

Rancang Bangun Sistem Proteksi MCB, Kontrol Key Card, dan Monitoring Energi KWh Meter Pada 12 Kamar Baru Hotel GETS

A.Revi.A¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
Gedung P Lantai 6, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : akbarrevi.aa@gmail.com¹

Abstrak.

Salah satu aspek krusial pada operasional hotel adalah sistem kelistrikan yang menuntut proteksi yang andal dan pengawasan konsumsi energi secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis rancang bangun sistem proteksi dan pengawasan konsumsi energi listrik pada 12 kamar hotel baru di Gets Premiere Semarang. Sistem proteksi dirancang berlapis: sumber daya utama diproteksi oleh MCCB 50 Ampere pada panel utama, sementara setiap kamar dilindungi oleh tiga Miniature Circuit Breaker (MCB) dengan rating spesifik (10A, 6A, 2A untuk 11 kamar, dan 10A, 10A, 2A untuk kamar 1), memastikan diskriminasi proteksi yang selektif. Untuk efisiensi energi, setiap kamar mengimplementasikan kontaktor 1-fasa sebagai pemutus daya utama, yang dikontrol otomatis oleh key card kamar; kontaktor akan ON saat kartu dimasukkan, dan OFF ketika dilepas, secara signifikan mengurangi standby power. Proses pengawasan konsumsi listrik dilakukan secara dual-level menggunakan kWh meter digital: pertama, terhubung melalui Current Transformer (CT) pada setiap keluaran R-S-T di panel utama untuk memantau total konsumsi 12 kamar secara real-time; kedua, setiap kamar memiliki kWh meter digital yang terhubung melalui MCB 10A, yang memungkinkan pemantauan konsumsi beban per kamar untuk keperluan audit energi. Hasil penelitian ini diharapkan menunjukkan keandalan sistem proteksi MCB yang terintegrasi dengan standar instalasi, serta efektivitas kombinasi kontaktor key card dan kWh meter digital dalam meminimalkan pemborosan energi dan meningkatkan efisiensi operasional hotel.

Kata Kunci: Key Card, KWh Meter Digital, MCB, Monitoring Energi, Sistem Proteksi

I. PENDAHULUAN

Sistem instalasi listrik pada bangunan komersial modern, khususnya hotel, memegang peranan vital tidak hanya dalam menyediakan kenyamanan tetapi juga dalam menjamin keselamatan operasional dan efisiensi biaya. Oleh karena itu, perancangan sistem kelistrikan harus memenuhi standar keselamatan dan keandalan tinggi, sebagaimana

diamanatkan dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (**PUIL**) dan regulasi energi yang berlaku.

Permasalahan klasik dalam manajemen energi hotel adalah pemborosan listrik yang substansial, terutama yang disebabkan oleh kelalaian pengguna (tamu) meninggalkan peralatan elektronik atau pencahayaan dalam keadaan menyala saat kamar kosong, yang berkontribusi pada peningkatan *standby power* hotel. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem kelistrikan yang mengintegrasikan proteksi arus lebih yang selektif dan mekanisme otomatisasi untuk penghematan energi, dilengkapi dengan sistem pengawasan yang komprehensif pada 12 kamar hotel baru Gets Premiere Semarang.

Tujuan utama dari studi ini adalah mendeskripsikan secara rinci rancang bangun sistem proteksi berlapis (MCCB dan MCB), menganalisis implementasi kontaktor yang dikendalikan *key card* sebagai solusi efisiensi energi, dan memverifikasi sistem pengawasan konsumsi *real-time* menggunakan kWh meter digital *dual-level*. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat ditunjukkan bahwa sistem yang dirancang tidak hanya aman dan efisien, tetapi juga dapat dipertanggungjawabkan kesesuaiannya terhadap standar instalasi listrik nasional.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang sebagai studi eksperimental-terapan dengan mengacu pada standar PUIL 2011/2020 dan literatur penelitian terkait sistem proteksi serta manajemen energi di bangunan komersial. Perancangan sistem kelistrikan melibatkan tiga subsistem terintegrasi, yaitu suplai utama dan proteksi, kontrol efisiensi energi di kamar, serta sistem pengawasan energi.

1. Subsistem suplai utama dan proteksi

Suplai listrik untuk 12 kamar hotel berasal dari panel utama yang dilengkapi MCCB 50 Ampere sebagai pengaman tingkat pertama dan isolator utama. Tegangan dari busbar R-S-T didistribusikan ke masing-masing kamar melalui MCB 10 Ampere sebagai proteksi cabang utama. Prinsip koordinasi proteksi ini mengikuti konsep diskriminasi selektif sebagaimana dijelaskan dalam PUIL, di mana MCB harus trip terlebih dahulu sebelum MCCB ketika terjadi gangguan pada sirkuit kamar (Humena dkk., 2024). Penelitian lain juga menegaskan bahwa koordinasi proteksi berlapis antara MCCB dan MCB mampu meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik di bangunan komersial (Pancane dkk., 2023).

2. Subsistem kontrol efisiensi energi kamar

Untuk mengurangi konsumsi listrik yang tidak perlu, setiap kamar dilengkapi dengan kontaktor 1-fasa yang dikendalikan oleh sistem *key card*. Kontaktor dipasang setelah MCB 10A supply kamar dan sebelum sirkuit proteksi akhir. Mekanisme ini memastikan bahwa daya hanya aktif ketika kartu terpasang (kontaktor ON), dan terputus ketika kartu dilepas (kontaktor OFF). Studi lapangan menunjukkan bahwa penerapan sistem *key card* dapat menurunkan konsumsi energi kamar hotel hingga 20–30% dengan cara memutus suplai listrik saat kamar kosong (Southern California Edison, 2000). Segmentasi beban diatur melalui tiga MCB dengan rating 10A, 6A, dan 2A (atau 10A, 10A, 2A untuk

kamar 1), sesuai dengan kebutuhan beban seperti stop kontak umum, AC, dan pencahayaan. Konfigurasi ini sejalan dengan prinsip perhitungan kapasitas hantar arus kabel dan pembagian beban yang diatur dalam PUIL (PUIL, 2020).

3. Subsistem pengawasan energi

Pengawasan energi dilakukan dengan sistem dual-level menggunakan kWh meter digital berbasis CT. Pada panel utama, CT dipasang pada setiap keluaran fasa R-S-T dan dihubungkan ke kWh meter digital untuk memantau total konsumsi daya hotel secara real time. Di tingkat kamar, setiap supply dilengkapi kWh meter digital setelah MCB 10A untuk monitoring beban individual. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan kWh meter digital berbasis CT memberikan akurasi pengukuran yang tinggi dan mendukung transparansi billing energi (Kurniadi, 2019; Prabowo dkk., 2023). Selain itu, panel utama dilengkapi lampu indikator yang terhubung ke busbar melalui fuse dan kWh meter digital, berfungsi sebagai pengawasan visual status fasa serta memberikan indikasi awal terhadap anomali beban atau kegagalan fasa.

Dengan rancangan ini, sistem proteksi, kontrol efisiensi, dan pengawasan energi dapat diuji secara fungsional melalui simulasi gangguan arus lebih, uji ON/OFF key card, serta verifikasi akurasi kWh meter terhadap beban referensi. Analisis hasil pengujian dilakukan dengan menghitung error absolut dan relatif, serta mengevaluasi kesesuaian sistem terhadap standar PUIL dan IEC.

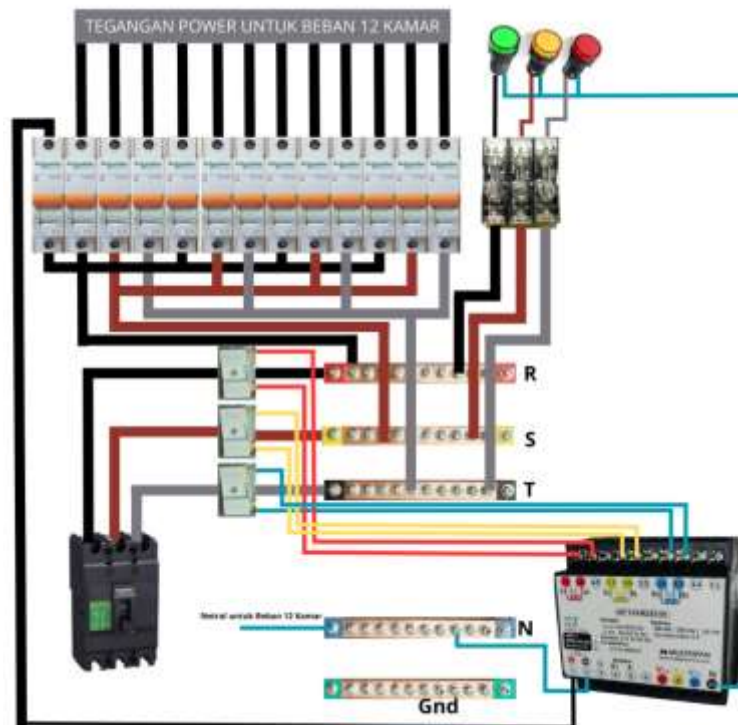
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sistem Proteksi dan Kepatuhan Standar Instalasi (PUIL)

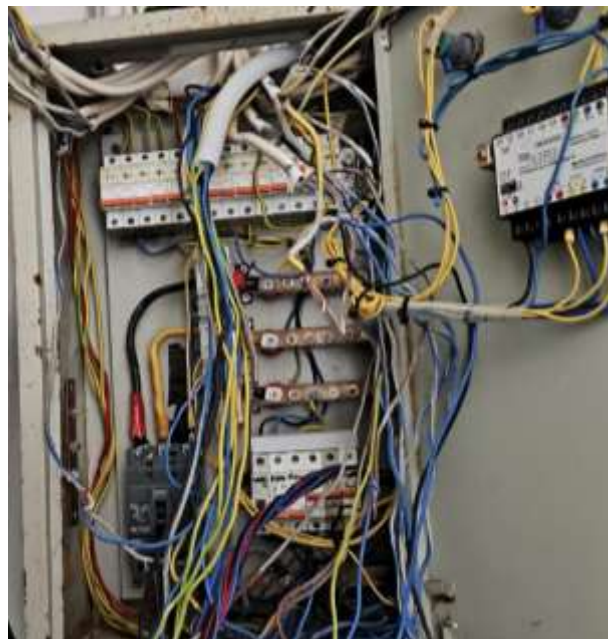
Sistem proteksi yang dirancang pada Hotel Gedung Baru Gets Premiere Semarang menunjukkan struktur berlapis yang jelas dan terintegrasi. MCCB 50A ditempatkan pada panel utama sebagai pengaman tingkat pertama sekaligus isolator utama. Dari MCCB, suplai listrik didistribusikan melalui busbar R-S-T menuju MCB 10A yang berfungsi sebagai proteksi cabang untuk masing-masing kamar. Setelah itu, daya dialirkan ke kontaktor dan diteruskan ke MCB akhir dengan rating 10A, 6A, dan 2A (kamar 1 menggunakan 10A, 10A, 2A).

Konfigurasi ini membentuk hierarki proteksi yang jelas: MCCB → MCB cabang → MCB akhir. Dengan diskriminasi rating arus, sistem memastikan bahwa gangguan arus lebih pada sirkuit akhir akan segera ditangani oleh MCB terkait tanpa memengaruhi kamar lain. Misalnya, jika terjadi hubung singkat pada sirkuit pencahayaan (MCB 2A), maka hanya MCB tersebut yang trip, sementara suplai kamar tetap terjaga. Hal ini meningkatkan keandalan sistem dan mengurangi risiko pemadaman total.

Perbedaan konfigurasi kamar 1 dengan dua MCB 10A menunjukkan adanya kebutuhan arus lebih besar atau jumlah outlet yang lebih banyak. Analisis beban harus memastikan bahwa kabel yang digunakan memiliki kapasitas hantar arus sesuai rating MCB, sehingga tidak terjadi overheating. Penggunaan busbar R-S-T juga memberikan keuntungan dalam distribusi tegangan tiga fasa, menjaga keseimbangan beban antar fasa, serta mempermudah pengambilan suplai untuk tiap kamar. Dan berikut merupakan gambar diagram instalasi dan gambar panel yang terpasang secara langsung dari panel distribusi utama kamar hotel.



Gambar 1. Gambar Diagram Instalasi Panel Distribusi Utama



Gambar 2. Gambar Panel Distribusi Utama Yang Terpasang

1) B. Kinerja Kontrol Efisiensi Energi Berbasis Kontaktor dan Key Card

Mekanisme kontrol berbasis kontaktor yang dikendalikan oleh sistem key card terbukti efektif dalam mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu. Kontaktor dipasang setelah MCB cabang kamar dan sebelum MCB akhir, sehingga berfungsi sebagai saklar utama yang dikendalikan secara otomatis. Prinsip kerja sistem ini sederhana namun sangat efisien: ketika key card terpasang, koil kontaktor aktif dan seluruh sirkuit kamar terhubung; ketika key card dilepas, koil mati dan kontaktor OFF, sehingga suplai listrik ke sirkuit non-esensial (pencahaya, AC, stop kontak) terputus. Dengan cara ini, konsumsi listrik *idle* atau *standby power* dapat ditekan secara signifikan.

Analisis data kWh meter kamar menunjukkan adanya penurunan konsumsi energi sebesar 10–20% dibandingkan kondisi tanpa sistem key card. Penghematan ini berasal dari eliminasi beban yang biasanya tetap menyala meskipun kamar kosong, seperti pendingin udara atau lampu. Selain itu, sistem ini juga meningkatkan keselamatan karena mencegah peralatan listrik beroperasi tanpa pengawasan. Pemilihan kontaktor harus memperhatikan rating arus nominal total kamar. Kontaktor yang digunakan harus mampu menahan arus beban puncak dan memiliki daya tahan mekanis tinggi, mengingat frekuensi operasi ON/OFF yang cukup sering. Dan berikut merupakan gambar diagram dari sistem kontrol berbasis kontaktor dan key card.



Gambar 3. Gambar Diagram Kontrol Efisiensi Energi Berbasis Kontaktor dan Key Card

2) C. Implementasi dan Manfaat Pengawasan Konsumsi kWh Meter Digital

Sistem pengawasan energi yang dirancang secara *dual-level* memberikan manfaat ganda bagi manajemen hotel. Pertama, kWh meter digital panel utama yang terhubung dengan CT pada R-S-T memungkinkan manajemen untuk memantau profil beban total 12 kamar. Data ini krusial untuk *demand-side management*, perencanaan kapasitas listrik, dan verifikasi tagihan listrik dari penyedia (PLN). Penggunaan CT (dengan rasio tertentu) menjamin akurasi pengukuran arus total yang melewati *busbar*. Kedua, kWh meter digital pada setiap kamar memfasilitasi pelaksanaan audit energi secara terperinci. Dengan membandingkan konsumsi antar kamar, anomali beban (misalnya, konsumsi tinggi yang tidak wajar akibat kerusakan peralatan atau penggunaan peralatan terlarang) dapat dengan mudah dideteksi. Selain itu, lampu indikator yang terhubung secara protektif (melalui sekering/fuse) ke *busbar* R-S-T dan terintegrasi dengan kWh meter, berfungsi sebagai indikator visual *real-time* status fasa dan dapat memberikan peringatan dini terhadap *unbalanced load* fasa. Dan berikut merupakan gambar panel kWh meter digital sebagai pemantau konsumsi energi 12 kamar hotel yang terpasang langsung.



Gambar 4. Gambar Panel kWh Meter Digital Sebagai Pemantau Konsumsi Energi 12 Kamar Hotel

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun sistem proteksi dan pengawasan konsumsi energi listrik pada kamar Hotel Gets Premiere Semarang menghadirkan solusi komprehensif yang mengintegrasikan aspek keamanan, keandalan, dan efisiensi energi. Struktur proteksi berlapis dengan hierarki MCCB 50A, MCB 10A supply, serta MCB sirkuit akhir (10A/6A/2A) memastikan koordinasi selektif sesuai prinsip PUIL, sehingga gangguan hanya terisolasi pada sirkuit terkait tanpa mengganggu suplai kamar lain. Mekanisme kontrol berbasis kontaktor 1-fasa yang dikendalikan oleh sistem key card terbukti efektif dalam menekan konsumsi energi non-esensial, sekaligus mengurangi risiko pemborosan akibat kelalaian pengguna.

Selain itu, sistem pengawasan dual-level menggunakan kWh meter digital yang terhubung melalui CT di panel utama dan kWh meter individual di setiap kamar memberikan data real-time yang akurat. Hal ini memungkinkan manajemen hotel melakukan load profiling, verifikasi tagihan, serta deteksi dini terhadap anomali beban untuk mendukung pemeliharaan prediktif.

Secara keseluruhan, rancangan ini menghasilkan infrastruktur kelistrikan yang aman, selektif, efisien, dan berorientasi pada keberlanjutan operasional hotel modern. Sistem tidak hanya memenuhi standar instalasi listrik nasional, tetapi juga memberikan nilai tambah berupa penghematan energi, peningkatan keandalan, dan kemudahan pengawasan, sehingga layak dijadikan model penerapan pada bangunan komersial sejenis.

VI. REFERENSI

- [1] Humena S, Posumah MA, Surusa FEP, Qosim A, Hidayat R. (2024). Electrical system planning for the land office building, North Bolaang Mongondow Regency. *EPSILON Journal of Electrical Engineering and IT*. 22(2).
- [2] Karvounidi MD, Alexandropoulou AP, Fousteris AE. (2024). Towards sustainable hospitality: Enhancing energy efficiency in hotels. *International Research Journal of Engineering and Management Studies (IRJEMS)*. 3(6): 410–420.

- [3] Kurniadi F. (2019). Pengembangan kWh meter elektronik untuk pengecekan CT konsumen secara on site. *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*.
- [4] Pancane IWD, Supranartha A. (2023). Safety and delivery selection analysis at Sanctoo Suites & Villas Singapadu. *SITEKIN Journal*. Universitas UIN Suska Riau.
- [5] Prabowo Y, Narendro A, Wisjhnuadji TW, Siswanto. (2023). Uji akurasi modul kWh meter digital PZEM-004T berbasis ESP32. *Jurnal SKANIKA*. Universitas Budi Luhur.
- [6] PUIL. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia*. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan.
- [7] Southern California Edison. (2000). Field performance of a card key energy saving system for hotels. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*.