

Perencanaan Sistem Proteksi Pada Distribusi Tenaga Listrik Pada Proyek Kyo Apartment di PT. Alkonusa Teknik Interkon

Mohamad Yasfin Imanuddin¹, Fendi Achmad²

^{1,2} Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : mohamad.19011@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Sistem proteksi merupakan pengamanan listrik pada sistem tenaga listrik yang terpasang pada sistem distribusi tenaga listrik, transformator tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik yang dipergunakan untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban lebih. dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu. Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen). Jadi pada hakekatnya pengamanan pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga.

Kata Kunci: *Sistem listrik kerja, Daya, Perencanaan Beban*

Abstract

The protection system is an electrical safeguard in the electric power system that is installed in the electric power distribution system, power transformer, electric power transmission and electric generator which is used to protect the electric power system from power disturbances or overloads. by separating the disturbed parts of the electric power system. So that the uninterrupted electrical system can continue to work (carrying current to the load or consumers). So in essence security in the electric power system is to secure the entire electric power system so that reliability is maintained.

Keywords: *content, formatting, article.*

PENDAHULUAN

Listrik merupakan suatu bentuk energi yang berperan sangat penting bagi kehidupan manusia, baik dalam kebutuhan hidup rumah tangga, dalam perindustrian, maupun dalam bentuk usaha-usaha umum (Ishelina Rosaira & Wati Hermawati, 2014). Energi listrik kini dapat dengan mudah dibangkitkan, didistribusikan, dan dirubahke dalam bentuk energi lainnya. Instalasi kelistrikan pada bangunan-bangunan, pendistribusian energi listrik, mesin-mesin listrik dan perlengkapannya digunakan untuk pembangkitan, konversi, distribusi, dan pemanfaatan energi listrik. Pada setiap bangunan memiliki struktur dasar instalasi listrik, yaitu sirkuit utama, sirkuit cabang, dan sirkuit akhir.

Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab yang lainnya (Aim, 2011). Sistem proteksi merupakan pengamanan listrik pada sistem tenaga listrik yang terpasang pada sistem distribusi tenaga listrik, transformator tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik yang dipergunakan untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban berlebih, dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga

listrik yang terganggu. Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen). Jadi pada hakekatnya pengamanan pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga.

Gangguan arus lebih ditandai dengan terjadinya kenaikan arus pada saluran melebihi arus beban maksimum (Syaroni, I, 2018). Arus lebih ini menjadi arus beban lebih dan arus hubung singkat. Arus beban lebih terjadi akibat penambahan beban yang akan menyebabkan kenaikan arus melebihi arus beban maksimum. Kenaikan arus ini tidak terlalu besar sehingga sistem masih bisa bertahan untuk selang waktu yang cukup lama. Sedangkan arus hubung singkat terjadi akibat penurunan kekuatan dasar isolasi dari sistem tenaga. Penurunan kekuatan isolasi ini dapat terjadi antar saluran fase atau antara saluran fase dengan tanah. Akibatnya akan timbul arus yang jauh melebihi arus beban maksimum.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Proteksi Secara Umum

Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab yang lainnya (Aim, 2011). Menurut Suprianto, (2015) Sistem proteksi merupakan pengamanan listrik pada sistem tenaga listrik yang terpasang pada sistem distribusi tenaga listrik, transformator tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik yang dipergunakan untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban lebih, dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu. Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen). Jadi pada hakekatnya pengamanan pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga.

2. Panel Tegangan Utama Rendah (LVMDP)

LVMDP adalah kependekan dari Low Voltage Main Distribution Panel, berarti panel LVMDP ini bekerja pada tegangan rendah dan berfungsi sebagai pembagi utama daya untuk seluruh instalasi feeder yang dilayaninya (Saleh, 2018). Komponen utama yang harus dapat memikul bebannya adalah MCCB utama, kemudian busbar, dan MCCB cabang. MCCB cabang harus dapat memikul setiap beban yang terdapat pada cabang pelayanannya (feeder). Sedangkan MCCB utama harus mampu memikul seluruh beban pada sistem kelistrikan yang dilayaninya. Sedangkan busbar merupakan komponen pasif bagian dari suatu panel LVMDP, juga harus mampu memikul seluruh beban yang dilayani oleh panel LVMDP tersebut. Yang merupakan komponen pasif lainnya pada suatu panel adalah kabel penghubung antar komponen, dan schoon cable, tetapi kabel penghubung dan schoon cable tersebut telah dilakukan perhitungan tersendiri yang juga harus dapat memikul arus yang melaluinya.

3. Panel Tegangan Utama Menengah (MVMDP)

MVMDP merupakan panel listrik yang berfungsi sebagai penghenti, pengurai, pemisah dan menyalurkan energi listrik sebesar 20 KV atau 20.000 Volt dari gardu listrik PLN (Royen, 2021). Dari gardu itu, lalu energi listrik disalurkan ke Transformer Step Down, gunanya untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah sebelum di diteruskan ke Panel LVMDP.

4. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)

MCCB merupakan singkatan dari Moulded Case Circuit Breaker, adalah komponen aktif yang dapat membatasi arus yang melaluinya, dan juga sebagai pemutus rangkaian (Arga, 2022). Ada beberapa kapasitas MCCB yang digunakan pada suatu panel, yaitu kapasitas tetap dan kapasitas bervariasi. Untuk MCCB dengan kapasitas tetap, maka MCCB tersebut akan bekerja hanya pada kapasitas yang tertera pada

nameplate MCCB tersebut, sedangkan untuk MCCB dengan kapasitas yang bervariasi, maka kapasitas kerja MCCB dapat di setting sesuai dengan nilai antara yang tertera pada nameplate MCCB tersebut.

Disamping adanya kapasitas arus normal pada MCCB, terdapat juga kapasitas arus hubung singkat yang harus terpenuhi pada sebuah MCCB, dimana kapasitas arus hubung singkat tersebut merupakan besaran arus maksimum kejut sesaat yang masih mampu dipikul oleh MCCB sebelum terjadi pemutusan rangkaian. Besarnya kapasitas arus hubung singkat ini juga akan tertera pada nameplate MCCB.

Dalam pengoperasian MCCB, pada saat terjadi pemutusan rangkaian, sama seperti MCB, dapat dihubungkan kembali atau dapat ditutup rangkaianannya dengan cara manual, yaitu dengan tuas, dan dengan menggunakan otomatisasi dengan menggunakan sistem motorize. Sistem motorize ini juga dapat dioperasikan secara manual dengan menggunakan pushbutton.

5. Miniatur Circuit Breaker (MCB)

MCB atau kepanjangan dari Miniatur Circuit Breaker merupakan komponen dalam instalasi listrik rumah tinggal yang memiliki peran sangat penting (Sarah, 2022). Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubungan singkat arus listrik (short circuit atau korsleting).

Dasar pemilihan rating arus MCB yang ingin dipakai di Instalasi rumah tinggal tentu disesuaikan dengan besarnya langganan daya listrik PLN yang terpasang. Sebab, PLN menetapkan besar langganan listrik sesuai rating arus dari MCB yang diproduksi untuk pasar dalam negeri.

6. Air Circuit Breaker (ACB)

ACB adalah sebuah pemutus sirkuit yang di gunakan untuk mengamankan instalasi listrik dari hubung singkat dan beban berlebih (Ramad, 2018). Air Circuit Breaker ini khusus digunakan pada industri atau manufaktur yang menggunakan instalasi listrik dengan arus yang sangat besar hingga mencapai 6300 Ampere.

ACB di gunakan untuk mengamankan instalasi listrik dari hubung singkat dan beban berlebih. Sesuai dengan namanya yaitu Air Circuit Breaker jadi alat pengaman ini memanfaatkan "air" atau dalam bahasa indonesia adalah "udara" untuk memadamkan busur api. Busur api ini terjadi ketika proses "switching" atau pemutusan aliran listrik, karena arus yang sangat besar yaitu sesuai dengan rating arus maksimal ACB yang bisa mencapai 6300 Ampere.

7. Automatic Transfer Switch (ATS)

ATS adalah kepanjangan dari (Automatic Transfer Switch) Penggunaan ATS pada panel LVMDP dapat dilakukan apabila digunakan sumber incoming lebih dari satu, seperti digunakan generator set (Genset) dan sistem Uninterruptable Power Suplay (UPS), yang dipasang pada sisi incoming LVMDP (Builder, 2021).

METODE

1. Pengumpulan Bahan dan Referensi

Tahap ini mempelajari berbagai macam informasi baik dari jurnal maupun dari buku yang sesuai dengan tema sistem proteksi tenaga listrik sebagai acuan dalam pembuatan jurnal.

2. Pengumpulan Data

Data ini diambil dari proyek KYO Apartment yang ber-alamatkan Jl. Raya Panjang Jiwo Permai, Panjang Jiwo, Tenggilis Mejoyo, Surabaya 60299 . yang di pengerjaan MEP kontraktornya di kerjakan oleh PT. Alkonusa Teknik Interkon.

tegangan rendah 400 V (Sya'roni, I., dkk, 2022). Tenaga listrik disalurkan dari gardu beton ke panel tegangan menengah (MVMDP) sebagai hubung bagi dan pengaman pertama sebelum masuk ke sistem kelistrikan gedung atau sebelum masuk kedalam sistem transformator distribusi, untuk dirubah tegangannya dari tegangan menengah menjadi tegangan rendah, yang nantinya akan disalurkan ke masing-masing peralatan listrik pada suatu gedung melalui panel utama tegangan rendah (LVMDP). Panel utama tegangan rendah inilah yang mengatur pembagian daya listrik ke masing masing panel sub ditribusi, sebagai pengatur sampai dengan sirkuit akhir.

3. Sistem Kelistrikan KYO Apartement

Sistem penyaluran instalasi listrik pada proyek apartemen yang dapat beroperasi secara berkesinambungan. Sumber tegangan yang ada selalu mensuplai, instalasi pada gedung ini tidak boleh padam. Maka dari itu, Pada sistem instalasi ini menggunakan dua sumber tenaga yaitu dari sisi PLN dan dari sisi generator.

Sistem kelistrikan pada proyek apartement untuk pemakaian sehari-hari atau menjadi prioritas adalah sumber tenaga dari PLN yang akan memberi tegangan ke dalam gedung. Adapun sistem pengaman mekanik elektrik yang digunakan antara ACB sisi PLN dan ACB sisi generator, untuk menghindari dari masuknya dua sumber berbeda kedalam satu jaringan (salah pengoperasian).

Secara otomatis yang menerima inputan sumber dari sisi PLN, terdapat sensor yang berfungsi untuk membaca apabila tegangan dari PLN ada masalah (masalah dimana terjadi tegangan kurang, tegangan lebih, dan hilang satu fasa). Saat terjadi masalah tersebut maka modul pada panel control ATS memerintahkan untuk generator menyala, ATS akan mensinkronisasikan frekuensi, tegangan dan phasa maka akan terjadi pemadaman ACB sisi PLN jadi off.

Bila daya dari PLN off maka akan beralihke UPS dan control ATS memerintahkan untuk menghidupkan generator ON dan ini diatur dalam waktu ± 5 detik sampai sisi generator siap on untuk dibebani. Setelah PLN ON maka control ATS akan mensinkronkan sumber PLN dan generator, tetapi generator akan off setelah 15 menit untuk memastikan bahwa sumber dari PLN tidak stabil.

4. Panel Tegangan Utama Rendah (LVMDP)

Beban panel-panel distribusi, panel site office, panel peralatan utama dan dikumpulkan di panel utama tegangan rendah (LVMDP) ini. Dari panel LVMDP inilah dapat diketahui seberapa besar kapasitas beban keseluruhan yang di perlukan oleh gedung.

Karena panel LVMDP adalah panel utama tegangan rendah dari beberapa atau semua panel sub distribusi yang ada, maka pengaman arus lebih di dalam panel LVMDP biasanya memiliki rating yang tinggi. Dan sebagai pengaman arus lebih yang di dalam panel LVMDP ini bisa digunakan MCCB atau ACB. Dengan,

I = Arus (ampere)

S = Daya semu (volt ampere)

V = Tegangan (volt)

$$I_n = \frac{S \times 10^3}{V_{LL} \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

Karena arus pada LVMDP cenderung besar maka kebanyakan pengaman arus lebih memakai ACB bukan MCCB.

5. Panel Tegangan Utama Menengah (MVMDP)

Setelah menentukan kapasitas LVMDP, maka langkah selanjutnya adalah menghitung pemutus arus (Circuit Breaker) untuk pemutus arus yang menghubungkan gardu PLN ke MVMDP.

6. Perhitungan dan Analisis

Perhitungan beban listrik per-lantai

$$I_n = \frac{1539,85 \times 10^3}{380 \times \sqrt{3}} = 2342,33A$$

$$I_{SC} = 2.342,33 \times \frac{100}{6} = 39.038,83A$$

$$I_{SC} = 39,03kA$$

$$S_{SC} = 1.1 \times V \times I_{SC} \times \sqrt{3}$$

$$S_{SC} = 1.1 \times 380 \times 724,17 \times 1,732$$

$$S_{SC} = 524.282 VA = 524,28kVA$$

Dalam hal ini diambil sebagai contoh beban di SDP lantai 8 dimana lantai tersebut tipikal (Lt. 7 s/d 37) sebagai berikut :

Tabel 1. Beban listrik per-lantai

NO	Nama Benda	Jumlah Benda	Daya Aktif (P)	Jumlah Daya
1.	TLED	1	20 W	20 W
2.	TLED NICAD	2	20W	40 W
3.	DOWNLIGHT LED	44	12W	528 W
4.	DOWNLIGHT NICAD	6	12W	72 W
5.	STOP KONTAK	6	200W	1200 W
Jumlah Daya				1860 w

Beban Koridor pada lantai 08 KYO Apartement

$$S = \frac{P}{\cos\phi}$$

$$S = \frac{1.860 Watt}{0,8} = 2.325 VA$$

Beban Tersambung

Adapun Perhitungan pemutus arus (circuit breaker) dan besar penampang kabel pada panel lantai dengan total beban 2.325 VA.

Kuat hantar arus pada circuitbreaker yang ditentukan dengan mengambil persamaan sebagai berikut :

$$I_n = \frac{S \times 10^3}{V_{LL}\sqrt{3}}$$

$$I_{SC} = \frac{I_n \times 100}{U_{SC}}$$

Arus yang mengalir 3,53 A dan dikalikan 110% sebagai faktor keselamatan (safety factor), akan didapat $3,53 \times 1,1 = 3,883 A$, maka digunakan MCCB ukuran 4 A. Untuk MCCB dengan tipe adjustable, dapat digunakan MCCB 3P TM 4 D.

SIMPULAN

Di peroleh data beban keseluruhan pada KYO Apartment 2.566.421,75 VA (2.053.137,4 W) setelah di kali dengan diversity faktor total beban 1.539.853 VA(1.231.882,4 W). Kapasitas trafo 2.000 kVA dengan daya 1.539,853 kVA atau sebesar 76,99%. Untuk kapasitas generator 1.000 kVA dengan daya sebesar 932,592 kVA(746.073,7 W). Nilai $\cos\phi$ pada gedung sebesar 0,6 dan diperbaiki menjadi $\cos\phi$ 0,8, membutuhkan kapasitor sebesar 1.410,5 kVAR, dengan daya aktif 3.344.918 W. Sehingga pemakaian kapasitor yang digunakan 1.440 kVAR. dengan beban listrik per-lantai sebesar 524,28kVA, dengan beban koridor sebesar 1.860Watt atau 2.325 VA. Arus yang mengalir 3,53 A dan dikalikan 110% sebagai faktor keselamatan (safety factor), akan didapat $3,53 \times 1,1 = 3,883$ A, maka digunakan MCCB ukuran 4 A. Untuk MCCB dengan tipe adjustable,dapat digunakan MCCB 3P TM 4 D.

DAFTAR PUSTAKA

- Aim. (2011). Sistem Proteksi. Dunia Elektro. http://elektro_unimal.blogspot.com/2011/11/sistem-proteksi.html
- Arga. (2022). MCCB adalah: Pengertian, Fungsi, dan Cara Kerja. Pintar Elektro.
- Builder. (2021). Automatic Transfer Switch, Mengenal Saklar ATS dan Manfaatnya. Builder Future Construction. <https://www.builder.id/automatic-transfer-switch-mengenal-saklar-ats-dan-manfaatnya/>
- Ishelina, Wati. (2014). Dampak Listrik PLTMH Terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat di Dusun Gunung Sawur, Desa Sumber Rejo, Candipuro, Lumajang. Prosiding Konferensi dan Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna Tahun 2014. https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/82502/3/6._PROSIDING-M-Pemasyarakatan_TTG-1.pdf
- Rahmad. (2018). Apa Beda MCB, MCCB, dan ACB Penjelasaannya. Dunia berbagi ilmu untuk semua. <https://duniaberbagiilmuuntuksemua.blogspot.com/2017/09/apa-beda-mcb-mccb-dan-acb-berikut-penjelasaannya.html>
- Royen. (2021). Standard Operating Prosedure Panel MVMDP. Abi Network. <https://abi-blog.com/standard-operating-prosedure-panel-mvmdp/>
- Saleh. (2018). Studi Kemampuan Panel LVMDP Terhadap Pembebanan. Jurnal Ampere Volume 3 No 1, Juni 2018 P-ISSN: 2477-2755 E-ISSN: 2622-2981. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ampere/article/download/2115/1935>
- Sarah. (2022). MCB pengertian prinsip kerja fungsi dan jenisnya. Kompas. <https://www.kompas.com/skola/read/2022/08/16/193000769/mcb--pengertian-prinsip-kerja-fungsi-dan-jenisnya>
- Suprianto. (2015). Elektro Sistem Proteksi. Unnes. <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/sistem-proteksi/>
- Syaroni, I. (2018). Rancang Bangun KIT Percobaan Pengukuran Medan Magnet Berbasis Mikrokontroler. Inovasi Fisika Indonesia, 7(02).
- Sya'roni, I., Hartanto, A., Rahman, N. R., & Subiantoro, I. (2022). MICROCONTROLLER BASE SPIN COATING DESIGN AND IoT DATA MONITORING AND STORAGE. Indonesian Physical Review, 6(1), 33–41. <https://doi.org/10.29303/ipr.v6i1.194>