

AUDIT TENAGA LISTRIK DI LEMBAGA PENDIDIKAN DAN KETERAMPILAN PROGRES INTI DI WILAYAH KLATEN

Sugeng Santoso^{1*}, Afriliana Kusuma Dewi², Natalia Nadya Hendrastuti³, Sri Budiyo⁴

^{1,2,3,4} Universitas Widya dharma Klaten, Jalan Ki Hajar Dewantara, Karanganom, Kecamatan Klten Utara, Klaten, Jawa Tengah, Indonesia, Telp +62 272 322363 Kode Pos 57438

³Institusi/afiliasi; alamat; telp/Fax institusi/afiliasi

Keywords:

Audit energi listrik, Efisiensi energi, Lembaga pendidikan dan keterampilan, Konsumsi listrik

Electrical energy audit, energy efficiency, educational and vocational institution, Electricity consumption

Correspondent Email:

sugeng.santoso.elektro@gmail.com

Abstrak. Audit energi listrik merupakan langkah penting dalam upaya efisiensi penggunaan energi serta pengendalian biaya operasional di lembaga pendidikan dan keterampilan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsumsi energi listrik di Lembaga Pendidikan dan Keterampilan Progres Inti yang berlokasi di wilayah Klaten, serta mengidentifikasi potensi penghematan energi melalui penerapan manajemen energi yang tepat. Metode penelitian yang digunakan adalah survei lapangan, pengukuran langsung beban listrik, serta analisis data konsumsi energi berdasarkan tagihan listrik dan penggunaan peralatan elektronik. Hasil audit menunjukkan adanya ketidakseimbangan penggunaan energi pada beberapa fasilitas, terutama pada sistem pencahayaan dan pendingin ruangan, yang berkontribusi signifikan terhadap tingginya konsumsi listrik. Rekomendasi yang diberikan meliputi penggantian peralatan dengan teknologi hemat energi, penerapan sistem kontrol otomatis, serta peningkatan kesadaran warga lembaga terhadap perilaku hemat energi. Dengan implementasi rekomendasi tersebut, diharapkan lembaga dapat menurunkan konsumsi energi listrik secara signifikan, mengurangi biaya operasional, serta mendukung program keberlanjutan energi di sektor pendidikan.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *Electrical energy auditing is an essential step in improving energy efficiency and controlling operational costs in educational and vocational institutions. This study aims to analyze electricity consumption at Progres Inti Education and Skills Institute located in Klaten, and to identify potential energy savings through the implementation of proper energy management practices. The research method involved field surveys, direct measurement of electrical loads, and analysis of energy consumption data based on electricity bills and equipment usage. The audit results revealed an imbalance in energy utilization across several facilities, particularly in lighting systems and air conditioning units, which significantly contribute to high electricity consumption. Recommendations include replacing equipment with energy-efficient technologies, applying automated control systems, and raising awareness among the institution's community regarding energy-saving behavior. By implementing these recommendations, the institution is expected to reduce electricity consumption substantially, lower operational costs, and support sustainable energy programs in the education sector.*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam mendukung aktivitas di berbagai sektor, termasuk pendidikan dan keterampilan. Lembaga pendidikan tidak hanya berfungsi sebagai tempat transfer ilmu pengetahuan, tetapi juga sebagai pusat kegiatan yang memerlukan dukungan energi listrik untuk operasional sehari-hari, seperti pencahayaan, pendingin ruangan, penggunaan komputer, serta peralatan praktik keterampilan. Tingginya ketergantungan terhadap energi listrik seringkali menimbulkan permasalahan berupa tingginya biaya operasional dan potensi pemborosan energi akibat penggunaan yang kurang efisien [1]; [2].

Audit energi listrik menjadi salah satu langkah strategis untuk mengidentifikasi pola konsumsi energi, menemukan titik-titik inefisiensi, serta memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan listrik. Melalui audit, lembaga pendidikan dapat mengetahui besarnya konsumsi energi pada setiap fasilitas, sekaligus menilai apakah penggunaan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan atau masih terdapat potensi penghematan [3].

Lembaga Pendidikan dan Keterampilan Progres Inti di wilayah Klaten merupakan salah satu institusi yang memiliki aktivitas padat dengan beragam fasilitas penunjang. Kondisi ini menjadikan lembaga tersebut sebagai objek yang relevan untuk dilakukan audit energi listrik [4]. Dengan adanya audit, diharapkan lembaga mampu menekan biaya operasional, meningkatkan kesadaran warga lembaga terhadap perilaku hemat energi, serta mendukung program keberlanjutan energi di sektor pendidikan.

LPK Progres Inti Solusi menempati bekas gedung SMKS Kristen 4 Klaten yang berdiri sejak tahun 1988 dan sudah tidak digunakan sejak tahun 2015. Gedung ini berada di bawah naungan Yayasan Pendidikan Kristen Klaten (YPKK). Berdasarkan pemaparan manajer LPK Progres Inti Solusi, bapak Yoseph Sumantri, pihak LPK tidak menerima dokumen berkaitan dengan kelistrikan gedung dari pihak yayasan dan gedung ini belum pernah dilakukan audit energi listrik sehingga standar tingkat pencahayaan dan sistem tata udara perlu diukur berdasarkan SNI 03-6196-2011, SNI 03-6090-2000, SNI 03-6197-2000 "Prosedur Audit

Energi pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung".

Berdasarkan pengamatan awal, terdapat beberapa instalasi listrik yang tidak sesuai standar dan suhu beberapa ruangan di atas standar yang ditetapkan SNI yakni antara 24°C hingga 27°C untuk ruang kerja, pada kasus di LPK Progres Inti Solusi adalah ruang kelas yang digunakan untuk kegiatan belajar.

Penelitian ini difokuskan pada analisis konsumsi energi listrik di Lembaga Pendidikan dan Keterampilan Progres Inti, identifikasi potensi penghematan, serta penyusunan rekomendasi manajemen energi yang tepat. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi lembaga pendidikan lain dalam menerapkan prinsip efisiensi energi dan mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan.

Berkaitan dengan permasalahan di atas penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mendeskripsikan jalur kelistrikan gedung LPK Progres Inti Solusi;
- b. Mendeskripsikan tingkat pencahayaan setiap ruangan di LPK Progres Inti Solusi;
- c. Mendeskripsikan tata udara setiap ruangan di LPK Progres Inti Solusi;
- d. Mendeskripsikan rekomendasi Peluang Hemat Energi (PHE) yang dapat diterapkan di LPK Progres Inti Solusi;
- e. Mendeskripsikan hal-hal yang perlu dikerjakan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna gedung berdasar SNI 03-6197-2000 mengenai sistem pencahayaan dan SNI 03-6390-2000 mengenai sistem tata udara pada bangunan gedung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang dikaji dalam penelitian ini adalah Konsep Audit Energi; Audit Energi; Efisiensi Energi; Manajemen Energi Listrik; Studi Terkait Audit Energi di Indonesia; dan Relevansi Penelitian. Untuk lebih jelaskan dipaparkan sebagai berikut di bawah ini.

2. 1 Audit Energi

Audit energi merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi penggunaan energi pada suatu bangunan atau institusi. Audit energi bertujuan untuk mengetahui pola

konsumsi energi, menemukan potensi pemborosan, serta memberikan rekomendasi efisiensi [5]. Audit energi biasanya dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pengumpulan data, pengukuran langsung, analisis konsumsi, dan penyusunan rekomendasi [3].

2. 2 Audit Energi Listrik

Berdasarkan SNI 6196-2011, audit energi listrik adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi (Syafriandi dkk, 2021), dibandingkan dengan [2]; [4].

2. 3. Efisiensi Energi di Sektor Pendidikan

Lembaga pendidikan memiliki karakteristik konsumsi energi yang cukup tinggi karena aktivitas belajar mengajar berlangsung sepanjang hari dengan dukungan fasilitas seperti pencahayaan, pendingin ruangan, komputer, dan laboratorium. Penelitian oleh Latief [6] menunjukkan bahwa penerapan manajemen energi di sekolah dapat menurunkan konsumsi listrik yang cukup signifikan melalui penggantian lampu hemat energi dan penerapan perilaku hemat listrik [7]; [8]; [9]; [10].

2. 4. Manajemen Energi Listrik

Manajemen energi adalah serangkaian tindakan untuk mengendalikan dan mengoptimalkan penggunaan energi. Menurut International Energy Agency (IEA) manajemen energi yang baik mencakup aspek teknis (penggunaan peralatan efisien), operasional (pengaturan waktu penggunaan), dan perilaku (kesadaran pengguna), dibandingkan dengan [11]. Dalam konteks lembaga pendidikan, manajemen energi dapat dilakukan dengan cara sederhana seperti mematikan peralatan saat tidak digunakan, hingga penerapan sistem kontrol otomatis berbasis sensor [12]; [13]; [14].

2. 5. Studi Terkait Audit Energi di Indonesia

Beberapa penelitian di Indonesia telah menyoroti pentingnya audit energi di sektor pendidikan. Misalnya, penelitian oleh Pangestu dan Ayuningsasi (2024) di sebuah universitas menunjukkan bahwa konsumsi listrik terbesar berasal dari sistem pendingin ruangan, mencapai 45% dari total penggunaan energi

[15]. Sementara itu, penelitian oleh Lestari (2022) di sekolah menengah menemukan bahwa pencahayaan menyumbang konsumsi energi yang cukup besar, sehingga penggantian lampu konvensional dengan LED mampu mengurangi biaya listrik secara signifikan.

2. 6. Relevansi Penelitian

Berdasarkan literatur yang ada, audit energi terbukti efektif dalam mengidentifikasi potensi penghematan energi di berbagai institusi [3]. Namun, penelitian khusus di lembaga pendidikan dan keterampilan di daerah seperti Klaten masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki relevansi tinggi untuk memberikan gambaran nyata mengenai konsumsi energi listrik di Lembaga Pendidikan dan Keterampilan Progres Inti, sekaligus menyusun rekomendasi efisiensi yang dapat diterapkan secara praktis [16].

3. METODE PENELITIAN

3. 1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, dengan tujuan untuk menggambarkan kondisi konsumsi energi listrik di lembaga pendidikan secara nyata, serta menganalisis potensi penghematan energi berdasarkan data yang diperoleh.

3. 2. Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian adalah Lembaga Pendidikan dan Keterampilan Progres Inti yang berada di wilayah Klaten, lebih tepatnya berada di Jl. By Pass Selatan, Rt.01/Rw.11, Gumulan, Klaten Tengah, Klaten, Jawa Tengah, Indonesia, kode 57417. Objek penelitian meliputi seluruh fasilitas yang menggunakan energi listrik, seperti ruang kelas, laboratorium keterampilan, ruang administrasi, serta fasilitas penunjang lainnya.

3. 3. Teknik Pengumpulan Data

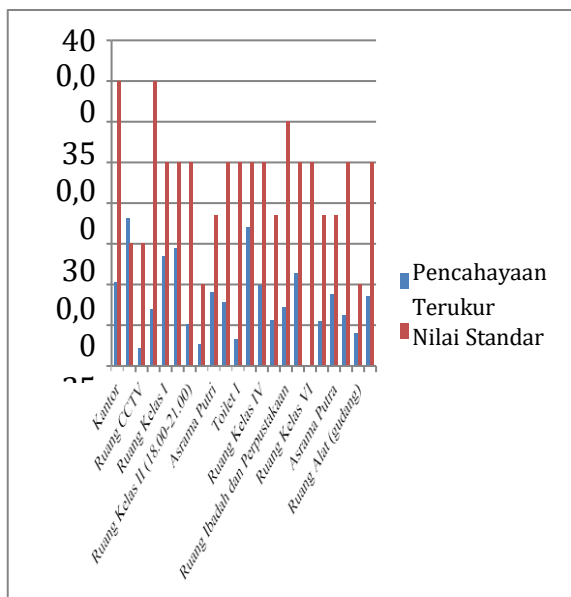
Observasi Lapangan: Mengamati langsung penggunaan energi listrik pada fasilitas lembaga.

Pengukuran Beban Listrik: Menggunakan alat ukur (kWh meter portable, clamp meter) untuk mengetahui konsumsi energi pada peralatan tertentu.

Dokumentasi: Mengumpulkan data sekunder berupa tagihan listrik bulanan dari PLN selama periode tertentu.

Wawancara: Melakukan wawancara dengan pengelola lembaga untuk mengetahui kebijakan penggunaan listrik dan perilaku pengguna.

dapat dilihat bahwa hasil pengukuran tingkat pencahayaan yang kemudian dibandingkan dengan nilai standar yang direkomendasikan, hanya ruang tamu yang memenuhi standar pencahayaan yaitu dengan nilai rata-rata tingkat pencahayaan terukur 181.38 lux, 120.92% dari nilai standar 150 lux. Namun terdapat 17 ruangan yang tingkat pencahayaannya di bawah 50%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik 1 berikut di bawah ini.



Gambar Graik 1: Tingkat Pencahayaan di Setiap Ruang di LKP Progres Inti Solusi

4. 3 Tata Udara Setiap Ruang di LKP Progres Inti Solusi

Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan di ruang yang sering digunakan yaitu di ruangan ber-AC (kantor) dan di ruang tanpa AC yaitu di ruang tamu dan ruang kelas sebagai sampel. Kebutuhan utama tata udara adalah kenyamanan pengguna dengan sirkulasi udara yang cukup. Sistem tata udara mewajibkan ventilasi alami dengan jendela besar, kipas angin, dan AC bila diperlukan. Rekomendasi yang dirujuk Adalah memaksimalkan ventilasi alami untuk mengurangi penggunaan listrik, serta memastikan aliran udara tidak terhambat oleh furnitur.

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara ruangan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut di bawah ini.

Tabel 1: Tata Udara di Setiap Ruang LKP Progres Inti Solusi

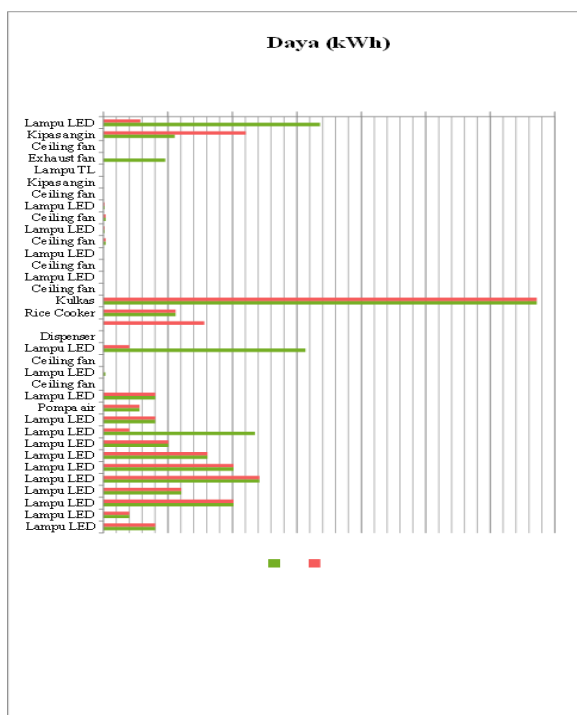
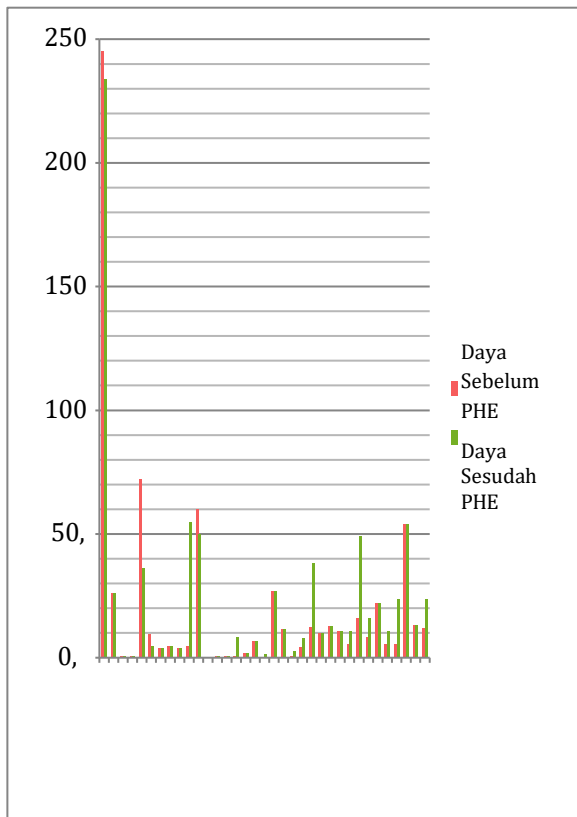
No. Ruang	AC / tanpa AC	Waktu	Suhu (C)	Kelembaban	Posisi	Keterangan
1 Kantor	AC	15:31	27,1	60,0	di tengah	Sesuai kriteria
		15:43	26,3	59,0	jarak 1 meter dari AC	
		Rata-rata :		26,7	59,5	
2 Ruang kelas V	tanpa AC	13:14	32,0	74,0	di tengah	Tidak sesuai kriteria
		13:21	31,2	69,0	di tengah	
		14:08	31,0	70,0	di tengah	
		14:14	31,1	75,0	di tengah	
		14:18	32,9	63,0	di tengah	
		14:26	31,9	66,0	di tengah	
		14:42	31,2	69,0	di tengah	
Rata-rata :		31,5	69,4			
3 Lobby	tanpa AC	12:53	32,8	63,0	di tengah	Tidak sesuai kriteria
		12:57	33,2	62,0	di tengah	
Rata-rata :		33,0	62,5			

4. 4 Rekomendasi Peluang Hemat Energi (PHE) yang dapat diterapkan di LKP Progres Inti Solusi

Meskipun kriteria keseluruhan sangat efisien, di bawah ini merupakan peluang-peluang hemat energi yang dapat diterapkan untuk mengurangi penggunaan listrik berdasarkan penggunaan daya listrik tiap alat dan nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) per ruang menurut Permen (Peraturan Menteri) ESDM No. 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Nilai penghematan energi listrik tiap ruang per bulan setelah dilakukan konservasi energi dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan grafik perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah PHE (Peluang Hemat Egergi) dan sesudah konservasi energi dalam kWh dapat dilihat pada grafik 4.2 berikut di bawah ini.

Tabel 1 di bawah ini menggambarkan perbandingan antara penggunaan listrik setiap alat yang ada di LKP Progres Inti Lestari dan setelah dilakukannya peluang hemat energi yang dipaparkan dalam grafik 4. 2.

Tabel 2: grafik perbandingan daya listrik sebelum dan sesudah PHE (Peluang Hemat Egergi)



Grafik 2: perbandingan antara penggunaan listrik setiap alat yang ada di LPK Progres Inti Lestari dan setelah dilakukannya peluang hemat energi (PHE).

Dari Tabel 2 dapat diketahui daya total sebelum dilakukan peluang hemat energi dan konservasi energi adalah sebesar 1.369,262 kWh dan daya total setelah dilakukan peluang hemat energi dan konservasi energi dengan penyesuaian lampu agar memenuhi standar pencahayaan dan pengoperasian 2 kipas dan 2 exhaust fan pada setiap ruangan tanpa AC adalah sebesar 1.673,142 kWh. Penggunaan energi listrik ini mengalami peningkatan sebesar 303,880 kWh atau 22,193%. Nilai peningkatan penggunaan energi ini jika dikalikan dengan tarif tenaga listrik yang berlaku yaitu menurut Permen ESDM No.28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara mengenai tarif tenaga listrik untuk keperluan sosial (S-2/TR) dengan daya 4.400 VA adalah Rp 900,00 / kWh adalah sebesar Rp 273.492,00.

Setelah melaksanakan audit energi listrik dan pengolahan data yang diperoleh dan hasil IKE total LPK Progres Inti Solusi dikategorikan sangat efisien dan setelah berdiskusi dengan pihak LPK Progres Inti Solusi, maka penelitian ini sudah sesuai dengan kebutuhan dan keinginan dari pihak lembaga dan tidak diperlukan lagi audit energi rinci.

5. KESIMPULAN

Setelah peneliti melaksanakan audit energi listrik dan menganalisis hasilnya, maka berikut beberapa kesimpulan hasil audit energi listrik di LPK Progres Inti Solusi.

LPK Progres Inti Solusi memiliki luas wilayah 3.600 m² dan luas bangunan 3081 m², menggunakan 2 meteran listrik (kWh meter). Meteran listrik pertama dengan golongan tarif S-2 / 2.200 VA, menggunakan MCB sebesar 25 A dan meteran listrik kedua dengan golongan tarif S-2 / 4.400 VA menggunakan MCB sebesar 32 A. Kedua meteran listrik ini kemudian didistribusikan ke 3 MCB. Meteran listrik S-2 / 2.200 VA digunakan untuk kebutuhan listrik pada gedung timur, gedung barat, gedung selatan dan wilayah belakang gedung sedangkan meteran listrik S-2 / 4.400 VA digunakan untuk kebutuhan listrik pada gedung tengah dan dapur regular.

Nilai rata-rata tingkat pencahayaan total adalah 39% dari nilai standar. Hanya terdapat satu ruangan dari total 22 ruangan yang memenuhi standar yaitu ruang tamu dengan nilai 181,38 lux dari nilai standar 150 lux

sedangkan ruangan yang lain berada di bawah standar sehingga perlu dilakukan penggantian armatur dengan nilai fluks yang sesuai untuk dapat memenuhi standar.

LPK Progres Inti Solusi terdiri dari 1 lantai dengan kategori gedung tanpa AC; ruangan tanpa AC seluas 891,28 m², ruangan dengan AC seluas total 92 m² dan persentase ruangan tidak ber-AC terhadap seluruh luas lantai LPK Progres Inti Solusi adalah sekitar 64,5%. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara dengan mengambil ruang kelas V sebagai sampel untuk ruangan tanpa AC mendapat nilai rata-rata suhu 31,5 0C dan kelembaban 69,4%, nilai rata-rata ini tidak memenuhi standar suhu ruang kerja yakni antara 24°C hingga 27 °C dengan kelembaban relatif antara 55% sampai dengan 65% sehingga diperlukan rekomendasi penempatan kipas angin dan exhaust fan agar terjadi sirkulasi udara yang baik dan dapat menurunkan suhu ruangan.

Rata-rata tagihan listrik per bulan LPK Progres Inti Solusi adalah 918,14 kWh atau senilai Rp724.785,71. Nilai perhitungan IKE per tahun adalah 3,42 kWh / m² dan rata-rata IKE per bulan adalah 0,285 kWh / m² masuk dalam kriteria sangat efisien. Perhitungan nilai IKE spesifik tiap ruangan didapatkan data {Citation}ruangan yang memiliki nilai IKE tinggi adalah kantor dengan nilai IKE/bulan 10,3 dan nilai IKE/tahun 123,76 dan ruang CCTV dengan nilai IKE/bulan 7,7 dan nilai IKE/tahun 91,93.

Terdapat beberapa peluang hemat energi yang dapat dikerjakan namun tidak didapatkan nilai penghematan energi listrik di LPK Progres Inti Solusi karena perlu meningkatkan standar pencahayaan dan pengkondisian suhu (konservasi energi) agar menunjang kenyamanan pengguna gedung dengan mengganti lampu dengan daya yang lebih tinggi dan penambahan 2 kipas angin dan 2 exhaust fan pada semua ruangan tanpa AC sehingga hal ini justru meningkatkan penggunaan energi listrik tiap bulan dari 1.369,262 kWh dan menjadi 1.673,142 kWh atau sebesar 303,880 kWh (22,193%) yang setara dengan Rp 273.492,00.

Terdapat dua hal yang perlu dikerjakan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna gedung, hal pertama dalam meningkatkan pencahayaan 17 ruangan yang tingkat pencahayaannya di bawah 50% agar sesuai SNI

03-6090-2000 yaitu dengan penggantian dan penambahan lampu yang memiliki nilai fluks (lumen) yang sesuai kebutuhan. Hal kedua dalam pengkondisian udara pada ruangan-ruangan tanpa AC sebagai sampling diambil ruang kelas V dengan suhu rata-rata 31,5 oC dimana nilai rata-rata ini berada di atas standar suhu yaitu antara 24 °C hingga 27 °C sehingga diperlukan penyesuaian jumlah dan tata letak kipas angin dan exhaust fan agar sirkulasi udara semakin membaik sehingga dapat menurunkan suhu ruangan. Penempatan kipas angin ini perlu diubah menuju ke satu sisi ruang yang terdapat ventilasi dan diperlukan penambahan exhaust fan pada sisi ruang ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Rasyidi, "SMART AND ADAPTIVE INCUBATOR DENGAN TEKNOLOGI PEMANAS HEMAT ENERGI," *JITET*, vol. 13, no. 3, Jul. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6943.
- [2] R. N. Sumarno, L. Muntasiroh, and D. Mariani, "Pengaruh Setting Tap Transformator Terhadap Profil Tegangan Pada Jaringan IEEE 14 Bus," *JJEEE*, vol. 4, no. 2, pp. 154–158, Jul. 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i2.14324.
- [3] Syafriandi, Muliadi, Mahalla, "Audit Energi Listrik Penggunaan Pendingin Udara Pada Gedung Biro Rektor Universitas Iskandarmuda," *JITU*, vol. 2, no. 1, pp. 11–22, Jun. 2021, doi: 10.55616/jitu.v2i1.168.
- [4] N. A. Purnami, R. Arianti, and P. Setiawan, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta," *Jurnal Teknik Elektro AVITEC*, vol. 4, no. 2, p. 225, Aug. 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1325.
- [5] A. Von Meier, *Electric Power Systems: A Conceptual Introduction*, 1st ed. Wiley, 2006. doi: 10.1002/0470036427.
- [6] N. Y. Latif, A. W. Indrawan, N. A. Noor, and A. Rahmadani, "ANALISIS DAMPAK INTEGRASI GARDU INDUK MOUTONG TERHADAP DROP TEGANGAN SISTEM ISOLATED ULP KOTARAYA," *JITET*, vol. 13, no. 3, Jul. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6834.
- [7] A. Ulinuha, Jatmiko, and A. G. Riza, "Design and Implementation of Data Acquisition Device and Instrumentation Based on

- Microcontroller for Electric Motorcycle:” presented at the 2nd Borobudur International Symposium on Science and Technology (BIS-STE 2020), Magelang, Indonesia, 2021. doi: 10.2991/aer.k.210810.004.
- [8] A. Kiswantono, “MONITORING REAL-TIME ARUS DAN FUSE PADA SISTEM 220 V,” *JITET*, vol. 13, no. 3, Jul. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6589.
- [9] K. H. Mohd Azmi, N. A. Mohamed Radzi, N. A. Azhar, F. S. Samidi, I. Thaqifah Zulkifli, and A. M. Zainal, “Active Electric Distribution Network: Applications, Challenges, and Opportunities,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 134655–134689, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3229328.
- [10] D. Hariyanto, N. Pertiwi, and R. A. Sirait, “Analisis Kinerja Termometer Nonkontak Berbasis Sensor IR MLX90614 dan Sensor Ultrasonik yang Diintegrasikan pada Web Server,” *JITET*, vol. 13, no. 3, Jul. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6665.
- [11] K. Trisna Pambudi, E. Firmansyah, M. D. Dhiya’ulhaq Priambodo, and F. Muhammad, “PROTEKSI OVERHEAT PADA PENGENDALI MOTOR BRUSHLESS DIRECT CURRENT UNTUK BECAK LISTRIK DENGAN SENSOR SUHU MENGGUNAKAN XMC1302,” *JITET*, vol. 14, no. 1, Jan. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8981.
- [12] P. Julianto, “REKONFIGURASI JARINGAN PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL UNTUK MEREDUKSI RUGI-RUGI DAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA ADAPTIF,” *Elektrika Borneo*, vol. 9, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.35334/eb.v9i1.3578.
- [13] E. M. Silalahi, “ANALISIS ENERGI LISTRIK PLTS ON-GRID DENGAN BOOST CONVERTER DAN INVERTER BERBASIS MATLAB/SIMULINK,” *JITET*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5959.
- [14] T. Hidayat and A. Sofyan, “ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 20kV DI PT PLN SUNGAI RUMBAI,” *RTJ*, vol. 6, no. 2, pp. 199–206, May 2023, doi: 10.31869/rtj.v6i2.4164.
- [15] Regina Citra Kurnia Pangestu and Anak Agung Ketut Ayuningsasi, “Pengaruh Konsumsi Energi Sektor Industri, Rumah Tangga, dan Transportasi terhadap Emisi Karbon di Indonesia,” *Inisiatif*, vol. 3, no. 4, pp. 297–311, Aug. 2024, doi: 10.30640/inisiatif.v3i4.3154.
- [16] M. Şen and M. Mutluer, “A Review of BLDC Motors: Types, Application, Failure Modes and Detection,” *Energies*, vol. 18, no. 24, p. 6402, Dec. 2025, doi: 10.3390/en18246402.