

Peningkatan Efisiensi Energi Listrik Melalui Pengelolaan AC dan Lampu Berbasis Counter

Dimas Rahmat Prasetya¹, Abdul Multi²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12630
Telp. (021) 7874647, Fax. (021) 7866955

E-mail : dimasprasetya77@yahoo.com¹, amulti@istn.ac.id²

Abstrak

Konsumsi energi listrik di gedung perkantoran, khususnya dari sistem pendingin udara (AC) dan pencahayaan, menjadi salah satu penyumbang terbesar dalam penggunaan energi dan biaya operasional perusahaan. Penelitian ini dilakukan di kantor pusat sebuah perusahaan pertambangan dengan tujuan mengoptimalkan efisiensi energi pada sistem AC dan pencahayaan. Langkah-langkah yang diterapkan meliputi pengaturan waktu operasional AC dan lampu berdasarkan jam kerja aktual, pemasangan sensor gerak untuk area dengan tingkat okupansi rendah, penggantian lampu konvensional dengan LED, serta penyesuaian suhu AC ke titik optimal sesuai standar kenyamanan kerja. Selain itu, sistem kontrol otomatis diterapkan untuk mengatur nyala-mati peralatan secara terjadwal dan sesuai kebutuhan ruangan. Melalui pendekatan ini, konsumsi listrik dapat ditekan secara signifikan tanpa mengurangi kenyamanan dan produktivitas kerja. Hasil pengukuran menunjukkan penghematan energi sebesar 1.397,94 kWh per bulan, atau penurunan konsumsi listrik hingga 62,9%. Efisiensi ini berdampak langsung pada pengurangan biaya operasional perusahaan sebesar Rp 2.374.892,80 per bulan. Penerapan strategi ini membuktikan bahwa efisiensi energi di sektor perkantoran tidak hanya memungkinkan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang nyata serta mendukung praktik bisnis yang berkelanjutan..

Kata kunci: Efisiensi energi, sistem pendingin udara, pencahayaan kantor, penghematan listrik, biaya operasional

Abstract

Electricity consumption in office buildings—especially from air conditioning (AC) systems and lighting—constitutes a major portion of energy use and operational costs. This study was conducted at the headquarters of a mining company with the aim of optimizing energy efficiency in AC and lighting systems. The implemented strategies included scheduling the operation of AC and lighting based on actual working hours, installing motion sensors in low-occupancy areas, replacing conventional lamps with LED lighting, and adjusting AC temperature settings to optimal levels in accordance with thermal comfort standards. In addition, automated control systems were employed to regulate the on/off cycles of equipment based on room usage and schedules. These measures significantly reduced electricity consumption without compromising comfort or productivity. Measurements showed an energy saving of 1,397.94 kWh per month, equivalent to a 62.9% reduction in electricity usage. This improvement led to a direct decrease in operational costs by IDR 2,374,892.80 per month. The results demonstrate that energy efficiency in office environments is not only feasible but also offers tangible economic benefits while supporting sustainable business practices.

Keywords: Energy efficiency, air condition system, office lighting, electricity savings, operational cost

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global akibat emisi gas rumah kaca menjadi isu lingkungan yang mendesak. Salah satu faktor utama adalah konsumsi energi listrik di gedung perkantoran, terutama dari penggunaan AC dan sistem pencahayaan yang tidak efisien. Efisiensi

energi menjadi solusi penting untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus mengoptimalkan biaya operasional.

Penelitian ini dilakukan di kantor pusat pertambangan dengan fokus pada optimalisasi penggunaan AC dan sistem pencahayaan. Metode yang diterapkan

mencakup pengelolaan sistem kelistrikan berdasarkan kebutuhan aktual, penggunaan perangkat hemat energi, serta desain sistem yang mampu mengurangi beban listrik tanpa mengurangi kenyamanan dan produktivitas karyawan (Setiawan, dkk, 2020: 33–42).

Permasalahan utama dalam penelitian ini mencakup besarnya penghematan energi dan biaya yang dapat dicapai melalui optimalisasi sistem AC dan pencahayaan. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa dengan penerapan metode efisiensi yang tepat, konsumsi energi dapat dikurangi secara signifikan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di kantor pusat perusahaan yang menggunakan Golongan R3/ 53kVA, 2 lantai dengan pendekatan teknis yang terukur. Manfaatnya meliputi pengurangan dampak lingkungan, penghematan biaya operasional, serta kontribusi dalam penerapan teknologi hemat energi. Ruang lingkup penelitian meliputi pengaturan Tujuh AC jenis Split dengan daya 1524 watt dan lampu di 7 ruangan utama sebanyak 4 buah tiap ruangan dan berdaya 20 watt, dengan pengambilan data dilakukan pada jam kerja di bulan Desember 2024.

Tinjauan Pustaka

Pemanasan global telah menjadi isu lingkungan yang sangat krusial dan mendapat perhatian besar di seluruh dunia. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang salah satunya berasal dari penggunaan energi yang berlebihan, menjadi penyebab utama fenomena ini. Gas-gas tersebut, terutama karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrous oxide (N₂O), memiliki potensi besar untuk memperburuk pemanasan global. Salah satu sumber utama emisi karbon adalah konsumsi energi di sektor perkantoran, di mana penggunaan perangkat elektronik seperti pendingin udara (AC) dan sistem lampu berkontribusi signifikan terhadap beban listrik dan emisi gas rumah kaca (Rahman, 2020: 22–30).

Penggunaan AC di gedung perkantoran di Indonesia menjadi salah satu penyumbang utama konsumsi energi listrik. Menurut penelitian [2], penggunaan AC di Indonesia

berkontribusi pada pemborosan energi yang sangat besar, dengan pengaruh langsung terhadap peningkatan beban listrik dan emisi karbon. Selain itu, penggunaan bahan pendingin yang tidak ramah lingkungan, seperti Hidrofluorokarbon (HFC), meningkatkan potensi kerusakan lapisan ozon (Sundari, Prasetyo, dan Sulastri, 2017: 45–53).

Sistem lampu yang tidak efisien, terutama dengan penggunaan lampu konvensional, juga memperburuk situasi ini, karena lampu pijar dan neon yang tidak hemat energi cenderung menghabiskan lebih banyak listrik dan memperbesar jejak karbon gedung (Effendi dan Purnomo, 2019: 201–210).

Di tengah fenomena tersebut, efisiensi energi menjadi solusi yang sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan. Efisiensi energi dalam gedung-gedung perkantoran dapat dicapai melalui berbagai metode, seperti pengelolaan sistem lampu yang lebih efisien, penggunaan perangkat hemat energi, serta pengoptimalan penggunaan AC dengan mempertimbangkan suhu yang sesuai dan penggunaan otomodifikasi sistem energi (Setiawan, dkk, 2020: 33–42).

Efisiensi energi tidak hanya mengurangi konsumsi listrik dan dampak lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja karyawan (Mulyani, 2018: 112–120).

Dalam konteks ini, Tata Bara Utama sebagai perusahaan yang peduli terhadap keberlanjutan, mengintegrasikan efisiensi energi ke dalam operasionalnya sebagai bagian dari upaya pengurangan biaya dan dukungan terhadap tujuan global untuk memitigasi perubahan iklim. Langkah yang diambil oleh perusahaan ini sejalan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, yang mengharuskan sektor industri dan komersial untuk mengimplementasikan kebijakan penghematan energi secara sistematis dan terencana. Tata Bara Utama bekerja sama dengan mahasiswa dari Institut Sains dan

Teknologi Nasional (ISTN), menjalin sinergi antara dunia industri dan akademik, untuk mengembangkan solusi efisiensi energi yang lebih praktis dan inovatif.

Pentingnya sinergi antara pendidikan dan industri dalam mengembangkan solusi energi yang efisien serta keterlibatan mahasiswa dalam dunia industri melalui proyek-proyek nyata, seperti pengelolaan energi, memungkinkan pengaplikasian teori yang mereka pelajari dalam mata kuliah seperti Instalasi Listrik, Perancangan dan Desain Sistem Kelistrikan, serta Pengaturan Beban Listrik. Mahasiswa yang terlibat dalam proyek penghematan energi di perusahaan dapat membawa dampak positif, tidak hanya bagi perusahaan tempat mereka bekerja, tetapi juga bagi perkembangan solusi teknologi yang ramah lingkungan. Salah satu metode yang telah diterapkan di Tata Bara Utama adalah pengaturan penggunaan AC dan lampu secara optimal. Pengelolaan sistem kelistrikan dengan memperhatikan kebutuhan energi aktual dan menggunakan perangkat hemat energi, dapat mengurangi beban listrik secara signifikan tanpa mengurangi kenyamanan karyawan. Penerapan solusi teknologi seperti smart building dengan pemrograman suhu dan lampu otomatisasi juga terbukti dapat mengurangi konsumsi energi secara efektif (Rohman dan Usman, 2020: 120–130).

2. METODA PENELITIAN

1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kantor pusat PT Tata Bara Utama yang berlokasi di Jl. Berlian II No.63, RT.7/RW.2, Cilandak Bar., Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2024, dengan rentang waktu pengambilan data dari pukul 08:00 hingga 17:00, menyesuaikan dengan jam kerja kantor

2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen dan observasi langsung di lapangan. Fokus penelitian adalah optimasi penggunaan energi listrik pada sistem pendingin udara (AC) dan pencahayaan di kantor pusat

perusahaan yang mencapai 50% dari total konsumsi energi listrik. Langkah utama dalam rancangan penelitian ini mencakup:

1. Analisis awal konsumsi energi listrik pada AC dan lampu pada 7 ruangan.
2. Penerapan metode pengelolaan energi berbasis kebutuhan aktual, dimana suhu AC dan lampu berdasarkan jumlah orang di dalam ruangan.
3. Evaluasi hasil optimasi melalui perbandingan konsumsi listrik sebelum dan sesudah implementasi metode pengaturan suhu AC dan lampu berdasarkan jumlah orang di dalam ruangan ketika jam kerja pada pukul 08:00 – 17:00.

3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu:

1. Observasi Langsung: Mengamati pola penggunaan AC dan sistem pencahayaan di beberapa ruangan, seperti Ruang Direktur, Ruang Manager, Ruang Rapat, dan Mushola. Jumlah AC dan lampu di tiap ruangan serta daya yang digunakan pada AC dan lampu tersebut. Jumlah rata – rata orang di dalam ruangan tiap jam selama jam kerja.
2. Wawancara: Menggali informasi dari petugas pemeliharaan dan manajer fasilitas mengenai kebijakan dan prosedur pengelolaan energi. Dimana jam berapa AC dan lampu dihidupkan tiap harinya lalu berapa nilai pengaturan yang digunakan.
3. Dokumentasi: Menggunakan data historis konsumsi energi listrik dari arsip perusahaan untuk melihat pola penggunaan energi sebelum dan sesudah penerapan strategi pengaturan suhu dan lampu berdasarkan jumlah orang di dalam ruangan.

4 Metode Pengujian dan Pengukuran

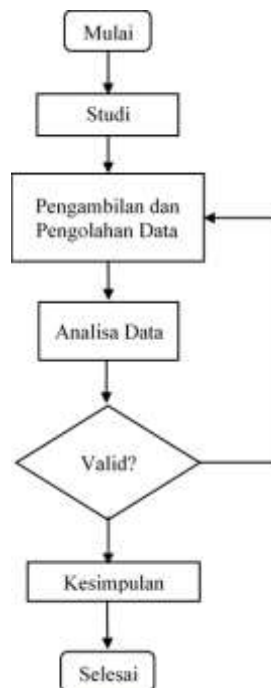
1. Analisis Konsumsi Energi: Menggunakan data penggunaan listrik dari alat ukur untuk melihat perubahan konsumsi energi sebelum dan setelah optimasi.
2. Perhitungan Penghematan Energi: Menghitung penghematan energi dengan membandingkan konsumsi listrik (kWh)

sebelum dan sesudah penerapan metode pengaturan suhu AC dan nyala lampu berdasarkan jumlah orang di dalam ruangan.

3. Analisis Biaya Penghematan: Menghitung potensi pengurangan biaya operasional dengan mengalikan penghematan energi (kWh) dengan tarif listrik yang berlaku. Dimana energi yang dihemat pada AC dan lampu yang diatur sesuai jumlah orang di dalam ruangan dibagi energi yang digunakan ketika AC selalu diatur pada suhu 19 °C dan lampu menyala selama jam kerja.

5 Flowchart Penelitian

Berikut adalah alur penelitian yang digunakan:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Analisis Data dan Pembahasan

Untuk memahami dampak efisiensi yang dilakukan, perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah optimalisasi ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Berdasarkan Permen Ketenagakerjaan Nomor 5, 2018 suhu ruangan harus dibawah 26 °C, lalu berdasarkan Kepmen Ketenagakerjaan Nomor 51, 1999 setiap penambahan orang dengan beban pekerjaan ringan 100 kkal/jam dimana setiap penambahan 300 kkal/jam suhu harus diturunkan 1 °C, maka dengan kapasitas

ruangan 12 orang pengaturan suhu adalah 21 – 26 °C.

Dari referensi di atas perlu dilakukan pengambilan data lama kompresor nyala dan mati pada AC Daikin RC50NV14, dimana suhu awal 30 °C, lalu AC diatur pada suhu 19 °C – 26 °C didapatkan data sesuai Tabel 1. Dimana hal ini bertujuan untuk melihat efisiensi yang dilakukan ketika AC yang selalu diatur pada suhu 19 °C dibandingkan pada suhu berdasarkan jumlah orang.

Tabel 1. Lama Kompresor Nyala dan Mati pada AC Daikin RC50NV14

Suhu Awal	Suhu Akhir	Komp. Nyala	Komp. Mati
30 °C	26 °C	2 menit 55 detik	7 menit 35 detik
30 °C	25 °C	4 menit 10 detik	7 menit 5 detik
30 °C	24 °C	6 menit 37 detik	6 menit 48 detik
30 °C	23 °C	9 menit 20 detik	5 menit 35 detik
30 °C	22 °C	12 menit 7 detik	3 menit 59 detik
30 °C	21 °C	15 menit 25 detik	2 menit 45 detik
30 °C	20 °C	Selalu Nyala	Selalu Nyala
30 °C	19 °C	Selalu Nyala	Selalu Nyala

Dari nilai pada Tabel 1 jika dibuatkan perhitungan perbandingan lama kompresor nyala dan mati pada suhu 26 °C adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Kompresor Nyala} = (2 \text{ menit } 55 \text{ detik}) / (2 \text{ menit } 55 \text{ detik} + 7 \text{ menit } 35 \text{ detik}) \times 100\% = 27,78\% \approx 28\%$$

Dimana keseluruhan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Presentase Lama Kompresor Nyala dan Mati pada AC Daikin RC50NV14

Suhu Awal	Suhu Akhir	%Komp Nyala	%Komp Mati
30 °C	26 °C	28%	72%
30 °C	25 °C	37%	63%
30 °C	24 °C	49%	51%

30 °C	23 °C	63%	37%
30 °C	22 °C	75%	25%
30 °C	21 °C	85%	15%
30 °C	20 °C	100%	Selalu Nyala
30 °C	19 °C	100%	Selalu Nyala

Dari Tabel 2 di atas jika dijadikan grafik perbandingan antara persentase kompresor nyala dan mati dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Kompresor On dan Off dalam Satu Jam

Setelah dilakukan penghitungan lama compressor AC nyala dan mati selama satu jam dilakukan perhitungan energi listrik yang digunakan baik sebelum dan sesudah dilakukan pengaturan.

$$E = \frac{P \times t}{1000}$$

$$E = \frac{1524 \text{ watt} \times 9 \text{ jam}}{1000}$$

$$E = 13,716 \text{ kWh} \times 7 \text{ ruangan} \times 22 \text{ hari}$$

$$E = 2.112,264 \text{ kWh}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan energi listrik yang digunakan berdasarkan suhu yang diatur tiap ruangan per harinya sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Pengaturan Suhu Tiap Ruangan Selama Pukul 08:00 – 17:00 (dalam jam)

Ruangan	Suhu (°C)					
	26	25	24	23	22	21
Direktur	3	6				
Manajer (1)	3	6				
Manajer (2)	3	6				
Rapat (1)	3	4		2		

Rapat (2)	5		4		
Rapat (3)	5		4		
Mushola	7				2

Dimana Maka jika dilakukan perhitungan pada ruang direktur dimana pengaturan pada suhu 26 °C (28% lama kompresor nyala) selama 3 jam ditambah pengaturan pada suhu 25 °C (37% lama kompresor nyala) selama 6 jam adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sum \% \text{Kompresor Nyala} \times P \times t}{1000}$$

$$E = \frac{(\text{Setting } 26 \text{ C} \times 3 \text{ jam}) + (\text{Setting } 25 \text{ C} \times 6 \text{ jam})}{1000}$$

$$E = \frac{(0,28 \times 1524 \times 3) + (0,37 \times 1524 \times 6)}{1000}$$

$$E = 4,66 \text{ kWh per hari}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama seperti di atas, dilakukan perhitungan pada ruangan yang lain. Dimana keseluruhan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Optimalisasi Energi Listrik AC Tiap Ruangan

Ruang	Per Hari (kWh)	Per 22 Hari (kWh)
Direktur	4,66	102,52
Manajer (1)	4,66	102,52
Manajer (2)	4,66	102,52
Rapat (1)	5,45	119,9
Rapat (2)	5,12	112,64
Rapat (3)	5,12	112,64
Mushola	5,57	122,54
Total	35,24	765,28

Selain dilakukan perhitungan per hari jika dibuatkan grafik penggunaan energi listrik selama jam kerja, setelah dilakukan dan sebelum dilakukan pengaturan pada AC dapat lihat di grafik pada Gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan Penggunaan Energi Listrik AC per Hari

Dari semua perhitungan di atas didapatkan data perbandingan antara konsumsi energi listrik dari sebelum pengaturan maupun setelah dilakukan pengaturan per bulan pada Tabel 5.

Tabel 5. Efisiensi Energi Listrik AC

Perhitungan	Sebelum Diatur	Setelah Diatur
Energi Litrik AC (kWh)	2.112,264	765,28

Selain pada sisi AC juga dilakukan perhitungan efisiensi pada objek lampu.

$$E = \frac{P \times \text{Jumlah Lampu} \times t}{1000}$$

$$E = \frac{20\text{watt} \times 4 \text{ lampu} \times 9\text{jam}}{1000}$$

$$E = 0,72 \text{ kWh} \times 7 \text{ ruangan} \times 22 \text{ hari kerja}$$

$$E = 110,88 \text{ kWh}$$

Selanjutnya dilakukan pengaturan hidup matinya lampu berdasarkan ada tidaknya orang di dalam ruangan berdasarkan Tabel 6.

Tabel 6. Lama Lampu On dan Off Tiap Ruangan (dalam jam)

Ruang	Nyala	Mati
Direktur	6	3
Manajer (1)	6	3
Manajer (2)	6	3
Rapat (1)	6	3
Rapat (2)	4	5
Rapat (3)	4	5

Mushola	2	7
---------	---	---

Berdasarkan lama waktu nyala lampu tiap ruangan sesuai tabel di atas. Setelah dilakukan perhitungan didapat nilai energi listrik yang digunakan pada objek lampu sesuai Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Optimalisasi Energi Listrik Lampu Tiap Ruangan

Ruang	kWh per hari	kWh 22 Hari
Direktur	0,48	10,56
Manajer (1)	0,48	10,56
Manajer (2)	0,48	10,56
Rapat (1)	0,48	10,56
Rapat (2)	0,32	7,08
Rapat (3)	0,32	7,08
Mushola	0,16	3,52
Total	3,68	59,92

Jika kita bandingkan Penggunaan energi listrik sebelum dan sesudah dilakukan pengaturan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Efisiensi Energi Listrik Lampu

Perhitungan	Sebelum Diatur	Setelah Diatur
Lampu (kWh)	110,88	59,92

Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penghematan energi listrik yang dapat dicapai melalui optimalisasi penggunaan AC dan sistem pencahayaan di kantor pusat pertambangan. Analisis dilakukan dengan membandingkan konsumsi energi sebelum dan sesudah penerapan sistem efisiensi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa langkah-langkah efisiensi yang diterapkan berhasil mengurangi konsumsi listrik secara signifikan. Penghematan energi listrik yang diperoleh setelah pengaturan adalah sebagai berikut:

- Penghematan energi pada AC:
 - Sebelum pengaturan: 2.112,26 kWh/bulan
 - Setelah pengaturan: 765,28 kWh/bulan
 - Total penghematan: 1.346,98 kWh/bulan (63,76%)
- Penghematan energi pada lampu:

- Sebelum pengaturan: 110,88 kWh/bulan
- Setelah pengaturan: 59,92 kWh/bulan
- Total penghematan: 50,96 kWh/bulan (45,95%)

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi dan menerapkan langkah-langkah efisiensi energi listrik pada sistem AC dan lampu di kantor pusat pertambangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan strategi efisiensi melalui pengaturan penggunaan AC berdasarkan jumlah orang dalam ruangan serta optimalisasi sistem pencahayaan dengan lampu hemat energi mampu mengurangi konsumsi listrik secara signifikan.

Total penghematan energi listrik yang diperoleh adalah sebesar 1.397,94 kWh per bulan, yang setara dengan pengurangan konsumsi listrik hingga 62,9%. Selain itu, langkah efisiensi ini juga berhasil menurunkan biaya operasional perusahaan sebesar Rp 2.374.892,80 per bulan.

Dengan adanya hasil ini, disarankan agar perusahaan terus melakukan evaluasi dan pemantauan terhadap pola penggunaan energi, serta mempertimbangkan implementasi teknologi otomatisasi berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi energi lebih lanjut. Selain itu, edukasi dan kesadaran karyawan mengenai pentingnya penghematan energi juga perlu ditingkatkan guna menjaga keberlanjutan upaya efisiensi energi di lingkungan kantor.

Daftar Pustaka

Aqua Elektronik. (n.d.). Ingin beli AC baru? Ketahui berapa PK AC yang Anda butuhkan. Dari <https://aquaelektronik.com/article/detail/355/Ingin+Beli+AC+Baru%3F+Ketahu+Berapa+PK+AC+yang+Anda+Butuhkan>

Budiyanto, B., Multi, A., & Gagani, P. (2015). Pengembangan penggunaan sistem arus searah sebagai pencatu daya pada lampu hemat energi. *Semnastek*, 2015. Retrieved from <https://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek>

Effendi, R., & Purnomo, A. (2019). Strategi Efisiensi Energi dalam Gedung Perkantoran untuk Mengurangi Dampak Lingkungan. *Jurnal Manajemen Energi*, 17(4), 201-210.

Gardezi, S. S. S., et al. (2022). Energy performance analysis of a multi-story building using building information modeling (BIM). *Journal of Sustainability Perspectives*, 2(1), 16-23.

Hadiyanto, E., & Nugroho, S. (2017). Pengelolaan Sistem Kelistrikan untuk Efisiensi Energi di Gedung Perkantoran. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(2), 55-63.

Khoswanto, H., Pasila, F., & Cahyadi, W. E. (2003). Sistem pengaturan AC otopadams. Universitas Kristen Petra

Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (1999). Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 51 Tahun 1999 tentang Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.

Krisnayaksa, O. (2021). Perhitungan jumlah kebutuhan lampu. Institut Seni Indonesia Denpasar.

M. A. Rizkiawan, H. Ramza, dan A. Sofwan, "Internet of Things (IoT) Based Temperature and Humidity Detector Prototype in the UHAMKA Data Center Room," *Proc. of the National Institute of Science and Technology*, Jakarta, Indonesia, 2024. Retrieved from <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/IJAIMD/article/view/28035/pdf>

Mulyani, S. (2018). Sinergi Industri dan Pendidikan dalam Pengembangan Solusi Efisiensi Energi. *Jurnal Pendidikan Teknik*, 11(2), 112-120.

Prasetya, D. R., & Sukmawati, N. (2016). Design and realization of prototype smart house system using smartphone based on Android. *ITS Repository*. Retrieved from <https://repository.its.ac.id/827/>

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 70 Tahun 2009. (2009). Konservasi Energi dalam Sektor Industri dan Komersial. Sekretariat Negara Republik Indonesia.

- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2015). Permen ESDM Nomor 7 Tahun 2015 tentang Pengelolaan dan Pengawasan Energi Listrik. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). Permen Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerjaan Konstruksi. Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- Philips Lighting. (n.d.). Leaflet komersial LED downlight SmartBright Essential. Signify.
- PLN (Persero). (n.d.). Tariff Adjustment. Diambil dari <https://web.pln.co.id/pelanggan/tarif-tenaga-listrik/tariff-adjustment>
- Rahman, A. (2020). Penggunaan Bahan Pendingin Ramah Lingkungan dalam Sistem AC di Gedung Perkantoran. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 15(3), 22-30.
- Rohman, A., & Usman, F. (2020). Implementasi Teknologi Smart Building untuk Penghematan Energi di Gedung Perkantoran. *Jurnal Teknologi dan Sistem Energi*, 14(1), 120-130.
- Rozaq, M. A., Sukoco, I. H. B., & Nugroho, D. (2019). Analisa pengaruh setting suhu air conditioner terhadap konsumsi energi listrik pada air conditioner kapasitas 5 PK type PSF 5001. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Standar Nasional Indonesia. (2001). SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Pengukuran Kinerja Sistem Pencahayaan di Gedung. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2001). SNI 03-6575-2001 tentang Pencahayaan di Ruang Kerja. Badan Standardisasi Nasional.
- Setiawan, M., Iskandar, J., & Prabowo, Y. (2020). Penerapan Efisiensi Energi dalam Meningkatkan Kenyamanan dan Produktivitas Kerja di Gedung Perkantoran. *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 5(1), 33-42.
- Sundari, D., Prasetyo, H., & Sulastri, L. (2017). Analisis Konsumsi Energi Listrik Akibat Penggunaan AC di Gedung Perkantoran di Indonesia. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 12(1), 45-53.
- Suroso, P., & Kartiko, M. (2021). Dampak Keterlibatan Mahasiswa dalam Proyek Penghematan Energi di Dunia Industri. *Jurnal Teknologi Energi*, 13(3), 92-100.
- Wijaya, T., & Santosa, B. (2018). Pengaruh Sistem Pencahayaan Konvensional terhadap Konsumsi Energi di Gedung Perkantoran. *Jurnal Energi Terbarukan*, 9(2), 78-85.