



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Studi Retrofit Sistem Kelistrikan Gedung C Fakultas Teknik Universitas Lampung Muhammad Al Rasyid Syidiq^a, Lukmanul Hakim^{a,*}, Khairudin^a, Osea Zebua^a, Zulmiftah Huda^a, Imam Ghozali Fernanda^a

^aJurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl.Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145.

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 11/11/2024
Direvisi 13/01/2025
Dipublish 22/05/2025

Kata kunci:

Efisiensi
Energi
Keandalan
Keberlanjutan
Perencanaan
Retrofit

ABSTRAK

Penelitian ini mengusulkan studi retrofit sistem kelistrikan pada gedung C Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dengan tujuan meningkatkan efisiensi energi, keandalan, ketersediaan, dan keberlanjutan infrastruktur listrik. Latar belakang penelitian mencerminkan kondisi sistem kelistrikan yang ada dan tantangan yang dihadapi, termasuk ketidakmampuan sistem yang ada untuk mengakomodasi permintaan energi yang meningkat dan masalah reliabilitas yang dapat menyebabkan gangguan operasional. Selain itu, perubahan iklim dan tuntutan untuk pengurangan emisi karbon juga menjadi alasan penting untuk melaksanakan retrofit ini. Tujuan utama penelitian adalah mengidentifikasi kekurangan dalam sistem yang ada, merencanakan perbaikan, dan mengusulkan solusi berkelanjutan yang memanfaatkan teknologi terbaru untuk mencapai efisiensi energi yang lebih baik. Metodologi studi mencakup analisis kebutuhan daya, evaluasi kapasitas sistem saat ini, dan perencanaan retrofitting dengan mempertimbangkan teknologi terbaru seperti penggunaan sumber energi terbarukan dan peningkatan kualitas infrastruktur listrik secara keseluruhan. Penelitian juga mencakup perencanaan biaya, analisis manfaat yang diharapkan, serta evaluasi dampak lingkungan dari implementasi retrofitting dalam konteks green energy. Rencana biaya akan mencakup estimasi awal, sumber pendanaan, dan analisis biaya manfaat mendetail. Hasil dari penelitian ini diperoleh beberapa temuan seperti 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 mm^2 dan kabel penerangan sebesar $2,5 \text{ mm}^2$.

1. Pendahuluan

Gedung C yang merupakan bagian dari Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik, berperan sebagai salah satu aset vital dalam menunjang kegiatan akademik, termasuk proses belajar-mengajar, penelitian, serta aktivitas administratif. Keandalan sistem kelistrikan yang ada di gedung ini menjadi bagian krusial yang memastikan pasokan energi berlangsung secara stabil dan efisien. Namun demikian, seiring dengan

perkembangan kebutuhan operasional dan waktu, terdapat potensi perlunya penyesuaian serta peningkatan kapasitas sistem kelistrikan secara komprehensif. Hal ini mencakup peningkatan ukuran konduktor, penambahan titik stop kontak, pembaruan panel kontrol, serta optimasi arsitektur sistem instalasi listrik. (Hajar et al. 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi dan meningkatnya kesadaran akan efisiensi energi serta keberlanjutan telah mendorong berbagai

Lukmanul Hakim
E-mail: lukmanul.hakim@eng.unila.ac.id

organisasi, termasuk institusi pendidikan seperti Fakultas Teknik, untuk mempertimbangkan upaya retrofitting pada sistem kelistrikan mereka. Retrofitting ini dipandang sebagai strategi yang efektif untuk meningkatkan kinerja, efisiensi, serta keandalan infrastruktur listrik guna mendukung operasional yang lebih berkelanjutan dan hemat energi. (Arthasari n.d.).

Beberapa tantangan yang dihadapi oleh sistem kelistrikan di Gedung C Fakultas Teknik antara lain adalah peningkatan beban listrik akibat ekspansi ruang dan penggunaan sistem pendingin udara (AC) yang semakin masif, penuaan peralatan, kerentanan terhadap gangguan listrik, serta kebutuhan akan solusi energi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Saat gedung ini dibangun, perencanaan sistem kelistrikan kemungkinan besar belum memperhitungkan penggunaan AC secara masif maupun tuntutan efisiensi energi yang mempertimbangkan dampak lingkungan. Oleh karena itu, studi retrofitting menjadi sangat relevan dan esensial untuk mengevaluasi serta merumuskan strategi perbaikan yang tepat dalam mengatasi tantangan-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

Penelitian sebelumnya membahas studi retrofit sebagai proses modernisasi atau peningkatan sistem yang ada guna meningkatkan efisiensi energi, keamanan, dan kinerja bangunan. Dalam pelaksanaan retrofit, suatu bangunan akan mengalami perubahan, perbaikan, atau penambahan teknologi yang lebih modern dan efisien. Proses ini dapat mencakup perubahan pada sistem penerangan, sistem pendingin udara (AC), instalasi stop kontak, panel distribusi listrik, serta komponen lainnya yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi dan keamanan sistem kelistrikan.

(Arthasari n.d.) membahas penerapan konsep bangunan hijau dalam kegiatan retrofit, khususnya pada Bangunan Kantor Pusat Informasi Pengembangan Pemukiman dan Bangunan. Penelitian ini terkait erat dengan upaya global dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals* atau *SDGs*), yang mencakup aspek pertumbuhan ekonomi, keterlibatan sosial, serta perlindungan lingkungan.

(Hajar et al. 2020) membahas kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang dilaksanakan di Pondok Pesantren STP SMP/SMA Sumedang, yang berfokus

pada perancangan instalasi listrik untuk bangunan bertingkat. Artikel ini menyoroti penyusunan desain instalasi listrik yang sebelumnya belum tersedia di bangunan pesantren tersebut, dengan tujuan untuk memastikan pasokan listrik yang aman dan memadai guna mendukung operasional kegiatan di lingkungan pesantren.

(Sanvia 2018) membahas penerapan Energy Saving Performance Contract (ESPC) sebagai alternatif dalam mendukung efisiensi energi di sektor bangunan gedung, yang merupakan salah satu konsumen listrik terbesar.

Penelitian ini menginvestigasi penerapan ESPC dalam retrofit sistem tata udara, khususnya pada Chiller, yang merupakan salah satu perangkat dengan konsumsi energi tertinggi di gedung. Melalui ESPC, efisiensi energi dapat ditingkatkan dengan metode pembiayaan yang didasarkan pada penghematan energi yang dicapai.

(Suyono, Tony Prasetyo, and Assafat 2011) membahas utilitas listrik sebagai komponen vital yang mendukung fungsi bangunan, terutama dalam hal keamanan penggunaan energi listrik bagi manusia dan lingkungan. Mengingat potensi bahaya yang ditimbulkan oleh listrik, utilitas listrik di bangunan harus mematuhi regulasi dan standar minimal yang telah ditetapkan. Hal ini bertujuan untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna serta mengurangi risiko yang terkait dengan penggunaan energi listrik.

(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 memperbaiki 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 terhadap operasional gedung, terutama dari segi penghematan biaya. Konsep bangunan hijau tidak hanya berfungsi untuk memperkuat citra merek gedung, tetapi juga memberikan keuntungan finansial dengan cara mengurangi biaya operasional. Dengan mengadopsi praktik berkelanjutan, gedung dapat mencapai efisiensi yang lebih tinggi, yang pada gilirannya berkontribusi pada pengurangan biaya dan peningkatan daya tarik bagi penyewa dan pengguna.

(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.

Mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, pengaturan kelistrikan untuk gedung komersial dan publik melibatkan beberapa aspek penting guna memastikan keselamatan dan keamanan dalam penggunaan listrik. Tegangan yang melebihi 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 sirkuit perlu ditempatkan di lokasi yang tidak mudah diakses oleh masyarakat umum. Di area panggung, perlengkapan listrik harus dipasang sedemikian rupa untuk mencegah risiko kebakaran dan kontak dengan konduktor yang berbahaya. Selain itu, konduktor harus bersifat fleksibel, semua instalasi harus dilengkapi dengan insulasi, dan kabel di area panggung harus terlindung dari kerusakan mekanis (BSN 2011).

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

Teknologi dan metode terkini yang diterapkan dalam *retrofit* sistem kelistrikan berfokus pada peningkatan efisiensi, keamanan, dan fleksibilitas operasional. Salah satu inovasi signifikan dalam studi *retrofit* adalah penerapan teknologi *Smart Grids*, yang mencakup penggunaan *Smart Meter*. *Smart Meter* adalah perangkat pengukuran energi cerdas yang dapat memantau konsumsi energi secara *real-time* dan memberikan informasi relevan kepada pengguna mengenai pola konsumsi energi mereka. Selain itu, integrasi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan kondisi sistem kelistrikan secara daring, serta penyampaian notifikasi otomatis jika terjadi gangguan atau kekurangan daya. Di samping 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

Penelitian ini menggunakan menggunakan metodologi survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi kelistrikan guna memperoleh data eksisting mengenai sistem kelistrikan di gedung C Fakultas Teknik. Wawancara, observasi, dan analisis dokumen menjadi alat untuk menyediakan konteks yang lebih mendalam bagi data kuantitatif yang diperoleh. 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 konsumsi energi, kapasitas daya, 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.

Untuk menentukan luas penampang kabel yang sesuai dengan daya pada setiap gedung, arus dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = V \times I \quad (1)$$

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (2)$$

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (3)$$

Dimana:

S = Daya Semu (VA)

P = Daya Aktif (Watt)

Q = Daya Reaktif (Var)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\cos \varphi$ = 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

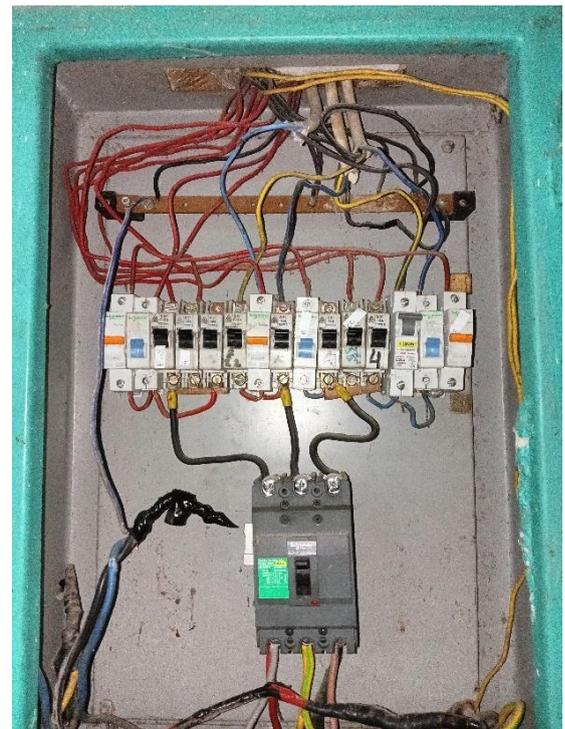
Sistem distribusi listrik yang diterapkan di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Lampung saat ini menggunakan jaringan distribusi dengan tegangan rendah, yaitu 380 Volt fasa ke fasa dan 220 volt fasa ke netral, untuk mengalirkan daya ke berbagai jenis beban melalui sejumlah panel listrik. Beban listrik 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 menunjukkan bahwa sebagian besar peralatan kelistrikan, termasuk kabel, panel distribusi, saklar, dan unit AC, telah beroperasi selama lebih dari 10 tahun, yang 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 performa. Beberapa masalah utama yang teridentifikasi mencakup peningkatan beban listrik akibat 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 menjadi sangat penting untuk menjaga keberlanjutan dan keandalan sistem distribusi listrik di Gedung C.

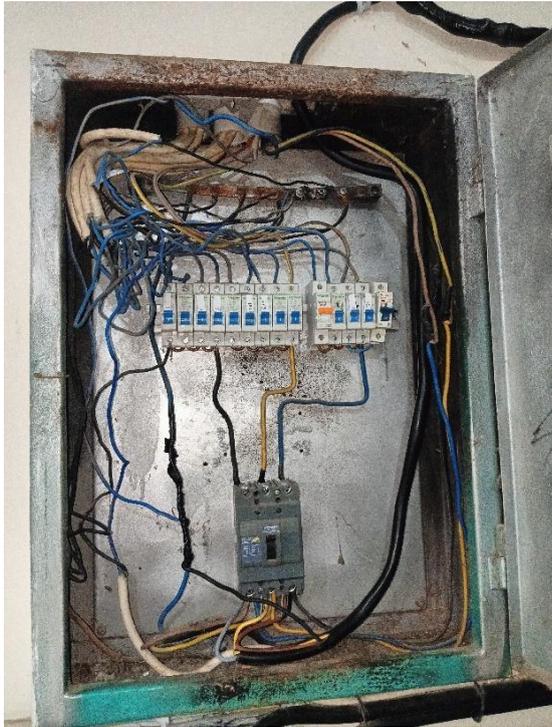
Berdasarkan hasil survei banyak masalah kelistrikan yang ditemui diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Luas penampang kabel yang tidak sesuai dengan 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^2 dan kabel penerangan sebesar $2,5 \text{ mm}^2$, sedangkan kabel yang terpasang hanya memiliki luas penampang sebesar $1,5 \text{ mm}^2$. Seperti yang terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Panel Penerangan dan Stop Kontak Lantai 2 Gedung C 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 2. Panel Penerangan, Stop Kontak, dan AC Lantai 1 Gedung C Fakultas Teknik Universitas Lampung

Beberapa masalah-masalah kelistrikan yang ditemui dari Gedung C yang lain diantaranya berupa 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 C Fakultas Teknik Universitas Lampung menghasilkan 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 dengan usia pemakaian yang cukup lama, yang berkontribusi pada penurunan efisiensi dan peningkatan risiko gangguan listrik. Kondisi ini, terutama pada peralatan yang sudah tidak efisien seperti AC dan sistem pencahayaan, meningkatkan konsumsi energi dan menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan.

Peningkatan beban listrik akibat penambahan ruang dan peralatan baru, terutama sistem pendingin udara,

membuat penyesuaian kapasitas distribusi daya semakin penting. 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 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 C Fakultas Teknik Universitas Lampung diperlukan untuk meningkatkan efisiensi energi dan keamanan operasional. Hasil survei mengidentifikasi berbagai masalah pada sistem distribusi, seperti dimensi kabel dan panel yang tidak sesuai standar, 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 meningkatkan performa dan keamanan sistem kelistrikan.

Daftar Pustaka

- Arthasari, Ani Hastuti. "Peningkatan Kinerja Hijau Melalui Retrofitting PENINGKATAN KINERJA HIJAU MELALUI RETROFITTING STUDI KASUS : PEKERJAAN PENGUBAHSUAIAN BANGUNAN PIP2B DIY." doi:10.14710/mdl.20.1.2020.57-65.
- BSN, Badan Standarisasi Nasional. 2011. "Puil 2011." *DirJen Ketenagalistrikan 2011*(Puil): 1–683.
- 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, Joziás 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). doi:10.3390/en15239234.
- Hajar, Ibnu, Dharni Johar Damiri, Yuliasyah Yuliasyah, Jumiaty Jumiaty, 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.
- 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 Elekrika* 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.