



## Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: [sinta.eng.unila.ac.id](http://sinta.eng.unila.ac.id)



### Studi Retrofit Sistem Kelistrikan Gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Lampung

Imam Ghozali Fernanda<sup>a</sup>, Khairudin<sup>a,\*</sup>, Ubaidah, Herri Gusmedi<sup>a</sup>, Dikpride Despa<sup>a</sup> dan M. Al Rasyid Syidiq<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl.Prof. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Bandar Lampung.

#### INFORMASI ARTIKEL

#### ABSTRAK

#### Kata kunci:

Retrofit  
Keandalan  
Keamanan  
PUIL  
SNI  
Efisiensi Energi

Studi ini berfokus pada retrofit sistem kelistrikan Gedung A dan Gedung B Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan tujuan meningkatkan efisiensi energi, keandalan, dan ketersediaan suplai listrik. Latar belakang penelitian ini adalah kondisi sistem kelistrikan yang ada belum memenuhi standar keamanan dan ketentuan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) serta Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Proses retrofit dilakukan dengan mengidentifikasi kondisi sistem yang ada, merencanakan perbaikan, dan mengusulkan solusi berkelanjutan untuk memperbaiki sistem kelistrikan. Metodologi yang digunakan mencakup analisis kebutuhan daya, evaluasi kapasitas, serta perencanaan retrofit dengan mempertimbangkan penggunaan teknologi terbaru yang lebih efisien dalam hal energi. Studi ini bertujuan untuk menghasilkan panduan yang dapat digunakan oleh pihak-pihak terkait dalam memperbaiki dan meningkatkan sistem kelistrikan gedung, sehingga dapat mencapai efisiensi energi, keandalan operasional, dan keberlanjutan yang lebih baik. Hasil dari penelitian ini diperoleh temuan antara lain kabel yang terpasang hanya memiliki luas penampang sebesar  $1,5 \text{ mm}^2$ , sedangkan berdasarkan PUIL 2011 dan katalog kabel untuk kabel daya memiliki luas penampang sebesar  $4 \text{ mm}^2$  dan kabel penerangan sebesar  $2,5 \text{ mm}^2$ .

### 1. Pendahuluan

Gedung A (Dekanat) dan B (Jurusan Arsitektur) Fakultas Teknik adalah salah satu aset penting dalam lingkungan akademik yang membutuhkan pasokan energi untuk mendukung aktifitas belajar mengajar, penelitian, dan administrasi. Sistem kelistrikan yang beroperasi dalam gedung ini menjadi tulang punggung infrastruktur yang memastikan penggunaan listrik yang stabil dan efisien. Namun, seiring berjalannya waktu dan perubahan kebutuhan, sistem kelistrikan yang ada mungkin membutuhkan beberapa penyesuaian dan peningkatan kapasitas secara menyeluruh baik dari sisi

ukuran konduktor, stop kontak, panel kontrol maupun dari sisi arsitektur sistem instalasi (Hajar et al. 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi perkembangan teknologi dan peningkatan kesadaran akan efisiensi energi dan keberlanjutan. Hal ini mendorong organisasi, termasuk institusi pendidikan seperti Fakultas Teknik, untuk mempertimbangkan retrofitting sistem kelistrikan sebagai strategi untuk meningkatkan performa, efisiensi, dan keandalan infrastruktur listrik (Issn and Arthasari 2020).

Beberapa masalah yang dihadapi oleh sistem kelistrikan gedung A dan B Fakultas Teknik termasuk peningkatan beban listrik akibat perluasan ruang dan

Khairudin  
E-mail: [khairudin@eng.unila.ac.id](mailto:khairudin@eng.unila.ac.id)

penggunaan sistem pendingin udara (AC) yang semakin masif, penuaan peralatan, kerentanan terhadap gangguan listrik, dan kebutuhan akan solusi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Di sisi lain, pada saat gedung tersebut dibangun, perencanaan sistem kelistrikan sangat mungkin belum mempertimbangkan masifnya penggunaan AC dan belum adanya tuntutan penggunaan energi yang mempertimbangkan dampak lingkungan. Oleh karena itu, studi *retrofitting* menjadi relevan dan penting untuk mengevaluasi serta merumuskan strategi perbaikan yang tepat guna menjawab tantangan tersebut (Saleh, Helen, and Anita 2022).

Dengan mempertimbangkan latar belakang ini, studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merencanakan langkah-langkah konkret dalam *retrofitting* sistem kelistrikan gedung Fakultas Teknik, demi meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan infrastruktur listrik tersebut.

## 2. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian sebelumnya yang membahas mengenai studi retrofit sebagai proses perbaikan atau modernisasi sistem yang ada untuk meningkatkan efisiensi energi, keamanan, dan kinerja bangunan. Dalam proses retrofit suatu bangunan akan mengalami perubahan, perbaikan atau penambahan teknologi yang lebih modern dan efisien. Retrofit dapat mencakup perubahan sistem penerangan, sistem pendingin (*Air Conditioner*), stop kontak, panel distribusi listrik dan lain-lain untuk efisiensi energi dan keamanan sistem kelistrikan.

(Issn and Arthasari 2020) membahas penerapan konsep bangunan hijau pada kegiatan retrofit khususnya pada Bangunan Kantor Pusat Informasi Pengembangan Pemukiman dan Bangunan. Penelitian ini dikaitkan dengan upaya global menuju Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Develop Goals* atau SDGs), yang mencakup pertumbuhan ekonomi, keterlibatan sosial, dan perlindungan lingkungan.

(Hajar et al. 2020) membahas kegiatan pengabdian masyarakat (PkM) yang dilakukan di Pondok Pesantren STP SMP/SMA KU Sumedang terkait perancangan instalasi listrik untuk bangunan bertingkat. Fokus dari artikel ini adalah penyusunan desain instalasi listrik yang sebelumnya tidak tersedia untuk bangunan pesantren tersebut.

(Sanvia 2018) membahas penerapan *Energy Saving Performance Contract* (ESPC) sebagai alternatif untuk mendukung efisiensi energi pada sektor bangunan gedung, yang merupakan salah satu konsumen energi listrik terbesar. Investigasi penerapan ESPC dalam retrofit perangkat sistem tata udara, khususnya *Chiller*, yang merupakan salah satu pengguna energi terbesar di gedung.

(Suyono, Tony Prasetyo, and Assafat 2011) membahas utilitas listrik pada bangunan sebagai komponen penting yang mendukung fungsi bangunan, terutama terkait aspek keamanan penggunaan energi listrik bagi manusia dan lingkungan. Karena listrik dapat berbahaya, maka utilitas listrik di bangunan harus mematuhi regulasi dan standar minimal yang telah ditetapkan untuk memastikan keamanan.

(Tasya, Setijanti, and Dinapradipta 2020) membahas pentingnya efisiensi energi sebagai target utama untuk mengurangi biaya operasional bangunan dan mencapai keberlanjutan. Salah satu cara mencapai hal ini adalah melalui kegiatan retrofit, yaitu proses memperbarui atau memodifikasi bangunan yang sudah ada untuk meningkatkan kinerja energi. Selain membantu mengurangi konsumsi energi, retrofit juga berpotensi mengurangi emisi karbon. Namun, beberapa fitur bangunan mungkin harus diubah atau dilepaskan selama proses renovasi demi mencapai tujuan energi.

(Purbantoro and Siregar 2019) membahas penerapan konsep bangunan hijau (*green building*) dan dampaknya pada operasional gedung, khususnya dari segi penghematan biaya. Konsep bangunan hijau tidak hanya memperkuat citra merek dari gedung itu sendiri, tetapi juga memberikan keuntungan finansial melalui pengurangan biaya operasional.

(Fernandes et al. 2022) membahas strategi untuk memantau parameter kelistrikan secara *real-time* dengan menggunakan solusi *Internet of Things* (IoT), aplikasi berbasis *cloud*, dan retrofit sistem kelistrikan bangunan yang sudah ada (*legacy systems*). Fokus utamanya adalah mengatasi tantangan penggantian sistem usang yang masih dibutuhkan dengan menawarkan alternatif berupa retrofit untuk memantau penggunaan energi secara efisien.

Komponen-komponen yang harus diretrofit berupa *Main Distribution Panel* (MDP), *Sub Distribution Panel* (SDP), kabel yang tidak sesuai standar SNI 0225-1:2020, sistem penerangan hingga stop kontak. Untuk merancang MDP, SDP dan kabel maka harus diketahui daya listrik yang dibutuhkan pada suatu ruangan atau gedung. Dengan mengetahui dayanya maka kapasitas *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB), *Miniature Circuit Breaker* (MCB) serta kabel yang berada di dalam MDP dan SDP dapat disesuaikan berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Dharmali, Arisandi, and Sutrisno 2023).

Mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, dalam mengatur kelistrikan untuk gedung komersial dan publik melibatkan beberapa aspek penting untuk memastikan keselamatan dan keamanan dalam penggunaan listrik. Tegangan ke tanah lebih dari 300 V harus dihindari di area publik. Sistem pencahayaan harus terpisah dari instalasi tenaga yang berasal dari titik distribusi. Perangkat seperti sakelar,

sekering, dan pemutus sirkit harus ditempatkan di lokasi yang tidak mudah diakses oleh masyarakat umum. Di area panggung, perlengkapan listrik harus dipasang dengan cara yang mencegah kebakaran dan kontak dengan konduktor berbahaya. Konduktor harus fleksibel, semua instalasi harus memiliki insulasi, dan kabel di area panggung harus terlindung dari kerusakan mekanis (BSN 2011).

Pencahayaan darurat juga menjadi fokus utama dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, di mana pencahayaan minimum di koridor, tangga, dan ruang publik harus dapat membantu pengunjung menemukan jalan keluar dengan jelas saat keadaan darurat. Tanda petunjuk darurat harus terlihat dengan baik, dan sistem pencahayaan darurat harus dapat menyala secara otomatis ketika pasokan listrik utama terganggu. Selain itu, perlengkapan listrik seperti pemutus sirkit dan sakelar harus dirancang sedemikian rupa untuk mencegah akses oleh publik, dengan pelindung yang cukup untuk mencegah kontak dengan bahan mudah terbakar. Dengan mengikuti peraturan ini, diharapkan risiko kecelakaan dapat diminimalkan, sehingga keamanan dan kenyamanan publik tetap terjaga (BSN 2011).

Teknologi dan metode terkini yang diterapkan dalam retrofit sistem kelistrikan berorientasi pada peningkatan efisiensi, keamanan, dan fleksibilitas operasional. Salah satu inovasi signifikan dalam studi retrofit adalah penerapan teknologi *Smart Grids*, yang mencakup penggunaan *Smart Meter*, yaitu perangkat pengukuran energi cerdas yang mampu memantau konsumsi energi secara *real-time* dan memberikan informasi yang relevan kepada pengguna mengenai pola konsumsi energi mereka. Di samping itu, integrasi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan kondisi sistem kelistrikan secara daring, serta penyampaian notifikasi otomatis apabila terjadi gangguan atau kekurangan daya. Selain itu, pemanfaatan *cloud computing* untuk penyimpanan dan analisis data memainkan peran penting dalam memprediksi kebutuhan energi dan mengoptimalkan distribusi daya, sehingga mendukung pengelolaan sumber daya energi yang lebih efektif dan responsif (Putra Ariesta 2024).

### 3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metodologi survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi kelistrikan guna memperoleh data eksisting mengenai sistem kelistrikan di gedung Fakultas Teknik. Wawancara, observasi, dan analisis dokumen menjadi alat untuk menyediakan konteks yang lebih mendalam bagi data kuantitatif yang diperoleh. Kombinasi kedua metode ini menghasilkan analisis yang lebih komprehensif, memungkinkan eksplorasi berbagai aspek dari sistem

kelistrikan, serta menghasilkan rekomendasi yang lebih tepat dan relevan untuk perbaikan dan pengembangan sistem di masa depan.

Pengumpulan data eksisting dalam studi ini dilakukan melalui survei, perhitungan dan pengukuran langsung untuk memperoleh informasi tentang efisiensi peralatan, dan performa sistem kelistrikan yang saat ini beroperasi. Survei melibatkan responden, termasuk pengguna dan pengelola sistem, yang memberikan data mengenai pola penggunaan energi dan persepsi terhadap kinerja sistem yang ada.

Data perhitungan yang diperoleh berdasarkan SNI 03-6575-2001 yaitu level cahaya dalam sebuah ruangan biasanya ditentukan oleh level cahaya rata-rata di area kerja. Area kerja ini merujuk pada bidang horizontal fiksi yang terletak 0,75 meter di atas permukaan lantai di seluruh ruangan. Level cahaya rata-rata (lux) dapat dihitung menggunakan persamaan. Untuk mengetahui hasil retrofit penerangan yang sesuai berdasarkan luas ruangan dapat menggunakan formulasi berikut:

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times k_p \times k_d}{A} \text{ (lux)} \quad (1)$$

Dimana:

$F_{total}$  = Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

A = Luas bidang kerja ( $m^2$ )

$k_p$  = koefisien penggunaan

$k_d$  = koefisien depresiasi 0,8 (Penyusutan)

Untuk menghitung armatur pada tingkat pencahayaan tertentu diperlukan perhitungan fluks luminus terlebih dahulu yang dapat diperoleh dengan formulasi berikut:

$$F_{total} = \frac{E \times A}{k_p \times k_d} \text{ (lumen)} \quad (2)$$

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \quad (3)$$

Dimana:

$F_1$  = fluks luminus satu buah lampu

n = jumlah lampu dalam satu armatur

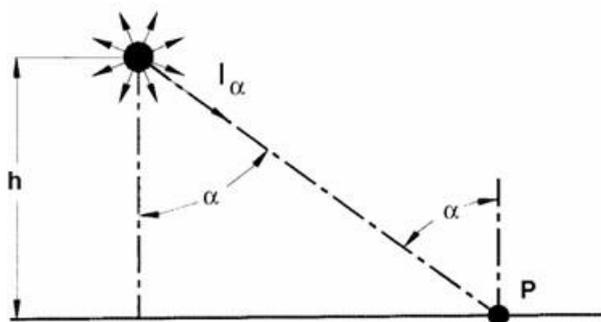
Tingkat pencahayaan yang dihasilkan oleh komponen cahaya langsung di suatu titik pada area kerja dari sebuah sumber cahaya, yang dapat dianggap sebagai sumber cahaya titik seperti yang terlihat pada Gambar 1, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$E_p = \frac{I_\alpha \times \cos^3 \alpha}{h^2} \text{ (lux)} \quad (4)$$

Dimana:

$I_\alpha$  = Intensitas cahaya pada sudut  $\alpha$  (kandela)

H = tinggi armatur di atas bidang kerja (meter)



**Gambar 1.** Titik P menerima komponen langsung dari sumber cahaya titik.

Jika ada beberapa armatur, maka tingkat pencahayaan tersebut merupakan jumlah penjumlahan dari tingkat pencahayaan yang dihasilkan oleh masing-masing armatur dan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E_{total} = E_{P_1} + E_{P_2} + E_{P_3} + \dots \text{ (lux)} \quad (5)$$

Untuk mengetahui luas penampang kabel yang sesuai dengan daya pada setiap gedung maka arus dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$S = V \times I \quad (6)$$

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (7)$$

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (8)$$

Dimana:

S = Daya Semu (VA)

P = Daya Aktif (Watt)

Q = Daya Reaktif (Var)

V = Tegangan (V)

I = Arus

$\cos \varphi$  = Faktor Daya

Arus yang diperoleh harus dipertimbangkan ketika terjadi *short circuit* sebesar 3 kali lipat dari arus nominal yang didapat dari formulasi tersebut. Untuk mengetahui luas penampang kabel mana yang digunakan dapat dilihat pada katalog kabel NYM berdasarkan spesifikasi kabel SPLN 42-2: 1992, IEC 227 dan SNI: 04-6629.4-2006 dengan konduktornya berdasarkan SPLN 41-1; IEC 60228 dan isolasinya SPLN 41-2.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui wawancara mendalam dengan pengguna gedung, analisis dokumentasi terkait pemeliharaan sistem kelistrikan, dan observasi langsung terhadap operasi infrastruktur listrik. Wawancara mendalam bertujuan untuk mendapatkan perspektif dan pengalaman subjektif pengguna, yang mencakup tantangan operasional yang dihadapi serta harapan mereka terhadap sistem kelistrikan yang ada. Selain itu, analisis dokumentasi pemeliharaan memberikan informasi penting mengenai riwayat perawatan, perbaikan, dan pemeliharaan yang dilakukan pada sistem, sehingga dapat mengidentifikasi pola dan potensi masalah yang muncul dari waktu ke waktu.

Observasi langsung dilakukan untuk memahami secara konkret bagaimana infrastruktur listrik berfungsi dalam praktik, serta untuk menilai keandalan sistem dalam kondisi nyata.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Gambaran Sistem Kelistrikan Saat Ini

Sistem distribusi listrik yang diterapkan di Gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Lampung saat ini memanfaatkan jaringan distribusi dengan tegangan rendah yaitu 380 Volt fasa ke fasa dengan distribusi ke bebannya 220 Volt fasa ke netral untuk mengalirkan daya ke berbagai jenis beban melalui sejumlah panel listrik. Beban listrik dikelompokkan berdasarkan fungsi, mencakup penerangan, stop kontak, dan sistem pendingin udara (AC), dengan total daya yang terdiri dari komponen beban tetap dan variabel. Survei yang

dilakukan mengungkapkan bahwa sebagian besar peralatan kelistrikan termasuk kabel, panel distribusi, saklar, dan unit AC telah beroperasi lebih dari 10 tahun, menunjukkan tanda-tanda keausan fisik serta penurunan efisiensi operasional. Umur peralatan yang semakin lanjut ini berpotensi menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan, terutama pada kabel dan panel yang mengalami degradasi konduktivitas.

Penggunaan sistem pendingin udara secara intensif, terutama pada musim panas, berkontribusi signifikan terhadap peningkatan konsumsi energi, di mana sejumlah unit AC menunjukkan penurunan dalam performa. Beberapa masalah utama yang teridentifikasi mencakup peningkatan beban listrik yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah peralatan elektronik dan sistem pendingin udara, serta penuaan infrastruktur kelistrikan yang meningkatkan risiko gangguan operasional. Selain itu, penggunaan AC yang tidak optimal menyebabkan tingginya konsumsi energi dan berpotensi menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, studi retrofit sangat penting untuk menjaga keberlanjutan dan keandalan sistem distribusi listrik di Gedung A dan B.

Berdasarkan hasil survei banyak masalah kelistrikan yang ditemui diantaranya adalah sebagai berikut:

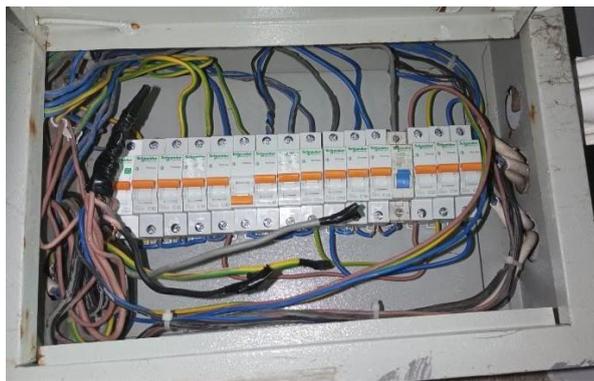
1. Luas penampang kabel yang tidak sesuai dengan PUIL 2011, SNI 0225-1:2020 dan SNI 03-6575-2001. Luas penampang kabel harus sesuai dengan kapasitas maksimal arus yang disuplai ke beban baik penerangan, stop kontak ataupun *Air Conditioner*. Luas penampang kabel yang terlalu kecil membuat kabel tersebut mengalami *overheating* dan terbakar. Berdasarkan PUIL 2011 dan katalog kabel untuk kabel daya memiliki luas penampang sebesar 4 mm<sup>2</sup> dan kabel penerangan sebesar 2,5 mm<sup>2</sup>, sedangkan kabel yang terpasang

hanya memiliki luas penampang sebesar  $1,5 \text{ mm}^2$ . Seperti yang terlihat pada Gambar 2.



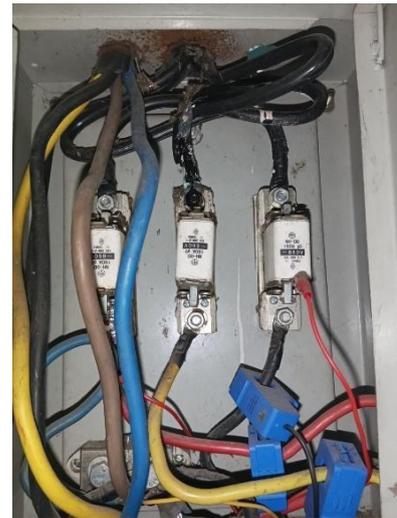
**Gambar 2.** Panel Penerangan dan Stop Kontak Lantai 1 Gedung B Fakultas Teknik Universitas Lampung

2. Kabel pada panel tidak tersusun rapi, tidak memiliki busbar dan sistem penerangan, stop kontak serta AC berada pada panel yang sama. Banyak kabel yang tergantung dan terbelit tanpa tersusun pada *Ducting Cable* yang dapat membuat risiko kecelakaan dan kerusakan. Tidak adanya busbar pada panel-panel tersebut membuat penyebaran panas menjadi buruk sehingga dapat membuat kabel terbakar. Berdasarkan PUIL 2011 MCB penerangan, stop kontak, dan *Air Conditioner* tidak boleh berada pada satu panel yang sama, oleh karena itu panel pada Gambar 2 dan Gambar 3 tidak sesuai standar.



**Gambar 3.** Panel Penerangan, Stop Kontak, dan AC Lantai 2 Gedung B Fakultas Teknik Universitas Lampung

3. Komponen yang Terbakar  
Seperti yang terlihat pada Gambar 4 terdapat kabel yang terbakar karena isolasi yang tidak sempurna sehingga perlu perbaikan.



**Gambar 4.** Panel Penerangan, Stop Kontak, dan AC Lantai 2 Gedung B Fakultas Teknik Universitas Lampung

Beberapa masalah-masalah kelistrikan yang ditemui dari Gedung A dan B yang lain diantaranya berupa stop kontak yang sudah tidak dapat digunakan. Lampu di beberapa ruangan yang sudah tidak mempunyai sakelar. Ruangan dengan AC yang sudah rusak dan banyak ruangan yang tidak memiliki AC. Terdapat pula sakelar yang tidak memiliki lampu hingga pencahayaan yang tidak memadai karena tidak sesuai dengan SNI 03-6575-2001.

#### 4.2 Perencanaan Retrofitting

Hasil analisis terhadap sistem kelistrikan Gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Lampung memiliki beberapa temuan penting mengenai kondisi *eksisting*, tantangan teknis, serta solusi potensial yang dapat diterapkan. Berdasarkan survei, peralatan kelistrikan seperti kabel, panel distribusi, sakelar, dan sistem penerangan mengalami penurunan kualitas seiring usia pemakaian yang cukup lama, yang berkontribusi pada penurunan efisiensi dan peningkatan risiko gangguan listrik. Kondisi ini, khususnya pada peralatan yang sudah tidak efisien seperti AC dan penerangan, memperbesar konsumsi energi dan menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan. Peningkatan beban listrik akibat penambahan ruang dan peralatan baru, terutama sistem pendingin udara membuat semakin penting penyesuaian kapasitas distribusi daya. Infrastruktur kelistrikan yang sudah usang juga memerlukan perbaikan atau penggantian agar keandalan dan stabilitas sistem tetap terjaga.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa perlu penggantian kabel yang tidak sesuai dengan standar PUIL 2011 dan katalog kabel untuk kabel daya memiliki luas penampang sebesar  $4 \text{ mm}^2$  dan kabel penerangan

sebesar  $2,5 \text{ mm}^2$ . Diperlukan penambahan busbar, *ducting cable*, dan *grounding* pada *Main Distribution Panel* (MDP) dan *Sub Distribution Panel* (SDP). Terdapat komponen yang terbakar sehingga harus segera diganti. Oleh karena itu langkah-langkah yang diusulkan meliputi penggantian peralatan dengan spesifikasi yang lebih efisien, penataan ulang instalasi kelistrikan, serta perbaikan koneksi untuk memaksimalkan performa sistem. Penerapan sistem pemeliharaan yang terstruktur juga diidentifikasi sebagai strategi penting untuk menjaga keamanan, efisiensi, dan keberlanjutan sistem dalam jangka panjang.

## 5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa retrofit sistem kelistrikan di Gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Lampung diperlukan untuk meningkatkan efisiensi energi dan keamanan operasional. Hasil survei mengidentifikasi berbagai masalah pada sistem distribusi, seperti ukuran kabel dan panel yang tidak sesuai standar, stop kontak dan sakelar yang sudah tidak berfungsi, peningkatan beban listrik akibat penggunaan AC, serta peralatan yang telah beroperasi lebih dari 10 tahun. Rekomendasi utama mencakup penggantian peralatan dengan teknologi lebih efisien, seperti lampu LED dan sistem *smart control* seperti PLC, serta penataan ulang instalasi untuk memastikan pembagian beban seimbang.

## Daftar Pustaka

- BSN, Badan Standardisasi Nasional. 2011. 2011 DirJen Ketenagalistrikan *Puil 2011*.
- Dharmali, Michael Joses, Desi Arisandi, and Tri Sutrisno. 2023. "Sistem Prediksi Penjualan Triplek Menggunakan Metode Regresi Time Series K-Nearest Neighbor (Knn) Pada Toko Makmur Cibubur." *Jurnal Teknik* 15(2): 81–86. doi:10.30736/jt.v15i2.994.
- Fernandes, Rubens A., Raimundo C.S. Gomes, Ozenir Dias, Celso Carvalho, Israel G. Torné, Jozias P. Oliveira, and Carlos T.C. Júnior. 2022. "A Retrofit Strategy for Real-Time Monitoring of Building Electrical Circuits Based on the SmartLVGrid Metamodel." *Energies* 15(23): 1–31. doi:10.3390/en15239234.
- Hajar, Ibnu, Dhani Johar Damiri, Yuliasyah Yuliasyah, Jumiati Jumiati, M. Syair Pandu Lesmana, and Muhammad Iqbal Romadhoni. 2020. "Desain Instalasi Listrik Bangunan Bertingkat (Studi Kasus: Pesantren Khoiru Ummah Sumedang)." *Terang* 3(1): 31–40. doi:10.33322/terang.v3i1.1073.
- Issn, P E, and Ani Hastuti Arthasari. 2020. "Available Online through [Http://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Modul/PENINGKATAN\\_KINERJA\\_HIJAU\\_MELALUI\\_RETROFITTING\\_STUDI\\_KASUS\\_PEMERIKSAAN\\_PENGUBAHSUAIAN\\_BANGUNAN\\_PIP2B\\_DIY](http://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Modul/PENINGKATAN_KINERJA_HIJAU_MELALUI_RETROFITTING_STUDI_KASUS_PEMERIKSAAN_PENGUBAHSUAIAN_BANGUNAN_PIP2B_DIY) Abstrak." 2877: 57–65.
- Purbantoro, Firma, and Marsul Siregar. 2019. "Optimasi Dan Monitoring Peringkat Green Building Pada Gedung Terbangun Di Gedung Sampoerna Strategic Square Jakarta." *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia* 2(1): 182–90. doi:10.24912/jbmi.v2i1.4344.
- Putra Ariesta, Adichandra. 2024. "Internet of Things (IoT) for the Implementation of Intelligent Energy Systems." *IJEEE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Electronics* | 1(2): 49–54.
- Saleh, Muhammad Fadly, Yudith Helen, and Fitri Anita. 2022. "Analisa Perbandingan Beban Energi Penggunaan Ac Split Dan Ac Sentral Pada Bangunan Hotel Di Makassar." *Jurnal Tecnoscienza* 7(1): 176–90. doi:10.51158/tecnoscienza.v7i1.826.
- Sanvia, Sanana Femy. 2018. "Studi Penerapan Energy Saving Performance Contract Dalam Efisiensi Energi Listrik Sektor Bangunan Gedung Di Indonesia." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* 17: 1–7.
- Suyono, M Tony Prasetyo, and Luqman Assafat. 2011. "Tingkat Keandalan Utilitas Kelistrikan Bangunan Gedung Bertingkat Di Kota Semarang." *Media ElektriKa* 4(1): 1–17.
- Tasya, Annisa Fikriyah, Purwanita Setijanti, and Asri Dinapradipta. 2020. "Retrofit Pada Bangunan Komersial: Tinjauan Masalah Dan Metode." *Arsitektura* 18(2): 199. doi:10.20961/arst.v18i2.42632.