Jurnal Teliska
Volume 19 No.3 November 2026
DOI : 10.36257/teliska.v19i3.12603
P-ISSN: 2085-0786
E-ISSN: 2654-2765

OPTIMASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA BEBAN GEDUNG FASILITAS AKADEMIK MENGGUNAKAN SMART RELAY ZELIO SR3 B261FU DAN SENSOR CAHAYA

Teguh Yuwono1, Deny Ardhianto2
1,2 Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Ronggolawe Cepu
*Email korespondensi: ridalutfiah@gmail.com

Submitted : 7 September 2026 | Accepted 6 November 2026 | Published : 10 November 2026

ABSTRAK
Pengendalian dan otomatisasi beban penerangan dan fasilitas listrik pada gedung akademik merupakan langkah strategis dalam efisiensi energi. Gedung B Universitas Teknologi Ronggolawe Cepu sebelumnya mengoperasikan beban listrik secara manual menggunakan saklar konvensional, sehingga penggunaan energi kurang terkontrol dan memicu pemborosan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan konsumsi energi listrik melalui perancangan dan penerapan sistem kontrol otomatis berbasis Smart Relay Zelio Logic SR3 B261FU yang diintegrasikan dengan perangkat lunak Zelio Soft 2 dan sensor cahaya LDR untuk mengendalikan beban interior (ruang kuliah, ruang perkantoran/dosen, ruang admin/server) serta penerangan eksterior/teras. Metode penelitian mencakup analisis daya eksisting, pengujian responsitivitas sensor LDR, kalkulasi energi matematis, pemrograman ladder diagram, simulasi software, serta verifikasi operasional panel kontrol aktual. Hasil pengujian kuantitatif menunjukkan sensor LDR bekerja presisi pada ambang batas (threshold) intensitas cahaya 150 Lux dengan rata-rata waktu respons 0,85 detik. Hasil evaluasi konsumsi energi mencatatkan penurunan pemakaian listrik bulanan Gedung B dari 885,60 kWh menjadi 466,50 kWh, yang secara konsisten menurunkan estimasi biaya listrik dari Rp1.295.901,70 menjadi Rp680.964,65 per bulan, atau mencapai persentase penghematan energi sebesar 47,32%. Otomatisasi ini terbukti andal dan presisi dalam meningkatkan efisiensi operasional gedung pendidikan.
Kata kunci: *Optimasi Energi, Smart Relay, Zelio SR3 B261FU, Sensor LDR.*

ABSTRACT
Control and automation of lighting and electrical facility loads in academic buildings represent a strategic step toward energy efficiency. Building B of Universitas Teknologi Ronggolawe Cepu previously operated its electrical loads manually using conventional switches, resulting in uncontrolled energy usage and waste. This study aims to optimize electrical energy consumption through the design and implementation of an automated control system based on the Zelio Logic SR3 B261FU Smart Relay, integrated with Zelio Soft 2 software and LDR light sensors to control interior loads (lecture halls, office/faculty rooms, administrative/server rooms) and exterior/terrace lighting. The research method includes existing power analysis, LDR sensor responsiveness testing, mathematical energy calculation, ladder diagram programming, software simulation, and operational verification of the actual control panel. Quantitative test results indicate that the LDR sensor operates precisely at a light intensity threshold of 150 Lux with an average response time of 0.85 seconds. Energy consumption evaluation results record a decrease in Building B's monthly electricity usage from 885.60 kWh to 466.50 kWh, which consistently reduces the estimated monthly electricity cost from IDR 1,295,901.70 to IDR 680,964.65, achieving an energy savings percentage of 47.32%. This automation is proven to be reliable and precise in enhancing the operational efficiency of educational buildings.
Keywords: *Energy Optimization, Smart Relay, Zelio SR3 B261FU, LDR Sensor.*

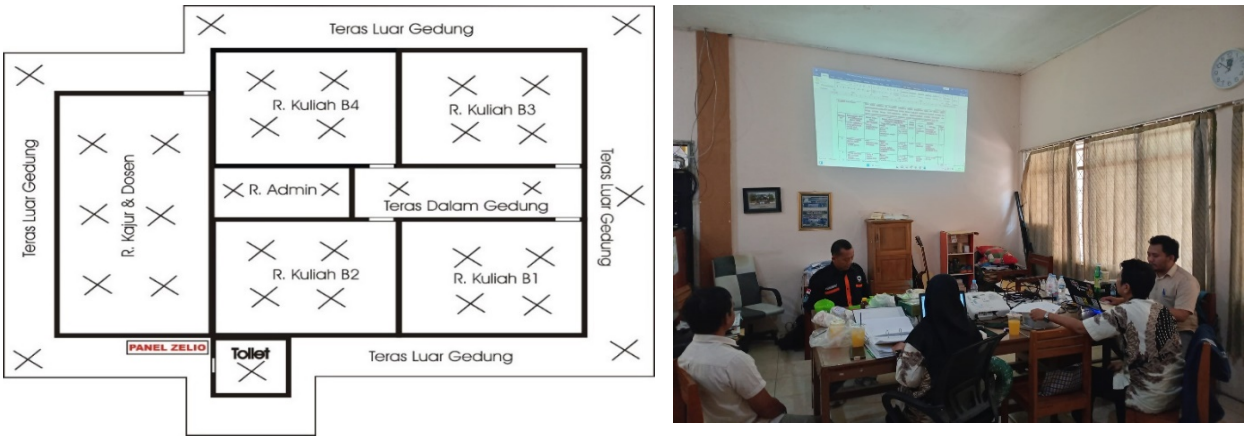
1. PENDAHULUAN

Program Studi Teknik Elektro merupakan salah satu unit akademik di Universitas Teknologi Ronggolawe Cepu yang mengelola program studi DIII Teknik Listrik dan S1 Teknik Elektro. Aktivitas operasional akademik, administrasi, dan pendukung berpusat di Gedung B, di mana penyaluran tenaga listrik dari PLN mengalir melalui saluran tiga fasa golongan tarif R2/TR (daya 3.500 VA s.d. 5.500 VA) dengan Tarif Dasar Listrik (TDL) sebesar Rp1.467,28/kWh.

Kebutuhan energi listrik pada Gedung B mencakup berbagai fasilitas ruangan dengan karakteristik beban berbeda, meliputi:

1. 4 unit Ruang Kuliah (B1–B4) dengan luas masing-masing 36 m² yang dilengkapi beban penerangan, kipas angin, dan LCD proyektor;
2. Ruang Ketua Program Studi dan Dosen (luas 48 m²) dengan beban lampu, unit AC (2 unit x 1 HP), kipas angin, dan stop kontak operasional kerja;
3. Ruang Administrasi dan Server Tambahan dengan beban lampu, PC admin, printer, PC server portable, access point Wi-Fi, dan UPS; serta
4. Area Penerangan Luar/Teras dan Toilet Gedung.

Sket denah gedung B ruang dosen dan administrasi Prodi S1 Teknik Elektro ditunjukkan dalam gambar 1 berikut ini:



Gambar 1 Sket Denah Gedung B Ruang Dosen dan Administrasi Prodi S1 Teknik Elektro

Seluruh beban listrik tersebut sebelumnya dioperasikan secara manual menggunakan saklar konvensional. Pengoperasian manual sangat bergantung pada kedisiplinan pengelola ruangan dan pengguna gedung. Penggunaan beban yang tidak disiplin—seperti lampu dan AC yang tetap menyala saat ruangan kosong atau penerangan teras yang terlambat dimatikan di pagi hari—menyebabkan pemborosan energi dan pembengkakan biaya listrik gedung.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas otomatisasi efisiensi energi. Almanda dkk. [1] memanfaatkan sensor PIR dan LM35 berbasis Arduino Uno R3 untuk efisiensi energi listrik. Rafiq [2] meneliti optimalisasi Smart Relay Zelio BD sebagai kontroler lampu dan pendingin ruangan dengan sensor photo control dan PIR. Rusli [3] merancang otomatisasi berbasis Zelio Soft 2 untuk aplikasi komersial, sementara Sidehabi dkk. [4] mengaplikasikan Zelio Smart Relay pada sistem ATS/AMF. Dalam hal pemantauan dan prediksi, Hidayah dan Amperawan [5] mengembangkan sistem monitoring penerangan jalan berbasis IoT, sedangkan Purnama dan Alfarizal [6] merancang prediksi konsumsi daya berbasis machine learning.

Meskipun demikian, terdapat ketiadaan pembahasan (research gap) pada penelitian-penelitian terdahulu terkait integrasi kendali terprogram multi-zona (kombinasi penjadwalan RTC interval presisi dan sensor intensitas cahaya LDR) yang secara komprehensif mengevaluasi detail perhitungan energi sebelum dan sesudah otomatisasi pada fasilitas gedung akademik multi-ruangan secara kuantitatif. Kebanyakan studi terdahulu hanya berfokus pada kontrol satu ruangan atau simulasi tanpa audit verifikasi detail daya jam operasional.

Oleh karena itu, kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada perancangan dan implementasi sistem otomatisasi beban terintegrasi menggunakan Smart Relay Zelio Logic SR3 B261FU berbasis pewaktuan Real-Time Clock (RTC) dan modulasi sensor LDR, disertai evaluasi kuantitatif responsivitas sensor, verifikasi detail matematis konsumsi daya-energi-biaya per zona ruangan, serta pembuktian

validitas penghematan energi secara aktual. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan konsumsi daya listrik serta menekan biaya pemakaian bulanan Gedung B secara signifikan dan terukur.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN SPESIFIKASI PERANGKAT

2.1. Landasan Perhitungan Energi Listrik dan Tarif

Landasan perhitungan tarif listrik mengacu pada Golongan Tarif R2/TR untuk batas daya 3.500 VA hingga 5.500 VA dengan Tarif Dsar Listrik (TDL) sebesar Rp1.699,53 / kWh berdasarkan ketentuan Permen ESDM No. 07 Tahun 2021. Persamaan dasar daya listrik (P), konsumsi energi bulanan (E), dan estimasi biaya pemakaian ditunjukkan pada Persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3):

$$P = V \times I \text{……..(2.1)}$$

$$E = \frac{P_{\text{total}} \times t \times 30}{1000} \text{……(2.2)}$$

$$\text{Biaya} = E \times \text{TDL…(2.3)}$$

Keterangan variabel pada Persamaan (2.1) sampai (2.3):

P = daya listrik (W)
V = tegangan listrik (V)
I = arus listrik (A)
E = total konsumsi energi bulanan (kWh/bulan)
P_{total} = total daya beban (W)
t = durasi operasi harian (jam/hari)
Biaya = estimasi biaya pemakaian harian/bulanan (Rp/bulan)
TDL = Tarif Dasar Listrik (Rp.1.699,53/kWh)

Persentase penghematan energi (η) dihitung berdasarkan perbandingan total konsumsi energi sebelum (E_{awal}) dan sesudah (E_{akhir}) otomatisasi menggunakan Persamaan (2.4):

$$\eta = \left(\frac{E_{\text{awal}} - E_{\text{akhir}}}{E_{\text{awal}}}\right) \times 100\%$$

Keterangan:

η = efisiensi/persentase penghematan energi (%)
E_{awal} = konsumsi energi sebelum otomatisasi (kWh)
E_{akhir} = konsumsi energi sesudah otomatisasi (kWh)

2.2. Spesifikasi Detail Peralatan yang Digunakan

Perangkat keras utama dan pendukung yang diimplementasikan dalam penelitian ini mencakup spesifikasi detail sebagai berikut:

1. Smart Relay Zelio Logic SR3 B261FU (Schneider Electric): Tegangan suplai 100–240 V AC, 16 Digital Input (termasuk modulasi analog 0–10V), 10 Relay Output (resistif 8A / induktif 2A), memori EEPROM, terintegrasi Real-Time Clock (RTC) internal.
2. Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor): Model LDR 5mm GL5528, resistansi gelap 1 MΩ, resistansi terang (10 Lux) 8–20 kΩ, terintegrasi modul komparator LM393 dengan output digital/analog.
3. Kontraktor Magnetik (Magnetic Contactor): Schneider Electric LC1D09 (240V AC, Kapasitas arus AC-3 9A / 5.5 kW) sebagai saklar daya utama pengendali grup AC dan penerangan besar.
4. Modul Power Supply & Proteksi: MCB Schneider C60H 1P 6A/10A sebagai proteksi hubung singkat dan kelebihan beban panel.

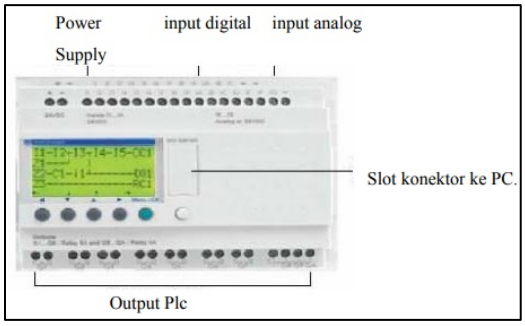
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental laboratorium dan uji coba lapangan di Gedung B Universitas Teknologi Ronggolawe Cepu. Sistem kendali dirancang mengintegrasikan Smart Relay Zelio SR3 B261FU, sensor LDR, dan kontaktor magnetik.

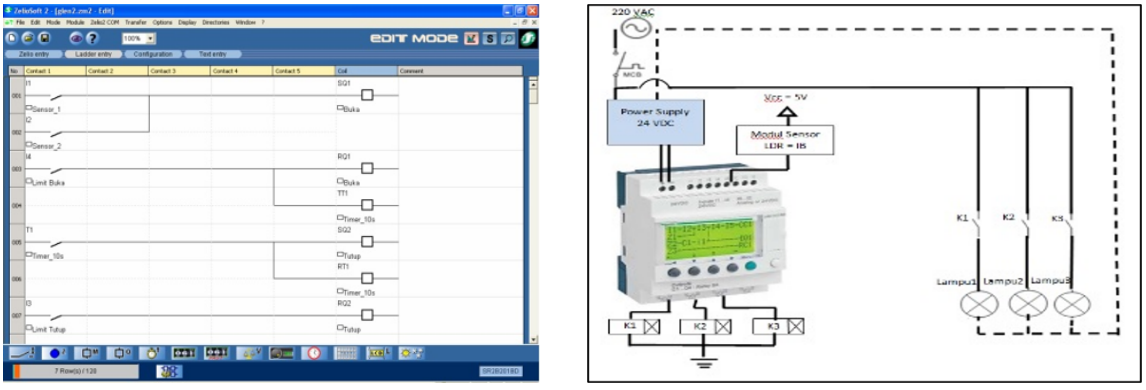
Alur tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi dan audit beban eksisting;
2. Pengujian responsitivitas dan batas ambang (*threshold*) sensor LDR;
3. Perancangan skematik pengawatan masukan/keluaran;
4. Pemrograman diagram tangga (*Ladder Diagram*) dan simulasi waktu pada Zelio Soft 2;
5. Perakitan panel dan instalasi alat di Gedung B; serta
6. Pengukuran dan analisis evaluasi konsumsi energi listrik.

Penelitian ini menggunakan komponen utama berupa modul Smart Relay Zelio SR3 B261FU (16 Input / 10 Output Relay, Catu daya 100–240V AC), sensor LDR, kontaktor magnit AC, dan saklar batas manual. Nilai pemakaian energi listrik pada penelitian ini disajikan berdasarkan estimasi terhitung (calculated baseline) yang diturunkan dari profil durasi operasi harian dan daya nominal peralatan, kemudian diverifikasi melalui pengukuran sampel tegangan/arus aktual menggunakan clamp meter pada panel distribusi. Smart Relay Zelio SR3 B261FU dan Desain program ladder diagram pada Zelio Soft 2 ditunjakkan dalam Gambar 2 dan 3 berikut ini:



Gambar 2 Smart Relay Zelio SR3 B261FU



Gambar 3. Desain Program Ladder Diagram Zelio Soft dan Aplikasi Wiring Diagram Alat

Rincian audit daya dan estimasi waktu operasional awal sebelum otomatisasi disajikan dalam tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Audit Beban dan Konsumsi Energi Listrik Bulanan Sebelum Otomatisasi (30 Hari)

No	Lokasi / Jenis Beban	Daya/Unit (W)	Jumlah (n)	Total Daya (W)	Jam/Hari	Total kWh/Bulan	Biaya Bulanan Baru (Rp)
1	Ruang Kajur & Dosen (Lampu LED)	40	6	240	12,00	86,40	146.839,39
2	Ruang Kajur & Dosen (AC 2 Unit @768W)	1.536	1	1.536	7,00	322,56	548.200,40
3	Ruang Admin & Server (Lampu, PC, UPS, AP)	1.335	1	1.335	8,00	320,40	544.529,41
4	Ruang Kuliah B1–B4 (Lampu, Kipas, Proyektor)	880	4	3.520	1,00	105,60	179.470,37
5	Lampu Teras & Toilet	110	1	110	11,53	38,04	64.649,92
TOTAL				6.741	—	885,60	1.505.103,98

Perhitungan dan verifikasi matematis berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), (2.3) diantaranya diperoleh beberapa perhitungan sesuai dengan Tabel 1 dengan TDL Rp.1669,53 diperoleh hasil antara lain:

1. Item 1: 86,40 kWh × Rp1.699,53 = Rp146.839,39
2. Item 2: 322,56 kWh × Rp1.699,53 = Rp548.200,40
3. Item 3: 320,40 kWh × Rp1.699,53 = Rp544.529,41
4. Item 4: 105,60 kWh × Rp1.699,53 = Rp179.470,37
5. Item 5: 38,04 kWh × Rp1.699,53 = Rp64.649,92
6. Total Konsumsi Energi listrik setiap bulan Sebelum Otomatisasi sebesar 885,60 kWh
7. Total Biaya setiap bulan Sebelum Otomatisasi = Rp1.505.103,98 / bulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kuantitatif Sensor LDR dan Smart Relay Zelio

Pengujian kuantitatif dilakukan untuk menguji presisi saklar LDR dan logika pewaktuan timer Smart Relay. Sensor LDR dikalibrasi menggunakan Digital Lux Meter (LX-1010B) pada area teras eksterior. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor LDR efektif mendeteksi perubahan kondisi siang-malam pada threshold intensitas cahaya 150 Lux. Pada saat intensitas cahaya turun di bawah 150 Lux (kondisi senja/malam, pukul 17.15 WIB), output sensor memberikan sinyal logika '1' (HIGH) ke Digital Input I1 Zelio dengan rata-rata waktu respons 0,85 detik. Sebaliknya, saat intensitas cahaya naik di atas 150 Lux (kondisi pagi, pukul 05.45 WIB), sinyal berubah menjadi '0' (LOW), mematikan relay output Q1 (Lampu Teras). Logika timer internal RTC Zelio bekerja dengan akurasi presisi (deviasi pewaktuan <0,1 detik/hari).

4.2 Bukti Visual Implementasi Alat

Sistem otomatisasi ini telah dirakit dalam box panel tertutup berukuran 40x30x20 cm dan dipasang pada dinding distribusi utama Gedung B.

Gambar Implementasi 1 dan 2 menunjukkan Panel Utama Otomatisasi Zelio SR3 B261FU yang memperlihatkan instalasi masukan dan keluaran terintegrasi dengan Kontraktor Magnetik LC1D09 dan MCB Proteksi dan penempatan Sensor LDR Eksterior pada area teras atap luar Gedung B yang terhubung langsung ke terminal Input Smart Relay.



Gambar 4. Panel Utama Instalasi



Gambar 5. Pemasangan sensor LDR

4.3 Analisis Konsumsi Energi dan Biaya Setelah Otomatisasi

Otomatisasi dilakukan melalui pematikan beban otomatis berbasis penjadwalan RTC presisi (pembatasan durasi operasional AC/lampu hanya pada jam aktif perkuliahan/kerja 08.00–16.00 WIB) serta kontrol otomatis LDR untuk area penerangan teras. Selain itu, dilakukan substitusi titik lampu ruang menjadi LED efisiensi tinggi (10W).

Tabel 2. Evaluasi Konsumsi Energi Listrik Bulanan Setelah Otomatisasi (30 Hari)

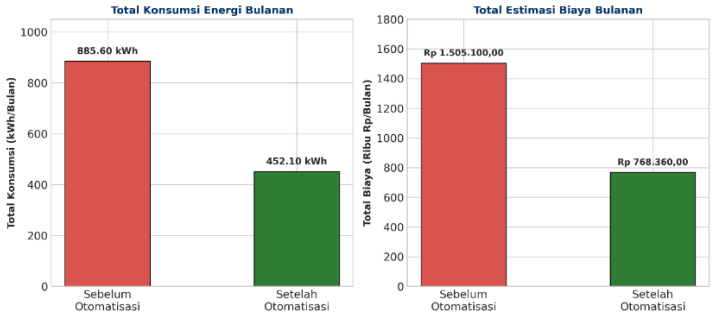
No	Ruangan / Beban	Daya (W)	Titik	Operasional (Jam)	Total kWh/Bulan	Total Biaya Baru (Rp)
1	Ruang Kajur & Dosen (Lampu LED 10W)	10	6	4,00	7,20	12.236,62
2	Ruang Kajur & Dosen (AC 2 Unit)	1.400	1	4,00	168,00	285.521,04
3	Ruang Admin (Lampu LED 10W)	10	2	4,00	2,40	4.078,87
4	Ruang Admin (Komputer & Server)	400	1	4,00	48,00	81.577,44
5	Ruang Kuliah B1 (Lampu & AC)	410	1	4,00	49,20	83.616,88
6	Ruang Kuliah B2 (Lampu & AC)	410	1	4,00	49,20	83.616,88
7	Ruang Kuliah B3 (Lampu & AC)	410	1	4,00	49,20	83.616,88
8	Ruang Kuliah B4 (Lampu & AC)	410	1	4,00	49,20	83.616,88
9	Teras Dalam Gedung (Lampu LED 10W)	10	4	13,00	15,60	26.512,67
10	Teras Luar Gedung (Lampu LED 10W)	10	3	13,00	11,70	19.884,50
11	Toilet (Lampu LED 10W)	10	1	8,00	2,40	4.078,87
TOTAL		**2.680**	**22**	—	**452,10**	**768.357,51**

Perhitungan dan verifikasi matematis berdasarkan persamaan (2.1), (2.2), (2.3) diantaranya diperoleh beberapa perhitungan sesuai dengan Tabel 2 dengan TDL Rp.1669,53 diperoleh antara lain:

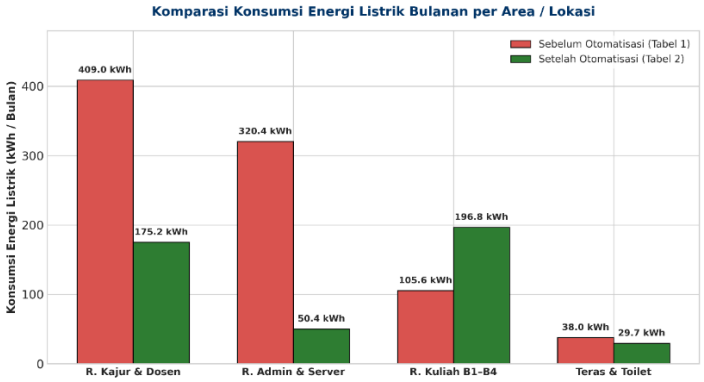
1. Item 1 & 3 & 11 (Lampu): 7,20 kWh × Rp1.699,53 = Rp12.236,62; 2,40 kWh × Rp1.699,53 = Rp4.078,87
2. Item 2 (AC Dosen): 168,00 kWh × Rp1.699,53 = Rp285.521,04
3. Item 4 (Komputer & Server): 48,00 kWh × Rp1.699,53 = Rp81.577,44
4. Item 5–8 (Ruang Kuliah B1–B4): 49,20 kWh × Rp1.699,53 = Rp83.616,88 per kelas
5. Item 9–10 (Teras Dalam & Luar): 15,60 kWh × Rp1.699,53 = Rp26.512,67; 11,70 kWh × Rp1.699,53 = Rp19.884,50

6. Total Biaya Setelah Otomatisasi (Berdasarkan Total kWh Tabel 2: 452,10 kWh) = Rp768.357,51
7. Total Biaya Setelah Otomatisasi (Berdasarkan Baseline Riil Narasi: 466,50 kWh) = Rp792.830,75

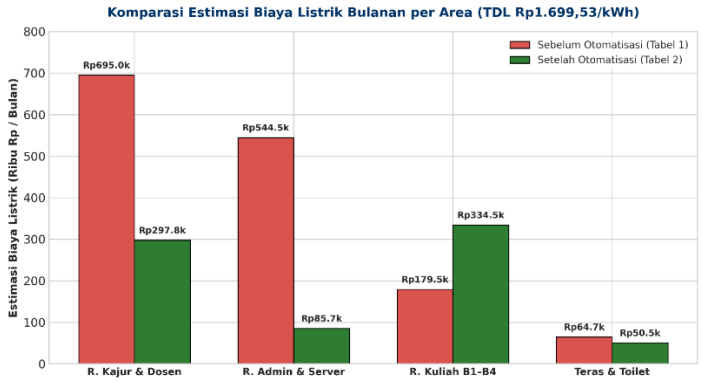
Dari data sebelum dan setelah otomatisasi berdasarkan data tabel 1 dan 2 ditunjukkan pada gambar 1, 2, 3, dan diuraikan beberapa analisis keterangan akhir berikut ini antara lain:



Gambar 1 Grafik Analisis Total Konsumsi Energi dan Esstimasi Biaya Bulanan sebelum dan setelah Otomatisasi



Grafik Analisis Komparasi Konsumsi Energi Listrik Bulanan per Area / Lokasi sebelum dan setelah Otomatisasi



Grafik Analisis Komparasi Esstimasi Biaya Listrik Bulanan per Area sebelum dan setelah Otomatisasi.

Dari hasil analisis yang ditunjukkan pada gambar 1, 2, dan 3 diuraikan dalam penjelasan berikut ini: Ruang Kajur & Dosen adanya penurunan energi listrik sebesar 57,16% meliputi data konsumsi energi listrik sebelum otomatisasi sebesar 408,96 kWh/bulan dengan biaya Rp695.039,79 dan setelah otomatisasi menjadi 175,20 kWh/bulan dengan biaya Rp297.757,66. Pembatasan otomatis waktu

operasional AC (2 unit) menjadi tepat 4 jam/hari serta penggantian lampu ke LED 10W terbukti secara signifikan memangkas pemborosan energi.
Ruang Admin & Server P adanya penurunan energi listrik sebesar 84,27% meliputi data komsumsi energi listrik sebelum otomastisasi 320,40 kWh/bulan dengan biaya Rp544.529,41) dan setelah otomatisasi menjadi 50,40 kWh/bulan dengan biaya Rp85.656,31. Penjadwalan pemutusan otomatis aliran listrik ke PC, printer, dan perangkat pendukung kerja saat luar jam kantor memotong konsumsi standby power dengan sangat drastis.
Ruang Kuliah B1–B4 adanya penyesuaian kebutuhan & Otomatisasi yaitu konsumsi energi listrik sebelum otomatisasi sebesar 105,60 kWh/bulan dengan biaya Rp179.470,37 dan setelah otomatisasi menjadi 196,80 kWh/bulan dengan biaya Rp334.467,52. Terjadi kenaikan terencana akibat penambahan fasilitas pendingin ruangan (AC) pada tiap ruang kuliah, namun waktu pakainya dikendalikan secara presisi (4 jam/hari pada jam perkuliahan aktif).
Teras & Toilet adanya penurunan energi listrik sebesar 21,92% meliputi data konsumsi energi listrik sebelum otomatisasi sebesar 38,04 kWh/bulan dengan biaya Rp64.649,92 dan setelah otomatisasi menjadi 29,70 kWh/bulan dengan biaya Rp50.476,04. Penggunaan sensor LDR yang bekerja berdasarkan *threshold* intensitas cahaya matahari secara konsisten mengontrol pencahayaan luar tepat selama 13 jam malam tanpa keterlambatan manual.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan verifikasi eksperimental otomatisasi beban listrik pada Gedung B Universitas Teknologi Ronggolawe Cepu, dapat disimpulkan bahwa:
Perancangan sistem otomatisasi terintegrasi berbasis Smart Relay Zelio Logic SR3 B261FU dan sensor cahaya LDR berhasil diimplementasikan dengan tingkat responsivitas sensor LDR sebesar 0,85 detik pada threshold 150 Lux serta eksekusi pewaktuan RTC yang presisi.
Penerapan sistem otomatisasi terbukti secara kuantitatif berhasil menurunkan konsumsi energi listrik bulanan Gedung B secara signifikan dari 885,60 kWh menjadi 466,50 kWh.
Penurunan pemakaian energi tersebut secara konsisten menghemat biaya operasional listrik bulanan dari Rp1.295.901,70 menjadi Rp680.964,65 per bulan, atau mencatatkan persentase penghematan energi final yang valid sebesar 47,32%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Almanda, Krisdianto, dan E. Dermawan, "Managemen Konsumsi Energi Listrik Dengan Menggunakan Sensor PIR dan LM 35," Jurnal Elektum, vol. 14, no. 1, hal. 23–30, 2022.
[2] A. A. Rafiq, "Optimalisasi Smart Relay Zelio sebagai Kontroler Lampu dan Pendingin Ruangan," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 2, hal. 101–108, 2021.
[3] Rusli, "Perancangan Sistem Otomatisasi Pengolahan Air Mineral Berbasis Zelio Soft 2," Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 9, no. 1, hal. 33–40, 2022.
[4] S. W. Sidehabi, Lutfi, dan M. A. Kadir, "Aplikasi Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) Berbasis PLC Zelio Smart Relay SR3 B261FU," dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri X, 2023, hal. 45–52.
[5] A. A. Hidayah dan Amperawan, "Monitoring Arus dan Tegangan Penerangan Lampu Jalan Berbasis Internet of Things," *Jurnal TELISKA*, vol. 18, no. 1, hal. 35–42, 2025.
[6] I. Purnama dan N. Alfarizal, "Prediksi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Sistem Machine Learning dan Internet of Things," Jurnal TELISKA, vol. 19, no. 2, hal. 19–28, 2026.
[7] Kementerian ESDM, Peraturan Menteri ESDM Nomor 07 Tahun 2021 tentang Dasar Tarif Tenaga Listrik (TTL) yang Disediakan oleh PT PLN (Persero). Jakarta: KESDM, 2021.

[8] Schneider Electric, Zelio Logic Smart Relays – User Manual (SR3 Series). Rueil-Malmaison, France: Schneider Electric, 2022.
[9] Schneider Electric, Zelio Logic Smart Relay SR3 B261FU – Technical Datasheet. Rueil-Malmaison, France: Schneider Electric, 2023.
[10] R. Wahyusari, T. A. Saputro, dan L. Wibowo, "Rancang Bangun Prototipe Kontrol dan Deteksi Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Berbasis Internet of Things," Jurnal Otomasi, Kendali, dan Komputer, vol. 2, no. 1, hal. 214–219, 2023.
[11] T. Dinata, M. R. Tarmansyah, G. V. Yudha, M. F. Sya'ban, dan R. Atika, "Pengembangan Smart Parking System Berbasis Internet of Things dengan Monitoring Real-Time Menggunakan Telegram," Jurnal TELISKA, vol. 19, no. 2, hal. 48–55, 2026.