

Upaya Konservasi Energi Listrik pada Universitas Indonesia Berdasarkan Metode Intensitas Konsumsi Energi

Dicky Syachreza Himawan¹, Budi Sudiarto²

^{1,2} *Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia*

Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424, Indonesia

Dicky.syachreza01@ui.ac.id¹, Budi@ee.ui.ac.id²

Abstrak— Konservasi energi sangat diperlukan untuk pengendalian penggunaan energi listrik mengingat pada tahun 2008 Indonesia pernah dilanda krisis energi karena ketidakseimbangan antara pasokan listrik dan *demand*. Studi ini bertujuan melakukan konservasi energi listrik dengan membuat skenario pembayaran denda untuk fakultas yang nilai Intensitas Konsumsi Energinya (IKE) melebihi standar. Skenario pembayaran denda dilakukan berdasarkan 2 variasi standar (IKE). Pada skenario pembayaran denda pertama menggunakan standar efisiensi berdasarkan Permen ESDM No.13/201 yaitu sebesar 168 KWh/m². Terdapat 3 fakultas dengan IKE melebihi standar yaitu FIB dengan 193,6 KWh/m², FMIPA dengan 180,4 KWh/m², dan vokasi dengan 257,7 KWh/m². Pada skenario pembayaran denda kedua standar efisien IKE ditetapkan berdasarkan hasil rata-rata IKE seluruh fakultas yaitu 144,24 KWh/m². Terdapat 4 fakultas dengan IKE lebih standar yaitu FIB, FMIPA, dan Vokasi dengan besar IKE yang telah disebutkan, dan Fasilkom dengan 166,8 KWh/m². Setelah skenario pembayaran denda, akan dilakukan upaya penghematan energi seperti pemakaian LED sebagai sistem penerangan, dan pemakaian *air conditioner* dengan teknologi *inverter* sebagai pendingin udara. Upaya penghematan tersebut terbukti menghemat energi sebesar 44,89% dan 36,79% per tahunnya.

Kata kunci— Konservasi energi, Intensitas Konsumsi Energi, LED, *Inverter Air Conditioner*.

Abstract— Energy conservation is needed to control the use of electrical energy considering that in 2008 Indonesia had hit by an energy crisis due to an imbalance between electricity supply and demand. This study aims to conserve electrical energy by creating scenarios for paying fines for faculties whose Energy Consumption Intensity values exceed the standard. Scenarios for payment of fines are carried out based on 2 standard variations. In the first scenario of paying fine using efficiency standards based on Permen of ESDM No.13/201, which is 168 KWh/m². There are 3 faculties with Energy Consumption Intensity that exceeding the standard, namely FIB with 193.6 KWh/m², FMIPA with 180.4 KWh/m², and vocational with 257.7 KWh/m². In the second scenario of paying fine, the Energy Consumption Intensity efficient standard was determined based on the average Energy Consumption Intensity result for all faculties, namely 144.24KWh/m². There are 4 faculties with Energy Consumption Intensity that more than standard, namely FIB, FMIPA, and Vocational Studies with the aforementioned IKE size, and Fasilkom with 166.8 KWh/m². After the scenario of paying the fine, efforts will be made to save energy such as using LEDs as a lighting system, and using an air conditioner with inverter technology as air conditioning. These saving efforts are proven to save energy by 44.89% and 36.79% per year.

Keywords— Energy Conservation, Energy Consumption Intensity, LED, *inverter Air Conditioners*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia telah menghasilkan berbagai penemuan baru, antara lain peralatan-peralatan elektronik. Peralatan elektronik sangat berperan besar dalam menjadikan aktifitas manusia sehari-hari menjadi lebih efektif dan efisien. Namun semakin banyak peralatan elektronik yang digunakan di masyarakat juga menyebabkan konsumsi energi listrik juga meningkat. Peningkatan konsumsi energi listrik ini tidak sebanding dengan jumlah pasokan listrik dari pusat pembangkit. Untuk menghindari terjadinya pemborosan energi listrik, Direktorat Pengembangan Energi, Departemen Pertambangan dan Energi, telah membuat petunjuk konservasi energi pada

bangunan gedung yang mengkonsumsi energi cukup besar, seperti perkantoran, rumah sakit, swalayan, dan universitas (Ardiansyah, 2020).

Dalam studi ini akan dibahas pelaksanaan konservasi energi di Universitas Indonesia. Penulis akan memperoleh data konkret kondisi saat ini mengenai penggunaan energi listrik pada setiap bangunan disetiap fakultas di Universitas Indonesia. Selain itu penulis juga akan mengukur luas bangunan yang ada pada setiap fakultas di Universitas Indonesia. Setelah semua data didapatkan maka akan dihitung sebagai besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang akan dihitung pada setiap fakultas. Nilai IKE akan dibandingkan dengan standar yang dijadikan sebagai acuan efisiensi. Setelah didapatkan nilai IKE setiap fakultas dan dibandingkan dengan

standar, maka akan dibuat penggolongan fakultas berdasarkan nilai IKE nya. Fakultas yang masuk kedalam kategori boros berdasarkan nilai IKE nya maka diwajibkan membayar denda. Pembayaran denda akan dilakukan dengan dua skenario. Skenario akan dibuat berdasarkan variasi dari standar yang ditetapkan. Setelah dilakukan pembayaran denda maka penulis akan memberikan upaya penghematan dan juga infrastruktur yang dapat mendukung upaya penghematan tersebut.

II. DASAR TEORI

Manajemen energi merupakan suatu kegiatan pada suatu bangunan yang menggunakan prinsip-prinsip manajemen yang dilakukan secara terorganisir, dengan memiliki tujuan agar dapat dilakukan konservasi energi atau mengatur konsumsi energi sehingga dapat menekan biaya operasi atau produksi dengan serendah-rendahnya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 70 Tahun 2009 tentang konservasi energi, konservasi energi sendiri memiliki arti sebagai upaya yang sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Konservasi energi harus dilakukan dengan cara yang rasional dimana pengurangan konsumsi energi tidak boleh mengurangi keselamatan, kenyamanan, dan juga produktivitas (Kartika, 2018).

Untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan energi listrik suatu bangunan gedung dapat dilakukan dengan menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE). IKE sendiri menunjukkan besarnya konsumsi energi (KWh) per meter persegi (m^2). Besarnya IKE diperoleh dengan membagi jumlah energi listrik yang dikeluarkan dengan luas bangunan seperti pada persamaan 1:

$$IKE = \frac{kwh \text{ Total}}{luas \text{ bangunan}} \quad (1)$$

Keterangan :

- IKE = Intensitas Konsumsi Energi (kwh/m^2)
- Kwh Total = Konsumsi energi (Kwh)
- Luas Bangunan = Luas bangunan (m^2)

Salah satu standar IKE yang sering digunakan adalah Permen ESDM No.13/2012 (Kartika, 2018).

TABEL 1. STANDAR IKE BERDASARKAN PERMEN ESDM No.13/2012

No	Nilai IKE	Keterangan
1	(<102) KWh/m2/Tahun	Sangat Efisien
2	(102 – 1680) KWh/m2/Tahun	Efisien
3	(169 – 222) KWh/m2/Tahun	Agak Boros
4	(>222) KWh/m2/Tahun	Boros

Upaya penghematan energi listrik dapat dilakukan melalui berbagai cara. Contoh upaya penghematan energi listrik antara lain penggunaan LED sebagai sistem penerangan dan penggunaan *air conditioner* dengan teknologi *inverter* sebagai pendingin ruangan. Selain itu, pemasangan *smart meter* juga

dapat membantu upaya penghematan energi listrik dengan cara memantau penggunaan energi listrik yang ada pada bangunan gedung secara *realtime*. Dalam upaya penghematan energi terdapat istilah *payback period*. Untuk menghitung *payback period* dapat dihitung dengan membagi besar investasi dengan besar penghematan yang didapatkan sesuai dengan persamaan 2 dibawah ini.

$$Payback \text{ period} = \frac{Investasi}{Penghematan} \quad (2)$$

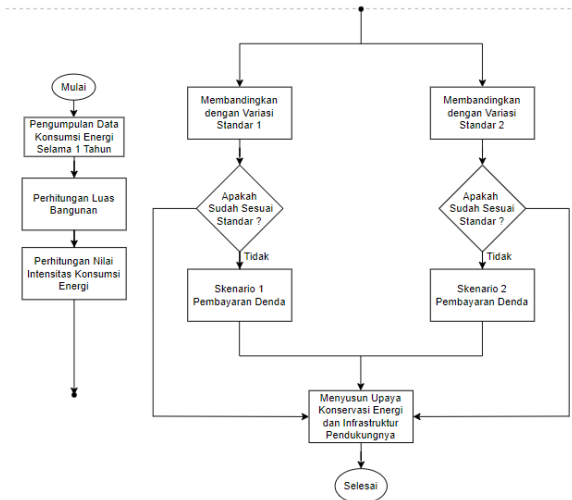
Menurut Dian Wijayanto (2012) *payback period* adalah periode atau waktu yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi. Sedangkan berdasarkan Abdul Choliq, dkk (2004) *payback period* adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan (Kurniawan, 2019).

Untuk dapat memantau penggunaan energi listrik dapat dilakukan dengan memasang *smart meter* dengan teknologi LoRa. Smart meter merupakan alat yang secara dasar dapat mengubah operasi jaringan listrik. Smart Meter mempunyai fungsi seperti meter tradisional yaitu untuk mengukur total penggunaan energi listrik yang dikonsumsi oleh peralatan listrik dalam sebuah bangunan. LoRa (*Long Range*) merupakan teknologi nirkabel yang memiliki jangkauan yang cukup jauh. Penggunaan *smart meter* dengan teknologi LoRa menjadikan konsumsi energi listrik pada setiap bangunan dapat dipantau secara *real time* kapanpun dan dimanapun. (G, S, & B, 2015)

III. METODE PENELITIAN

Studi ini bertujuan untuk melakukan konservasi energi listrik di Universitas Indonesia kampus Depok. Langkah pertama, penulis akan mengumpulkan data konkret mengenai total konsumsi energi listrik dalam setahun pada setiap fakultas di Universitas Indonesia (UI) kampus Depok yang dijadikan sampel. Data konsumsi energi yang digunakan merupakan data tahun 2019. Penulis menggunakan data tahun 2019 dengan alasan agar penelitian ini berjalan dengan maksimal, karena pada tahun 2020 hingga sekarang, terjadi pandemi COVID 19 yang mengakibatkan aktivitas perkuliahan di Universitas Indonesia tidak berjalan normal dan dilakukan secara daring. Selain itu, terdapat juga data yang harus diukur berupa luas setiap gedung pada setiap fakultas. Setelah didapat data-data tersebut, maka penulis akan menghitung besar IKE. Setelah didapat nilai IKE setiap sampel fakultas, maka penulis akan membuat 2 skenario denda yang dibedakan berdasarkan 2 variasi standar IKE. Denda harus dibayarkan oleh fakultas yang memiliki nilai IKE melebihi standar yang ditentukan.

Pada skenario pembayaran denda pertama, penulis menjadikan Permen ESDM No.13/2012 menjadi acuan standar IKE. Pada skenario pembayaran denda kedua, penulis menggunakan rata-rata IKE dari seluruh fakultas yang dijadikan sampel menjadi acuan standarnya. Untuk lebih jelasnya, metode penelitian akan dijelaskan melalui diagram alir pada gambar 1 :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada skenario pembayaran denda pertama, fakultas dengan Intensitas Konsumsi Energi diatas standar diharuskan membayar denda sebesar Rp.100000 untuk setiap Kwh nya yang melebihi standar. Kwh yang melebihi standar dapat dihitung dengan mengalikan Kelebihan Intensitas Konsumsi Energi dengan luas seluruh gedung yang ada pada fakultas tersebut. Untuk menghitung besar denda dapat dilakukan melalui persamaan 2 dan 3 dibawah ini :

$$Denda = Kelebihan Kwh \times 100000 \quad (3)$$

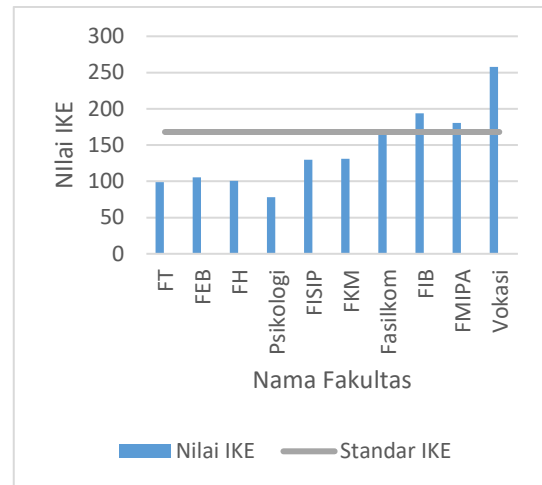
$$Kelebihan Kwh = \frac{Kelebihan IKE \times Luas}{1000} \quad (4)$$

Pada skenario pembayaran denda kedua, penulis menggunakan rata-rata nilai Intensitas Konsumsi Energi seluruh sampel fakultas sebagai acuan standar efisiennya. Rata-rata Intensitas Konsumsi Energi didapat dengan membagi total Intensitas Konsumsi Energi seluruh fakultas yang dijadikan sampling dengan jumlah fakultas yang dijadikan sampling. Perhitungan besar denda menggunakan persamaan yang sama dengan skenario pertama. Yang membedakan skenario pertama dengan skenario kedua hanya standar Intensitas Konsumsi Energi yang dijadikan acuan efisiensi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada studi ini IKE dihitung berdasarkan satu tahun penggunaan energi listrik. IKE dijadikan acuan mengenai efisien atau borosnya suatu bangunan gedung berdasarkan penggunaan energi listriknya. Fakultas yang akan dihitung nilai IKE nya adalah 10 fakultas terbesar di Universitas Indonesia yaitu fakultas teknik, fakultas ekonomi dan bisnis, fakultas hukum, fakultas psikologi, fakultas ilmu sosial dan ilmu politik, fakultas ilmu budaya, fakultas matematika dan IPA, fakultas kesehatan masyarakat, fakultas ilmu komputer dan vokasi.

A. Skenario 1 Pembayaran Denda



Gambar 2. Grafik IKE Berdasarkan Variasi Standar 1

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan skenario 1 maka standar efisien untuk IKE adalah $168 \text{ KWh}/\text{m}^2$ (berdasarkan Permen ESDM No.13/2012). Terdapat 3 fakultas yang memiliki nilai IKE diatas nilai standar efisien yang ditentukan yaitu FIB dengan $193,6 \text{ KWh}/\text{m}^2$, FMIPA dengan $180,4 \text{ KWh}/\text{m}^2$, dan Vokasi dengan $257,7 \text{ KWh}/\text{m}^2$. Maka ketiga fakultas tersebut diharuskan membayar denda. Pembayaran denda dilakukan dengan membayar biaya kelebihan pemakaian energi listrik ke Universitas Indonesia sebesar Rp.100000 per Kwh nya.

$$Denda = Kelebihan IKE \times Luas Bangunan \times 100$$

- 1) FMIPA

$$Denda = 12,4 \times 11.193,2 \times 100$$

$$Denda = Rp. 13.879.570$$

- 2) FIB

$$Denda = 25,6 \times 11.158,9 \times 100$$

$$Denda = Rp. 28.566.78$$

- 3) Vokasi

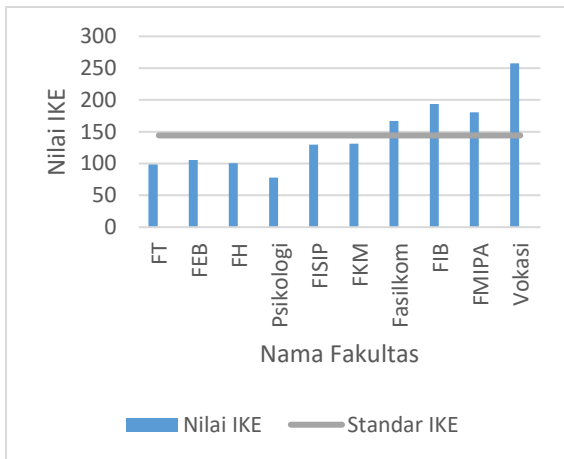
$$Denda = 89,7 \times 6704 \times 5$$

$$Denda = Rp. 60.134.480$$

$$Total denda = 102.580.830$$

Uang hasil denda akan dialokasikan kepada fakultas yang IKE nya masuk kedalam kategori efisien untuk membangun infrastruktur konservasi energi. Dalam studi ini terdapat 7 fakultas yang masuk kedalam kategori tersebut. Maka jika dihitung, setiap fakultas akan mendapat Rp.14.654.404.

B. Skenario 2 Pembayaran Denda



Gambar 3. Grafik IKE Berdasarkan Variasi Standar 2

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan skenario 2 maka standar efisien untuk IKE adalah $144,24 \text{ KWh/m}^2$. Standar efisien ditetapkan berdasarkan hasil rata-rata nilai IKE 10 fakultas. Pada skenario 2 ini terdapat 4 fakultas yang memiliki nilai IKE diatas nilai standar efisien yang ditentukan yaitu FIB dengan $193,6 \text{ KWh/m}^2$, FMIPA dengan $180,4 \text{ KWh/m}^2$, Vokasi dengan $257,7 \text{ KWh/m}^2$, dan Fasilkom dengan $166,8 \text{ KWh/m}^2$. Maka keempat fakultas tersebut diharuskan membayar denda sesuai dengan peraturan pembayaran denda yang telah ditetapkan.

1) Ilmu Komputer

$$\begin{aligned} \text{Denda} &= \text{Kelebihan IKE} \times \text{Luas Bangunan} \times 100 \\ \text{Denda} &= 22,52 \times 10.351,6 \times 100 \\ \text{Denda} &= \text{Rp. } 23.311.803 \end{aligned}$$

2) FMIPA

$$\begin{aligned} \text{Denda} &= \text{Kelebihan IKE} \times \text{Luas Bangunan} \times 100 \\ \text{Denda} &= 36,16 \times 11.193,2 \times 100 \\ \text{Denda} &= \text{Rp. } 40.474.611 \end{aligned}$$

3) FIB

$$\begin{aligned} \text{Denda} &= \text{Kelebihan IKE} \times \text{Luas Bangunan} \times 100 \\ \text{Denda} &= 49,36 \times 11.158,9 \times 100 \\ \text{Denda} &= \text{Rp. } 55.080.330 \end{aligned}$$

4) Vokasi

$$\begin{aligned} \text{Denda} &= \text{Kelebihan} \times \text{Luas Bangunan} \times 5 \\ \text{Denda} &= 113,46 \times 6704 \times 5 \\ \text{Denda} &= \text{Rp. } 76.063.584 \end{aligned}$$

$$\text{Total denda} = \text{Rp. } 194.930.328$$

Uang hasil denda akan dialokasikan kepada fakultas yang memiliki nilai IKE dalam kategori efisien, untuk membangun infrastruktur konservasi energi. Dalam skenario ini terdapat 6 fakultas yang masuk kedalam kategori tersebut. Maka jika

dihitung, setiap fakultas akan mendapat Rp.32.488.388

C. Upaya Konservasi

1) Pemakaian LED sebagai sistem penerangan

LED mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan jenis lampu lainnya. Selain efisiensinya yang tinggi, umur pemakaiannya yang panjang, LED juga tidak menghasilkan *mercury* dan sinar UV (Nayomi, 2013).

Berdasarkan penelitian oleh Muhammad Arkhan Pradanugraha (Pradanugraha & Sudiarto, 2022) melalui jurnal yang berjudul “Peningkatan Efisiensi Energi Sistem Penerangan pada Ruang Perkuliahan dengan Lampu LED Berdasarkan Analisis Arus Cahaya” yang dilakukan di Gedung K, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan cara mengganti lampu eksisting merek X jenis TL-D 36W/54-765 1SL/25 dengan lampu baru jenis TL LED merek X, MASTER LED tube 1200mm UO 15,5W 865 T8. Kedua lampu tersebut memiliki nilai arus cahaya yang sama yaitu 2500 lumen dengan estimasi pemakaian 1600 jam per tahun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi listrik untuk pemakaian lampu eksisting selama 1 tahun adalah 13.364 KWh. Setelah dilakukan penggantian dengan LED, konsumsi listriknya turun menjadi 7.365 KWh. Penghematan yang dapat dilakukan selama 1 tahun sebesar 44,89%. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa dengan besar arus cahaya yang sama, penggunaan LED sebagai sistem penerangan terbukti lebih hemat energi.

2) Pemakaian Air Conditioner dengan teknologi inverter

Air Conditioner (AC) inverter merupakan jenis AC yang menggunakan teknologi *inverter* pada penggunaannya. *Inverter* sendiri mengubah arus listrik dan mengontrol kecepatan kompresor sehingga membutuhkan daya lebih sedikit. AC *inverter* mampu menghemat hingga 50% penggunaan energi listrik (Joto, 2013).

Berdasarkan penelitian oleh Ruwah Joto (Joto, 2013) melalui jurnal yang berjudul “Studi Perbandingan Pemakaian Energi *Air Conditioner Inverter* dan *Air Conditioner Konvensional*” dengan memakai dua jenis *Air Conditioner* merek X dengan kapasitas pendinginan 1800BTU/h, 2 PK pada suhu ruangan tetap 20°C . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian *Air conditioner* konvensional selama satu tahun (estimasi pemakaian 2112 jam per tahun) membutuhkan konsumsi energi listrik sebesar 3.381 KWh sedangkan pemakaian *Air conditioner* dengan teknologi *inverter* membutuhkan konsumsi energi sebesar 2137 KWh. Penghematan yang didapatkan dengan pemakaian *Air conditioner* dengan teknologi inverter adalah sebesar 36,79%. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan *Air conditioner* yang menggunakan teknologi *inverter* dengan suhu yang sama sebagai pendingin ruangan mampu menghemat energi listrik.

D. Infrastruktur Pendukung

Demi memperlancar program konservasi energi ini diperlukan infrastruktur pendukung yang dapat dipasang oleh masing-masing fakultas. Infrastruktur tersebut adalah smart meter berbasis LoRa. LoRa (*Long Range*) sendiri merupakan teknologi nirkabel yang memiliki jangkauan yang cukup jauh. Pemasangan smart meter LoRa sangat berguna demi memantau penggunaan energi listrik guna meminimalisir terjadinya pemborosan energi listrik. Smart meter berbasis LoRa sangat cocok digunakan dalam program konservasi energi ini dikarenakan selain jangkauannya yang cukup jauh, juga memiliki kebutuhan daya yang rendah sehingga hemat energi.

Untuk membuat konservasi energi menjadi lebih efektif maka pemasangan smart meter seharusnya dilakukan pada setiap bangunan gedung sehingga pengontrolan penggunaan energi listrik dapat dilakukan lebih mudah. Dengan dipasangnya smart meter pada setiap bangunan gedung, maka program konservasi energi dapat dilakukan dengan lebih rinci yang tentunya akan menekan penggunaan energi listrik pada seluruh fakultas.

V. KESIMPULAN

Pada studi ini dapat disimpulkan bahwa Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dapat dijadikan acuan efisiensi penggunaan energi listrik. Berdasarkan skenario 1 pembayaran denda, terdapat 3 fakultas yang IKEnya di atas standar. Artinya penggunaan energi pada fakultas tersebut masing tergolong boros. Sedangkan melalui skenario 2 pembayaran denda terdapat 4 fakultas yang IKE nya di atas standar.

Penggunaan LED sebagai sistem penerangan dan penggunaan *air conditioner* dengan teknologi *inverter* sebagai sistem pendingin udara terbukti mampu menghemat energi listrik. Penggunaan LED sebagai sistem penerangan mampu memberikan penghematan energi listrik sebesar 48,89% per tahunnya. Sedangkan penggunaan *air conditioner* dengan teknologi *inverter* sebagai pendingin ruangan mampu

menghemat energi sebesar 36,79% per tahunnya. Dengan penghematan energi ini tentunya akan berbanding lurus dengan biaya listrik yang harus dibayarkan.

REFERENSI

- Ardiansyah, A. (2020). *Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Azahra, M. (2018, April 18). *Indonesia Environment Energy*. Retrieved from Efisiensi Energi dan Konservasi Energi, apa bedanya?: <https://environment-indonesia.com/efisiensi-energi/>
- G, R. B., S, K., & B, V. (2015). *Smart Metering and Functionalities of Smart Meters in Smart Grid*. IEEE, 138 - 145.
- Joto, R. (2013). *Studi Perbandingan Pemakaian Energi Air Conditioner Inverter dengan Air Conditioner Konvensional*. ELTEK, 11(1), 111 - 121.
- Kartika, S. A. (2018). *Analisis Konsumsi Energi dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus : Gedung Perkantoran dan Kompleks Perumahan TI)*. SEBATIK, 22(2), 41-50.
- Kurniawan, R. (2019). *Analisis Studi Kelayakan Keuangan Sentra Peningkatan Performa Olahraga Indonesia (SP2OI) di Menara Mandiri*. Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan, 2(1), 23 - 36.
- Nayomi, H. (2013). *Peluang Pemanfaatan Lampu LED Sebagai Sumber Penerangan*. Depok: Universitas Indonesia.
- Pradanugraha, M. A., & Sudiarto, B. (2022). *Pengaruh Sistem Peredupan terhadap Efisiensi Energi Penerangan Jalan Umum pada Universitas Indonesia Berdasarkan Metode Lumen*. PROtek, 9(1), 63 - 67.