

Kelas	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt jam)			Total Energi Listrik (Watt jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
9F	Proyektor	1	200	200	2	880	1188	616	2684
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
9G	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				

9H	Proyektor	1	200	200	2				
	Kipas Angin Dinding	2	40	80	2				
	Lampu	4	36	144	2				
Energi Listrik (Watt jam)									2684.0
Energi Listrik (kWh)									2.6

Tabel 4.14 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 10. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktunya (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi Listrik pada MCB 10 yaitu 2684 Watt jam atau 2,6 kWh

Tabel 4. 15 Data Arus Terukur MCB 11

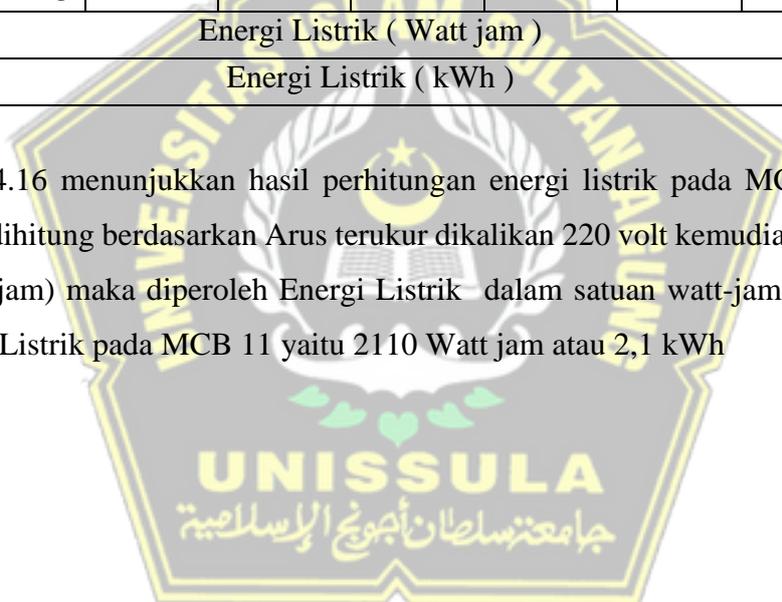
KELAS	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Arus Terukur(A)		
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00
9F	AC	1	1000	1000	0	1,8	2	1
	Kipas gantung	2	60	120	2			
9G	AC	1	1000	1000	0			
	Kipas Gantung	2	60	120	2			
9H	AC	1	1000	1000	0			
	Kipas Gantung	2	60	120	2			

Tabel 4.15 menyajikan data arus listrik yang diukur pada MCB 11. Dalam tabel ini, terdapat informasi mengenai perangkat seperti AC dan kipas gantung yang digunakan di berbagai kelas, lengkap dengan daya dan arus listrik yang terukur. Arus yang terukur pada saat jam 07.00-09.00 adalah 1,8 A, jam 09.00-11.00 adalah 2 A, jam 11.00-13.00 adalah 1 A.

Tabel 4. 16 Data Hasil Pengukuran Energi Listrik MCB 11

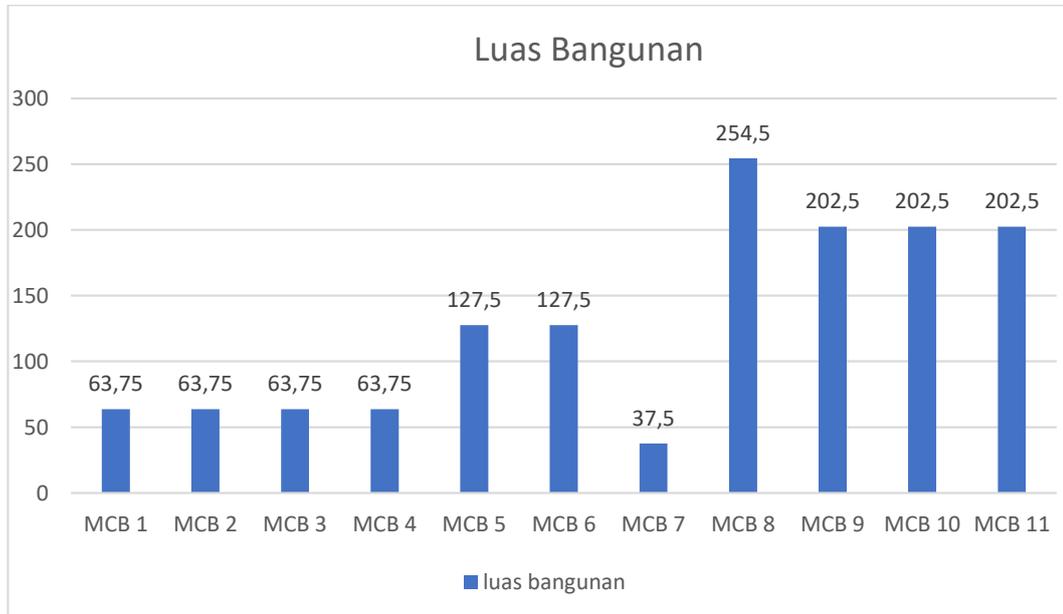
KELAS	Jenis Beban	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Total Daya (Watt)	Waktu Nyala (Jam)	Energi Listrik (Watt jam)			Total Energi Listrik (Watt jam)
						07.00-09.00	09.00-11.00	11.00-13.00	
9F	AC	1	1000	1000	0	792	880	440	2110
	Kipas gantung	2	60	120	2				
9G	AC	1	1000	1000	0				
	Kipas Gantung	2	60	120	2				
9H	AC	1	1000	1000	0				
	Kipas Gantung	2	60	120	2				
Energi Listrik (Watt jam)									2110.0
Energi Listrik (kWh)									2.1

Tabel 4.16 menunjukkan hasil perhitungan energi listrik pada MCB 11. Energi listrik dihitung berdasarkan Arus terukur dikalikan 220 volt kemudian dikali waktu nyala (jam) maka diperoleh Energi Listrik dalam satuan watt-jam. Dengan total Energi Listrik pada MCB 11 yaitu 2110 Watt jam atau 2,1 kWh



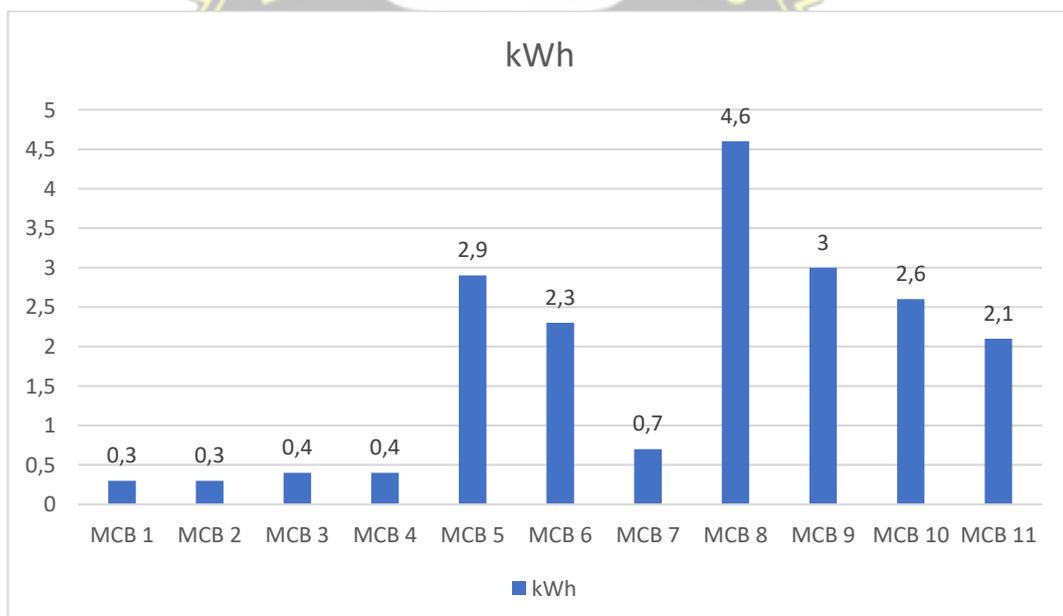
4.3 Luas Bangunan

Luas bangunan gedung kelas 8 dan kelas 9 Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang dapat dilihat pada grafik 4.1



Gambar 4. 3 Luas Bangunan Gedung kelas 8 dan kelas 9 Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang

4.4 Pemakaian Energi Listrik



Gambar 4. 4 Pemakaian Satu hari Energi Listrik di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang

Grafik diatas menunjukkan energi yang terukur (kWh) dalam satu hari. Kondisi Idealnya daya listrik yang terpakai pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang diatas menunjukkan bahwa pada hari kerja aktif jumlah daya pada MCB 8 yang terhubung pada Kelas 8A, 8B, 8C, dan 8E daya terpakai lebih besar dibandingkan dengan MCB lainnya. Hal tersebut dikarenakan dalam satu MCB yaitu MCB 8 menyambungkan ke 4 Kelas sekaligus, sehingga mempengaruhi besaran pemakaian daya, sedangkan pada MCB 1, MCB 2, MCB 3, MCB 4 pemakaian cenderung lebih stabil. ini disebabkan beban MCB hanya digunakan untuk penggunaan kipas angin gantung sedangkan AC sudah lama tidak terpakai.

4.5 Perhitungan Biaya Listrik

Pemakaian energi listrik selama satu hari di gedung kelas 8 dan 9 SMP Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang sebesar 19,6 kWh. Penggunaan energi listrik selama satu hari di kelas 8 dan 9 SMP Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang diperoleh dari 19,6 kWh dikalikan 30 hari, sehingga diperoleh 588 kWh. Jumlah beban dikalikan dengan jumlah daya setelah itu dikalikan dengan waktu nyala listrik, kemudian dikali tarif daya terpasang PLN 22 KVA Golongan B-2/ TR dengan Rp 1.444,70 per kWh.

Biaya pemakaian listrik = pemakaian kWh 1 bulan x Tarif Dasar Listrik

$$(\text{Rp}) = 588 \times \text{Rp } 1.444,70$$

$$(\text{Rp}) = 849.483,6$$

Pajak Penerangan Jalan Umum (PPJU) sebesar (5%)

$$= 5\% \times \text{biaya pemakaian listrik}$$

$$= 5\% \times 849.483,6$$

$$= \text{Rp } 42.474,18$$

Biaya tagihan rekening listrik PLN

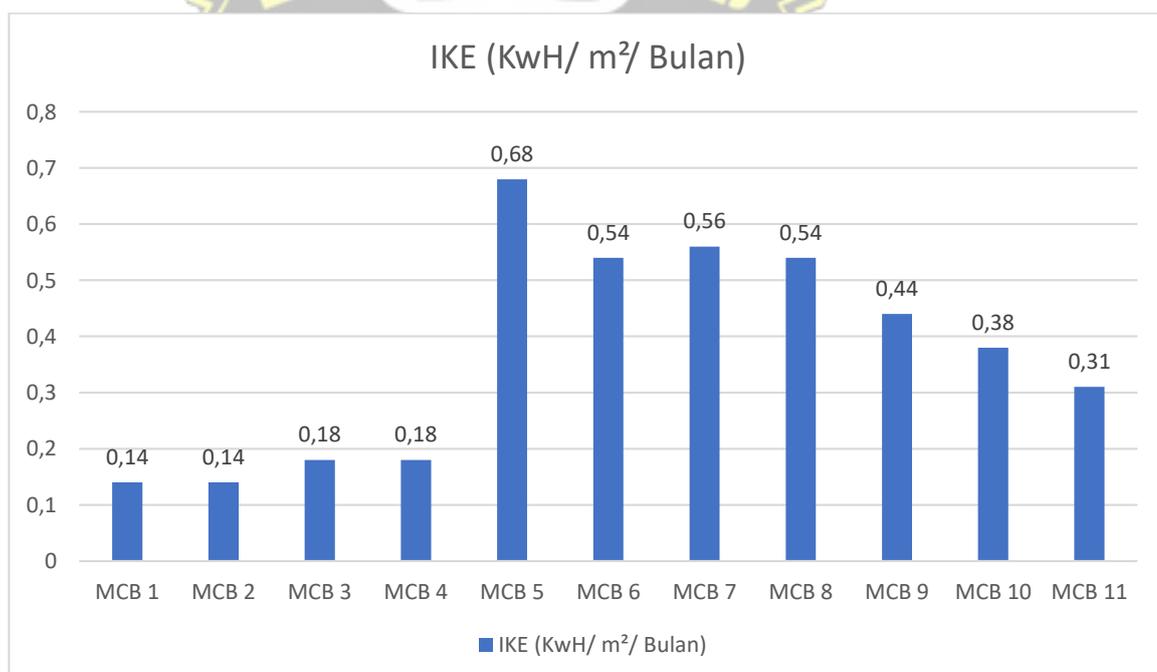
$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya pemakaian listrik} + \text{PPJU} \\
 &= \text{Rp } 849.483,70 + 42.474,18 \\
 &= \text{Rp } 891.957
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan diperoleh jumlah biaya energi listrik yang digunakan di gedung kelas 8 dan 9 SMP Negeri 1 Kabupaten Ungaran Kabupaten Semarang selama satu bulan. Estimasi biaya selama satu bulan sebesar 588 kWh yaitu Rp 891.957.

Semakin tinggi tingkat kebutuhan listrik, semakin besar penggunaan beban terpakai terutama apabila penggunaan AC sudah digunakan kembali Sementara itu, yang lain memberikan beban lebih pada pembayaran beberapa beban yang bergantian sesuai kebutuhan saat ini.

4.6 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada tiap MCB membutuhkan daya pemakaian selama satu bulan. Grafik Intensitas Konsumsi Energi tiap MCB dapat dilihat pada grafik 4.3



Gambar 4. 5 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) tiap MCB

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) ruangan ber-AC adalah:

$$\text{Intensitas Konsumsi Energi (IKE)} = \frac{\text{Jumlah Pemakaian Energi Listrik (Kwh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Intensitas Konsumsi Energi (IKE)} = \frac{588}{1409,5}$$

$$\text{Intensitas Konsumsi Energi (IKE)} = 0,4 \text{ kWh/m}^2 \text{ /bulan}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan konsumsi energi listrik untuk tiap MCB di gedung kelas 8 dan 9 Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran Kabupaten Semarang pada satu bulan sebesar 0,4 kWh/m² /bulan. Menunjukkan bahwa bangunan tersebut menggunakan energi secara efisien dan sesuai dengan pedoman yang ada dalam Permen ESDM No. 13 Tahun 2012 untuk mencapai tujuan penghematan energi yang berkelanjutan.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk menghemat energi listrik di gedung kelas 8 dan kelas 9 di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Ungaran, upaya yang bisa dilakukan meliputi penerapan teknologi hemat energi, pengelolaan energi dengan bijak, pemeliharaan fasilitas, dan sosialisasi kepada seluruh elemen sekolah mengenai pentingnya penghematan energi.
2. Pemakaian beban listrik selama satu bulan di gedung Kelas 8 dan 9 SMP Negeri 1 Kabupaten Ungaran Semarang pada satu bulan sebesar 0,4 kWh/m² /bulan. Menunjukkan bahwa bangunan tersebut menggunakan energi secara efisien dan sesuai dengan pedoman yang ada dalam Permen ESDM No. 13 Tahun 2012 untuk mencapai tujuan penghematan energi yang berkelanjutan.

5.2 Saran

1. Mematikan beban listrik yang tidak digunakan
2. mengganti atau memasang peralatan listrik dengan peralatan yang lebih hemat energi

Daftar Pustaka

- [1] V. Faniama, H. Christian, S. Tomoyahu, J. Pradipta, I. N. Haq dan, and E. Leksono, “Audit Energi Menggunakan Intensitas Konsumsi Energi untuk Konservasi Energi di Gedung Kampus Energy Audit Based on Energy Consumption Intensity for Energy Conservation in University Buildings,” *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 16, no. 1, p. 2024, doi: 10.5614/joki.2024.16.1.6.
- [2] A. D. Ramadhon, “Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Di Pt. Harmoni Putra Solusindo Semarang,” *Jurnal Teknik Elektro Univ. Semarang*, pp. 5–31, 2021.
- [3] P. Purwito, T. Tadjuddin, and A. Akbar, “Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi di PT. Daikin Air Conditioning Makassar,” *INTEK J. Penelit.*, vol. 5, no. 2, pp. 115–121, 2018, doi: 10.31963/intek.v5i2.582.
- [4] J. T. Elektro, “Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Penghematan Listrik Pada Pt Terminal Petikemas”.
- [5] S. Riadi and Erry Trigunadi, “Audit Energi Untuk Mencapai Peluang Penghematan Energi,” *J. Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2017, [Online]. Available: <https://123dok.com/document/yn4ovkjz-audit-energi-mencapai-peluang-penghematan-energi-selamet-trigunadi.html>