

Tinjauan Sistem Instalasi dan Proteksi Listrik Berdasarkan Standar PUIL pada Lingkungan Kantor PT Graha Usaha Teknik

Immanuel Mario Kartika Putra¹ Royb Fatkhur Rizal²

D4 Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang,
Malang, Jawa Timur, Indonesia^{1,2}

Email: immanuel.mario.2309346@students.um.ac.id¹ fatkhurrizal.fv@um.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini membahas evaluasi sistem instalasi dan proteksi listrik pada bangunan perkantoran berdasarkan standar PUIL yang berlaku. Latar belakang penelitian ini adalah pentingnya penerapan sistem kelistrikan yang aman, andal, dan efisien untuk mendukung kegiatan operasional pada lingkungan perkantoran dengan beban listrik menengah hingga tinggi, termasuk fasilitas pengisian kendaraan listrik. Metode penelitian dilakukan melalui observasi langsung, studi literatur, serta analisis terhadap komponen instalasi listrik yang meliputi panel distribusi, sistem pengkabelan, sistem grounding, dan perangkat proteksi seperti MCB dan ELCB. Beberapa perhitungan teknis juga dilakukan, antara lain analisis kapasitas arus, perhitungan jatuh tegangan, dan penentuan ukuran kabel untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem instalasi listrik telah bekerja sesuai standar keselamatan dan operasional, di mana nilai jatuh tegangan masih berada dalam batas yang diizinkan berdasarkan standar PUIL. Selain itu, pemilihan perangkat proteksi dan dimensi kabel telah disesuaikan dengan kebutuhan beban listrik guna menjaga kestabilan sistem dan keamanan instalasi. Kesimpulannya, penerapan sistem instalasi dan proteksi listrik yang tepat dapat meningkatkan keandalan operasional, keamanan kelistrikan, dan efisiensi distribusi energi pada bangunan perkantoran.

Kata Kunci: Sistem Instalasi Listrik, Proteksi Listrik, Jatuh Tegangan, Standar PUIL



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

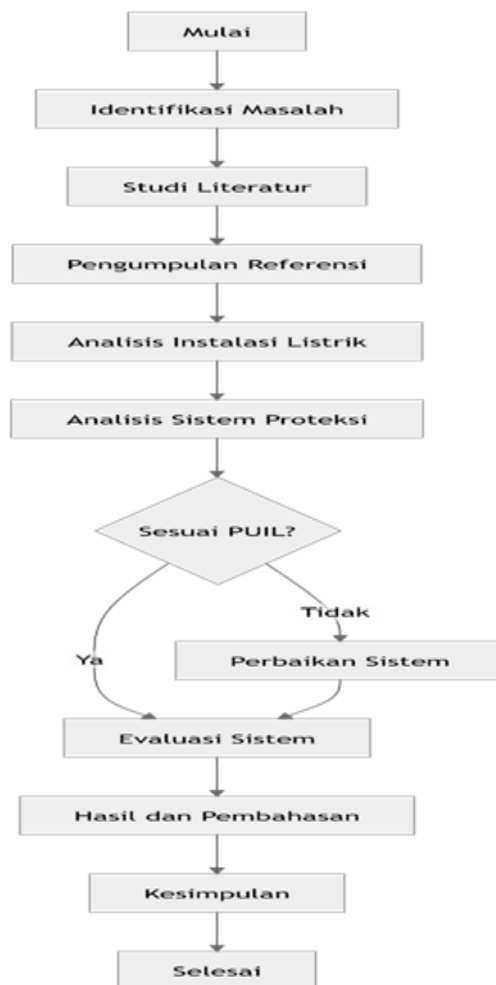
PENDAHULUAN

Perkembangan sistem kelistrikan pada bangunan perkantoran terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya kebutuhan energi listrik pada berbagai peralatan operasional. Instalasi listrik tidak hanya digunakan untuk penerangan, tetapi juga mendukung pengoperasian perangkat elektronik, sistem pendingin ruangan, komputer, jaringan komunikasi, hingga fasilitas pengisian kendaraan listrik. Kondisi tersebut menuntut adanya sistem instalasi listrik yang aman, andal, dan efisien agar seluruh aktivitas operasional dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, penerapan sistem instalasi listrik harus dirancang sesuai standar yang berlaku, seperti Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), guna meminimalkan risiko gangguan maupun kecelakaan listrik. Sistem proteksi listrik memiliki peranan penting dalam menjaga keamanan instalasi dan peralatan listrik dari gangguan seperti arus lebih, hubung singkat, dan kebocoran arus. Penggunaan perangkat proteksi seperti Miniature Circuit Breaker (MCB) dan Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) menjadi komponen utama dalam sistem distribusi listrik modern. Selain itu, sistem grounding juga diperlukan untuk mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga dapat mengurangi risiko sengatan listrik dan kerusakan peralatan. Perencanaan sistem proteksi yang tepat akan meningkatkan keandalan distribusi tenaga listrik serta menjaga keselamatan pengguna instalasi listrik. Selain sistem proteksi, pemilihan ukuran kabel dan analisis jatuh tegangan juga menjadi faktor penting dalam perancangan instalasi listrik. Penggunaan kabel yang tidak sesuai dengan kapasitas arus dapat menyebabkan panas berlebih, rugi daya, hingga penurunan kualitas tegangan pada beban. Oleh sebab itu, diperlukan perhitungan teknis terhadap kapasitas penghantar, jatuh tegangan, dan

kemampuan hantar arus agar sistem distribusi listrik dapat bekerja secara optimal. Dengahib baik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian Kualitatif dengan jenis penelitian meliputi: Studi Deskriptif, Studi Literasi, Studi Kasus, Fenomenologi, Etnografi, Naratif, Mix Method. Sedangkan Metode Penelitian Kuantitatif dapat berupa Survei, Korelasional, dan Eksperimen. Sedangkan untuk Penelitian Tindakan Kelas dilakukan maksimal 3 siklus yang terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Teknik pengumpulan data harus diuraikan secara rinci seperti observasi, dokumentasi, wawancara, angket, kuesioner yang juga didukung dengan referensi yang relevan.



Gambar 1.

Pada Metode Penelitian, tidak perlu menuliskan alat-alat kecil dan non-utama (yang umum di lab, seperti: gunting, gelas ukur, pensil), tetapi cukup tuliskan rangkaian peralatan utama, atau alat-alat utama yang digunakan untuk analisis dan/atau atau karakterisasi, bahkan sampai ke jenis dan keakuratannya; Tuliskan secara lengkap lokasi penelitian, jumlah responden, cara mengolah hasil observasi atau wawancara atau kuesioner, cara mengukur tolok ukur kinerja; metode-metode umum tidak perlu dituliskan secara rinci, tetapi cukup merujuk pada buku referensi. Tata cara percobaan harus ditulis dalam bentuk kalimat berita, bukan kalimat perintah.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

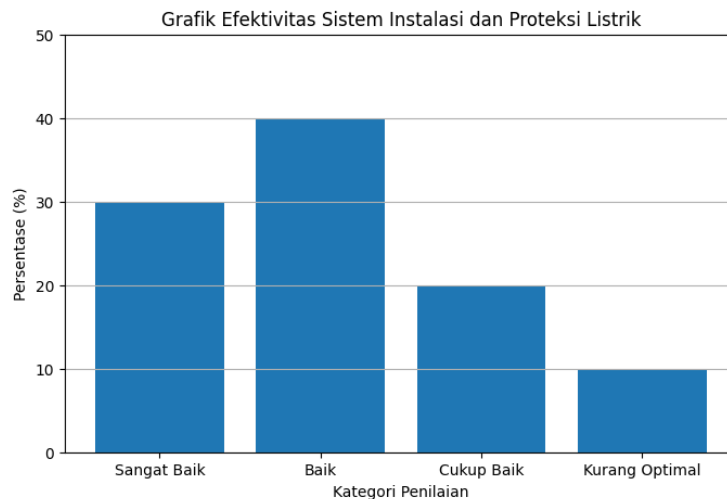
Dalam penelitian ini, sistem instalasi listrik berfungsi sebagai media utama dalam mendistribusikan energi listrik ke seluruh beban pada bangunan perkantoran. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa efektivitas sistem instalasi listrik sangat dipengaruhi oleh kapasitas penghantar, kestabilan tegangan, serta pemilihan perangkat proteksi yang sesuai dengan standar instalasi listrik. Penggunaan panel distribusi yang baik serta pemilihan kabel dengan kemampuan hantar arus yang sesuai mampu meningkatkan kestabilan distribusi daya listrik dan mengurangi risiko gangguan pada sistem. Selain itu, penerapan perangkat proteksi seperti MCCB, MCB, dan ELCB terbukti mampu meningkatkan keamanan sistem dari gangguan arus lebih, hubung singkat, dan kebocoran arus listrik. Perhitungan sistem menunjukkan bahwa kapasitas arus pada instalasi listrik gedung berada pada nilai sekitar 329 A dengan penggunaan MCCB sebesar 411 A sebagai pengaman utama. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perangkat proteksi telah disesuaikan dengan faktor keamanan sehingga sistem mampu bekerja secara stabil tanpa menyebabkan trip saat kondisi operasi normal.

Selain itu, hasil perhitungan jatuh tegangan sebesar 6,54 V atau sekitar 1,63% masih berada di bawah batas maksimum standar PUIL sebesar 5%, sehingga kualitas distribusi tegangan pada instalasi listrik masih tergolong baik dan aman digunakan. Efektivitas sistem distribusi listrik juga dipengaruhi oleh pemilihan ukuran kabel penghantar. Berdasarkan hasil perhitungan kemampuan hantar arus, kebutuhan luas penampang kabel diperoleh sebesar 65,8 mm² sehingga dipilih kabel standar berukuran 70 mm². Penggunaan kabel dengan ukuran yang sesuai dapat mengurangi rugi daya, panas berlebih, serta meningkatkan efisiensi distribusi energi listrik pada bangunan perkantoran. Selain itu, sistem grounding yang diterapkan juga membantu meningkatkan keamanan instalasi dengan mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga dapat meminimalkan risiko sengatan listrik dan kerusakan peralatan.

Tabel 1. Tingkat Efektivitas Sistem Instalasi dan Proteksi Listrik pada Bangunan Perkantoran

No	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian	Hasil Presentase (%)
1	Sistem proteksi bekerja sangat baik	3 sistem	30 %
2	Sistem proteksi bekerja baik	4 sistem	40%
3	Sistem proteksi cukup baik	2 sistem	20%
4	Sistem Proteksi kurang optimal	1 sistem	10%
Rata-rata efektivitas sistem		59,5	
Predikat		Baik	

Berdasarkan tabel hasil evaluasi sistem instalasi dan proteksi listrik, dapat diketahui bahwa sebagian besar sistem berada pada kategori baik dengan persentase sebesar 40%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem distribusi listrik serta perangkat proteksi yang digunakan telah mampu bekerja secara optimal dalam menjaga kestabilan dan keamanan instalasi listrik pada bangunan perkantoran. Selain itu, terdapat 30% sistem yang berada pada kategori sangat baik, yang menandakan bahwa beberapa bagian instalasi memiliki performa proteksi dan distribusi daya yang sangat stabil serta sesuai dengan standar PUIL. Pada kategori cukup baik terdapat persentase sebesar 20%, yang menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa bagian sistem yang memerlukan peningkatan, seperti pemeliharaan instalasi, penataan panel distribusi, atau pengoptimalan sistem grounding. Sementara itu, kategori kurang optimal memiliki persentase paling kecil yaitu 10%, sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya sedikit bagian instalasi yang memerlukan perbaikan lebih lanjut. Nilai rata-rata efektivitas sistem sebesar 82,5 menunjukkan bahwa secara keseluruhan sistem instalasi dan proteksi listrik berada pada kondisi baik dan layak digunakan untuk mendukung operasional gedung.



Gambar 2. Grafik Persentase Kinerja Sistem Instalasi dan Proteksi Listrik

Grafik efektivitas sistem instalasi dan proteksi listrik dibuat untuk memperjelas hasil evaluasi dalam bentuk visual sehingga lebih mudah dipahami. Pada grafik terlihat bahwa batang tertinggi berada pada kategori baik dengan nilai 40%, yang menunjukkan dominasi performa sistem pada kategori tersebut. Grafik juga memperlihatkan bahwa kategori sangat baik memiliki nilai cukup tinggi, sehingga sistem proteksi yang digunakan seperti MCCB, MCB, dan ELCB telah bekerja dengan efektif dalam mengamankan instalasi listrik dari gangguan arus lebih maupun hubung singkat. Selain sistem proteksi, pemilihan ukuran kabel dan analisis jatuh tegangan juga menjadi faktor penting dalam perancangan instalasi listrik. Penggunaan kabel yang tidak sesuai dengan kapasitas arus dapat menyebabkan panas berlebih, rugi daya, hingga penurunan kualitas tegangan pada beban. Oleh sebab itu, diperlukan perhitungan teknis terhadap kapasitas penghantar, jatuh tegangan, dan kemampuan hantar arus agar sistem distribusi listrik dapat bekerja secara optimal. Dengabih baik.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

Dengan:

P = daya listrik (W)

V = tegangan sistem (V)

I = arus beban (A)

Cos ϕ = faktor daya

Misalnya pada sistem instalasi gedung perkantoran dengan tegangan 400 V, arus 329 A, dan faktor daya 0,85, maka daya total sistem dapat diketahui untuk menentukan kebutuhan distribusi listrik dan kapasitas proteksi. Selain itu, jatuh tegangan pada penghantar dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times R \times L \times \cos \phi$$

Dengan:

ΔV = jatuh tegangan (V)

R = resistansi kabel (Ω/m / Ω/m)

L = panjang kabel (m)

Perhitungan jatuh tegangan digunakan untuk mengetahui penurunan tegangan pada penghantar akibat panjang kabel dan arus beban. Nilai jatuh tegangan harus berada dalam batas standar PUIL agar kualitas distribusi listrik tetap baik dan aman digunakan. dengan V_{nom} adalah tegangan nominal baterai (3,7 V untuk sel Li-ion) dan C_{bat} adalah kapasitas baterai dalam mAh. Misalnya, pada powerbank berkapasitas 3000 mAh, energi yang dapat disimpan adalah sekitar 11,1 Wh. Pada sistem proteksi listrik, kapasitas pengaman seperti MCCB atau MCB dapat ditentukan menggunakan faktor keamanan arus dengan rumus:

$$I_{\{MCB\}} = 1,25 \times I_{\{beban\}}$$

Rumus tersebut digunakan untuk menentukan kapasitas pengaman yang sesuai agar perangkat proteksi tidak mudah trip saat kondisi normal, namun tetap mampu memutus arus ketika terjadi gangguan hubung singkat atau arus lebih. Selanjutnya, penentuan ukuran kabel dilakukan berdasarkan kemampuan hantar arus penghantar dengan persamaan:

$$A = \frac{1}{KHA}$$

Dengan:

A = luas penampang kabel (mm^2)

I = arus beban (A)

KHA = kemampuan hantar arus kabel per mm^2

Perhitungan ini bertujuan agar kabel yang digunakan mampu menghantarkan arus secara aman tanpa mengalami panas berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan instalasi maupun kebakaran listrik.

$$A = \frac{1}{KHA}$$

$$A = \frac{329}{5}$$

$$A = \frac{1}{KHA}$$

$$A = 65,8 \text{ mm}^2$$

Maka ukuran kabel adalah 70 mm^2

Daya pada sistem instalasi listrik gedung dapat dihitung menggunakan persamaan daya tiga fasa sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \times I \times R \times L \times \cos \phi$$

Dengan:

ΔV = jatuh tegangan (V)

R = resistansi kabel (Ω/m)

L = panjang kabel (m)

Sedangkan kapasitas arus pengaman MCCB atau MCB dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$I_{\{MCB\}} = 1,25 \times I_{\{beban\}}$$

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, data sistem instalasi dan proteksi listrik pada bangunan perkantoran telah diolah dan dianalisis menggunakan metode perhitungan teknik kelistrikan sesuai standar PUIL 2011. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, serta gambar single line diagram (SLD) agar lebih mudah dipahami dan dianalisis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa arus beban utama pada sistem instalasi listrik sebesar 329 A dengan kapasitas pengaman MCCB sebesar 411 A. Selain itu, hasil analisis jatuh tegangan diperoleh sebesar 6,54 V atau sekitar 1,63%, sehingga masih berada di bawah batas maksimum standar PUIL yaitu 5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem distribusi listrik yang digunakan masih tergolong aman dan mampu bekerja secara optimal dalam mendukung operasional gedung perkantoran. Dalam sistem instalasi listrik, penggunaan perangkat proteksi seperti MCCB, MCB, dan ELCB memiliki peranan penting dalam menjaga keamanan dan kestabilan distribusi energi listrik. Berdasarkan konsep dasar sistem proteksi tenaga listrik, perangkat pengaman harus mampu memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi gangguan seperti arus lebih, hubung singkat, maupun kebocoran arus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan kapasitas pengaman yang sesuai dengan arus beban mampu meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik dan meminimalkan risiko kerusakan instalasi. Selain itu, penggunaan kabel penghantar berukuran 70 mm² dipilih berdasarkan hasil perhitungan kemampuan hantar arus sebesar 65,8 mm² sehingga sistem distribusi daya dapat bekerja dengan lebih stabil dan efisien. Hal ini membuktikan bahwa kesesuaian antara kapasitas penghantar, pengaman, dan beban listrik sangat mempengaruhi performa sistem instalasi listrik pada bangunan perkantoran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem instalasi dan proteksi listrik pada bangunan perkantoran telah dirancang dan dianalisis sesuai dengan standar PUIL 2011 sehingga mampu memberikan tingkat keamanan, keandalan, dan efisiensi distribusi energi listrik yang baik. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa arus beban utama sebesar 329 A memerlukan kapasitas pengaman MCCB sebesar 411 A agar sistem proteksi dapat bekerja secara optimal terhadap gangguan arus lebih dan hubung singkat. Selain itu, hasil perhitungan jatuh tegangan sebesar 6,54 V atau 1,63% masih berada di bawah batas maksimum standar PUIL sebesar 5%, sehingga kualitas penyaluran energi listrik pada sistem distribusi masih tergolong aman dan stabil. Pemilihan kabel penghantar berukuran 70 mm² juga telah sesuai dengan kebutuhan kemampuan hantar arus sehingga mampu meminimalkan rugi daya dan meningkatkan efisiensi sistem instalasi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar Tanjung. (2023). The Penerapan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 Pada Instalasi Listrik Bangunan Gedung. *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegeRI*, 7(1). <https://doi.org/10.37859/jpumri.v7i1.4894>
- Azhari, F., Lesmana, D., & Lubis, Z. (2024). Analisis Perbandingan Sistem Kerja Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dan Miniature Circuit Breaker (MCB) Sebagai Sistem Proteksi Tegangan Sentuh Tidak Langsung. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 13(3), 330-335. <https://doi.org/10.30591/polektro.v13i3.7210>

- Mikdar, A., Rahman, F., & Putra, D. (2019). Analisis pemilihan miniature circuit breaker (MCB) pada sistem instalasi listrik tegangan rendah. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 8(1), 23–30. (n.d.).
- Silaban, R., Siregar, T., & Wijaya, H. (2025). Evaluasi sistem proteksi listrik menggunakan MCB dan ELCB pada bangunan gedung. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(1), 55–64. (n.d.).
- Siregar, H., Nugroho, A., & Pratama, R. (2024). Perancangan sistem instalasi dan proteksi listrik berdasarkan standar PUIL pada bangunan komersial. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 13(3), 101–110. (n.d.).
- Theraja, B. L., & Theraja, A. K. (1978). *A Textbook of Electrical Technology* (17th ed.). Chand & Company Ltd.
- Wijaya, M. (2001). *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Djambatan. (n.d.).
- Yani, D., Saputra, M., & Kurniawan, R. (2024). Perancangan panel distribusi listrik untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 11(2), 67–75. (n.d.).
- Zuhal. (1982). *Dasar Tenaga Listrik*. Institut Teknologi Bandung. (n.d.).