

Simulasi Pengoperasian Over Current Relay Jaringan Distribusi 20 KV Menggunakan Software Etap Di PT Medco Energy Grati

Rizky Aria Nugraha

Teknik Sistem Tenaga, Fakultas Teknik Elektro Universitas Tama Jagakarsa
Alamat Jl. TB Simatupang No.152 10, RT.10/RW.4, Tj. Bar., Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12530;
e-mail: rizky.aria@gmail.com

(Received: Mei 2024, Revised: Agustus 2024, Accepted: Oktober 2024)

Abstract — In an electrical system, there are often disturbances that cause power outages and even damage to electrical equipment. This disturbance can occur in any part such as the electricity distribution network. This disturbance can be caused by animals, lightning strikes and even settings from the wrong protection system. A protection system error is usually caused by the existence of 2 networks with different load characteristics. For example, a power plant that distributes electricity to the PLN network and the company's own network. In this case there could be a difference in the Overcurrent relay setting value as one of the protections between the PLN network and the company's property. So that when there is a change in load value, it causes the protection system to activate and detect an increase in load which also increases the current value as a disturbance. Then the distribution network will automatically shut down.

Keyword: OCR, Current, Electricity, PMT.

Intisari — Pada sebuah sistem kelistrikan seringkali terjadi gangguan yang menyebabkan pemadaman aliran listrik bahkan kerusakan pada alat-alat kelistrikan. Gangguan ini bisa terjadi di bagian mana saja misalnya jaringan distribusi listrik. Gangguan ini bisa disebabkan oleh binatang, sambaran petir bahkan setting dari sistem proteksi yang salah. Kesalahan sebuah sistem proteksi biasanya disebabkan oleh adanya 2 jaringan yang berbeda karakteristik bebannya. Misalnya sebuah pembangkit yang mendistribusikan listrik ke jaringan PLN dan jaringan milik perusahaan itu sendiri. Dalam hal ini bisa saja terjadi perbedaan nilai setting Overcurrent relay sebagai salah satu proteksi antara jaringan PLN dan milik perusahaan. Sehingga saat ada perubahan nilai beban menyebabkan sistem proteksi aktif dan mendeteksi kenaikan beban yang juga menaikkan nilai arus sebagai gangguan. Maka jaringan distribusi akan otomatis mati.

Kata Kunci: OCR, Arus, Listrik, PMT

I. PENDAHULUAN

Overcurrent Relay merupakan relai yang bekerja saat mengalami arus lebih. Saat terjadi arus lebih relay akan menerima sinyal dan sinyal ini akan mengaktifkan PMT (pemutus) untuk memutus arus di jaringan. Overcurrent relay biasanya terpasang pada jaringan transmisi sampai ke distribusi. Seiring

dengan bertambahnya jumlah beban maka nilai setting pada Overcurrent relay juga perlu diperbaharui. Terkadang hal ini jarang diperhatikan karena penamabahan jumlah beban yang hanya sedikit. Namun lama kelamaan beban akan menumpuk dan menyebabkan nilai setting Overcurrent relay sudah tidak relevan lagi. Sehingga diperlukan nilai setting relai yang memenuhi syarat yakni selektivitas, sensitivitas, reliabilitas dan kecepatan.

PT. Medco Energy Grati merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembangkit listrik dan panas bumi. Dalam operasinya, PT. Medco Energy Grati menggunakan jaringan distribusi 20kV untuk menyalurkan energi listrik ke pelanggan. Jaringan distribusi ini rentan terhadap gangguan, salah satunya adalah gangguan hubung singkat. Gangguan hubung singkat dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan dan berakibat pada pemadaman listrik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik terdiri dari sejumlah operasi yang dilakukan oleh instrumen untuk produksi dan distribusi listrik hingga ke titik di mana konsumen dapat menggunakannya. Pembangkit listrik menggunakan berbagai sumber energi, termasuk batu bara (PLTU), air (PLTA), gas alam (PLTG), dan lainnya, untuk menghasilkan energi listrik. Selain beban rumah tangga, industri dan transportasi umum juga menggunakan energi listrik. Oleh karena itu,

energi listrik memiliki dampak yang signifikan pada setiap aspek kehidupan sehari-hari.

Ketika ada potensi gangguan, distribusi energi listrik tidak selalu berjalan sesuai rencana. Kemungkinan gangguan, terutama gangguan eksternal, meningkat seiring dengan panjangnya jalur distribusi. Ini berarti bahwa untuk meningkatkan keandalan.

Sistem Proteksi

Istilah "sistem proteksi" mengacu pada setiap tindakan yang digunakan untuk menjaga dari situasi abnormal yang timbul dari operasi sistem itu sendiri untuk peralatan listrik dalam sistem tenaga listrik, termasuk generator, trafo jaringan, dan lain-lain. agar energi listrik yang sedang didistribusikan ke pelanggan pengguna listrik dengan aman dialihkan dari sisi penampungan energi listrik ke saluran distribusi. Untuk mencegah agar gangguan tersebut tidak mempengaruhi jaringan lainnya, mekanisme proteksi berfungsi dengan melokalisasi gangguan.

Dengan mengidentifikasi gangguan dan menginstruksikan PMT (Pemutus Tenaga) untuk memutus jaringan, sistem proteksi menemukan sumber gangguan. Berbagai perangkat pelindung, termasuk pemutus sirkuit (CB), relai tegangan lebih (OVR), dan relai arus lebih (OCR), merupakan bagian dari sistem tenaga listrik.

Over Current Relay

Relai arus lebih melindungi dari arus lebih yang terjadi di antara fase. Membaca arus input yang mengalir melalui relai dan membandingkannya dengan nilai yang ditentukan adalah cara kerja relai ini. Jika nilai arus melebihi batas setpoint, relai akan memberi tahu PMT untuk memutus jaringan.

Operasi relai akan tersedia dalam dua kondisi:

- a. Nilai arus tertinggi di mana relai trip dikenal sebagai arus putus (I_d). untuk memungkinkan

pembukaan kembali kontak. Arus balik adalah nama lain untuk arus ini.

- b. Nilai arus terkecil yang dapat mengaktifkan relai dan menutup kontaknya dikenal sebagai arus pick-up (I_p). Istilah "arus kerja" mengacu pada nilai arus ini. Sejalan dengan bahasa Inggris.

Jenis OCR Tergantung pada Fitur Waktu

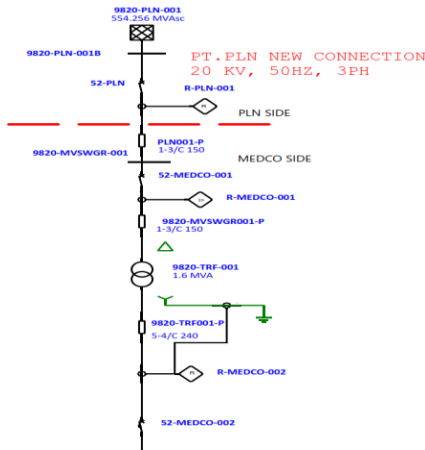
Mempertimbangkan fitur jam kerjanya Tiga kategori dapat digunakan untuk mengelompokkan relai arus lebih:

1. Relai waktu nyata ((Instantaneous relay)
Relai yang langsung aktif (tanpa menunggu) jika arus yang mengalir melaluinya melebihi nilai yang telah ditentukan. Relai kemudian akan mulai berfungsi dalam beberapa milidetik (10 hingga 20 ms). Biasanya, relai ini digunakan bersama dengan jenis relai arus lebih tambahan.
2. Tentukan relai waktu untuk arus lebih (relai waktu tertentu) Ketika terjadi korsleting dan besarnya arus gangguan di atas setelan (I_s), relai ini akan menginstruksikan PMT. Durasi operasi relai, dari pick-up hingga relai bekerja, ditambahkan ke waktu tertentu dan tidak tergantung pada arus yang memicu relai.
3. Relai arus lebih terbalik (invers)
Jumlah arus secara terbalik (waktu terbalik) menentukan waktu tunda relai ini; semakin tinggi arusnya, semakin pendek waktu tundanya. Kualitas ini bervariasi, dan setiap pabrik memiliki kemampuan untuk menghasilkan kualitas yang unik. Namun, berdasarkan fitur waktu, mereka dapat dikategorikan sebagai berikut:
 - a. Berbalik standar
 - b. Sangat terbalik
 - c. Sangat terbalik

Perhitungan Arus Pick Up

Arus pickup adalah penyetelan yang dipakai pada relai untuk beroperasi memberikan perintah pada

Pemutus (circuit breaker). Menentukan arus pickup atau batas minimum arus yang diperuntukan untuk mengaktifkan relai supaya bekerja memberikan perintah kepada PMT (pemutus) dan memisahkan perlatan- peralatan kelistrik dari sumber. Nilai arus pickup:



Gambar 1. Rumus arus Pick Up



Gambar 2. Logo ETAP 19.0

Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik

Dalam sistem tenaga listrik tiga fasa, gangguan-gangguan yang sering terjadi dan menyebabkan arus berlebih diantaranya adalah gangguan hubung singkat (short circuit), gangguan beban lebih (overload) dan gangguan tegangan lebih (overvoltage) [1].

- a. Gangguan Hubung Singkat Merupakan gangguan yang timbul karena disebabkan oleh suatu faktor kerusakan dari peralatan elektronik atau gangguan dari luar.
- b. Gangguan Beban Lebih Merupakan gangguan yang terjadi dikarenakan adanya arus yang mengalir melebihi kapasitas suatu peralatan listrik dan pengamanan yang terpasang.

- c. Gangguan Tegangan Lebih Merupakan gangguan yang terjadi apabila ada kenaikan tegangan fluktuaktif yang tidak wajar dalam sebuah sistem seperti gangguan petir yang mengakibatkan kenaikan tegangan berlebih.

ETAP 16.0

ETAP (Electrical Transient Analysis Program) merupakan sebuah software yang berfungsi sebagai penganalisis sebuah sistem kelistrikan secara rinci. Yang mampu bekerja secara offline dan juga dalam keadaan online untuk pengelolaan data real time. Analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan dengan menggunakan ETAP antara lain: Analisa Aliran Daya (Load Flow Analysis), Analisa Hubung Singkat (Short Circuit Analysis), Motor Starting, Arc Flash Analysis, Harmonics Power System, Analisa Kestabilan Transien (Transient Stability Analysis), dan Protective Device Coordination

III. METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan dan tujuan diatas maka, penelitian simulasi ini menggunakan beberapa metode pendukung dalam pembuatan rancangan simulasi ini, diantaranya: (a). Pengumpulan data yang telah ditentukan seperti rating power grid, rating TR, Cable, Current Transformers, Over Current Relay (OCR), Lump load dan jumlah bus. (b). Mencari literatur yang berhubungan dengan komponen pendukung lainnya dari sistem OCR ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Paragraf harus teratur. Semua paragraf harus rata kanan dan kiri.

1. Perancangan Sisten OCR Pada ETAP

Untuk merancang sebuah sistem overcurrent relay pada ETAP dibutuhkan sebuah powergrid, bus, 2-winding Trafo, Circuit Breaker yang terintegrasi dengan Current Transformer dan Overcurrent Relay, dan transmission line seperti berikut ini

$$I_{pickup} = \frac{1,2 \times I_{FL}}{100}$$

Keterangan :
 1,2 = standar PLN
 I_{FL} = arus full load / beban penuh

Gambar 3. Rancangan Sistem OCR

Pada sumber Powergrid digunakan operation mode *swing* 3 fasa. Dan power rating nya yaitu 554.3MVA dengan tegangan 20kV seperti gambar 8 dibawah ini:

Berikut Pengaturan Relai Proteksi :

PLN MV Switch Gear Outgoing Feeder

Settingan yang didapatkan dari PLN untuk Relai Proteksi pada MV Switchgear PLN adalah:

a. Pengaturan arus Lebih Waktu (51)

Arus Beban Lebih = 32A

CT Rasio = 40 : 5

Pengambilan Termal lebih = 0,8 x CT

Panggilan Waktu = 1,5S

Proteksi Kurva = IEC – Pembalikan Waktu Panjang (LTI)

b. Fase Pengaturan arus Lebih Waktu (51)

Arus Beban Lebih = 32A

CT Rasio = 40 : 5

Pengambilan Termal lebih = 0,8 x CT

Panggilan Waktu = 1,5S

Proteksi Kurva = IEC – Pembalikan Waktu Panjang (NI)

c. Fase Pengaturan Sesaat arus Lebih Waktu (50)

Arus Beban Lebih = 128A

Pick Up = 3.2 x CT

Jeda Waktu = 0.1 S

d. Fase Pengaturan Groud (51N)

Waktu Arus Beban Lebih = 10A

Pengambilan Termal lebih = 0,25 x CT

Panggilan Waktu = 0.1 s

Proteksi Kurva = IEC – Pembalikan Waktu

Panjang (NI)

Medco MV Switch Gear Outgoing Feeder (R-MEDCO-001)

Feeder yang masuk dari PT. PLN dinilai pada 20 kV, 50 Hz, 1110 kVA. Pegumpan Keluar Medco MV Switchgear ke Transformator – Pengaturan arus lebih beban didasarkan pada 81% dari kapasitas data PLN = 81% x 1110 kVA = 899,6 kVA (pf=0.87).

Fase Pengaturan arus lebih (51) Trafo

Trafo primer side- Arus beban lebih

$$= \frac{889,6 \times 1000}{2000 \times \sqrt{3}}$$

$$= 26A$$

$$= 26A$$

CT Primary = 50A

Termal arus beban lebih = $\frac{26 \times CT}{50} = 0.52 \times CT$

Panggilan Waktu = 1,2 s

Kurva Proteksi = IEC – Long Time Inverse.

Fase Pengaturan seketika arus beban lebih (50)

Arus beban lebih seketika

$$= 400\% \times \text{ arus beban lebih trafo}$$

$$= 4 \times 26 A$$

$$= 104 A$$

$$= \frac{104 \times CT}{50} = 2,08 \times CT$$

$$50$$

Jeda Waktu = 0,05 s

(Pengaturan waktu tunda sebenarnya 0.04 s, tetapi dalam simulasi ETAP diatur

menjadi 0,05 s mengikuti tentang penundaan minimum yang tersedia pada

Sepam seri 10 yaitu 0,05 – 300 s)

Fase Pengaturan ground arus beban lebih (51G)

Arus beban lebih ground = 15% x arus beban lebih trafo

$$= 7,5 A$$

Pick up = $\frac{75 \times CT}{100} = 0,15 \times CT$

50
 Jeda Waktu = 0.3 s
 Kurva Proteksi = IEC –Long Time Inverse
 Fase Pengaturan Seketika ground arus beban lebih (50G)
 Arus beban lebih ground
 = 115% x arus beban lebih trafo
 = 29,9 A ≈ 30A

Pick up = $\frac{30 \times CT}{50}$ = 0,6 x CT

Jeda Waktu = 0,05 s
 = $\frac{104 \times CT}{50}$ = 2,08 x CT

Jeda Waktu = 0,05 s

(Pengaturan waktu tunda sebenarnya 0.04 s, tetapi dalam simulasi ETAP diatur menjadi 0,05 s mengikuti tentang penundaan minimum yang tersedia pada Sepam seri 10 yaitu 0,05 – 300 s)

e. Pengaturan termal arus beban lebih (49)

Pengaturan pada 100% dari arus pengenalan (Dalam) pada 40°C.

f. Perlindungan Tegangan lebih (49)

Pengaturan pada 115 % dari tegangan pengenalan (Un)

Medco MV Switch Gear Incoming Feeder (R-MEDCO-002)

Pada bagian kapasitas beban berlebih trafo diatur ke 899,6 kVA pada Medco

MV Switch gear. Pada main LV Switchgear, arus berlebih dirancang sedikit dibawah Medco MC Swotchgear, yaitu 75% dari kapasitas daya PLN.

Design beban berlebih LV

Switchgear utama = 75% x 1110 kVA
 = 830,4 kVa

Pada trafo kedua untuk beban berlebih

$$= \frac{899,6 \times 1000}{415 \times \sqrt{3}} = 1155,3 \text{ A}$$

Fase Pengaturan ground arus beban lebih (51)

Arus beban lebih ground

$$= 135\% \times \text{ arus beban lebih trafo kedua} \\ = 135\% \times 1155,3 \text{ A} \approx 30\text{A} \\ = 1559,6\text{A} \approx 1560 \text{ A}$$

CT Primer kedua = 2000 : 5 = 400 : 1

Termal beban berlebih = $\frac{1560 \times CT}{40}$
 = 3.9 x CT Se

Penujuk Waktu = 1 s

Kurva Proteksi = IEC – Long Time Inverse

Fase Pengaturan Seketika ground arus beban lebih (50)

Arus beban lebih ground

$$= 90\% \times \text{OC arus beban lebih trafo} \\ = 90\% \times 1155,3 \text{ A} \\ = 1039,7 \text{ A} \\ = \frac{1039,7 \times CT}{400} = 2.6 \times \text{CT Sec}$$

Jeda Waktu = 0,05 s

Fase Pengaturan Seketika ground arus beban lebih (50G)

Arus beban lebih ground

CT = 200: 5 = 40 : 1

Pengaturan ground fault

$$= 10\% \times \text{OC Trafo kedua} \\ = 10\% \times 1155,3 \text{ A} \\ = \frac{112 \times CT}{40} = 2,8 \times \text{CT}$$

Penunjuk Waktu = 0,2 s

Kurva Proteksi = IEC – Long Time Inverse

g. Pengaturan dibawah arus beban lebih (27)

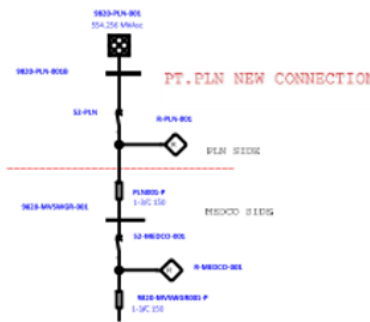
Pengaturan pada 80% dinilai dari voltase (Un).

h. Pengaturan dibawah arus beban lebih (59)

Pengaturan pada 120% dinilai dari voltase (Un).

2. Analisa Load Flow

Pada Analisa load flow digunakan untuk mengetahui arus load flow pada saat beban penuh. Setelah arus load flow diketahui, dapat dihitung nilai arus pick up pada sistem sebagai syarat sistem OCR dapat bekerja.



Gambar 5. Arus Load Flow pada Bus

Sebagai contoh, pada penelitian ini akan diberikan

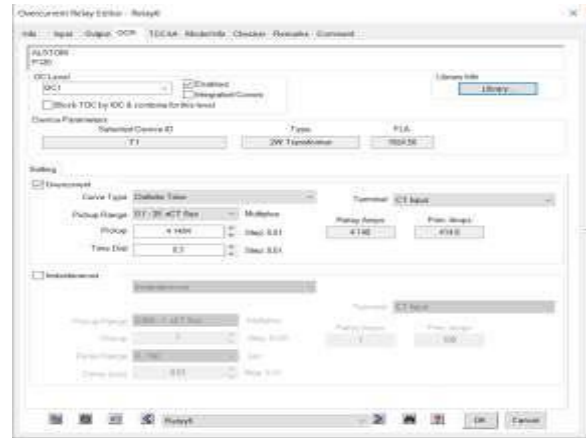
	VALUE
I _{lt} (x I _n)	0,82
t _{It}	4
I _{st} (x I _r)	8
t _{st} (I ² .t)	0,4 out
I _{st} (x I _n)	15
I _g	A
t _g (I ² .t)	0,3 out

gangguan pada bus 5 sehingga untuk mengukur arus pick up harus diketahui nilai arus load flownya. Pada Gambar 9 diketahui nilai arus load flow pada bus 5 yaitu 345.7 A. Untuk mengetahui arus pick up digunakan sebuah rumus pada gambar 5, sehingga didapatkan nilai arus pick up yaitu 4.1484 A.

3. Pengujian Sistem OCR Pada Rancangan Simulasi

Pada tahap ini dilakukan dengan memasukkan arus pickup tadi yang didapatkan dari perhitungan

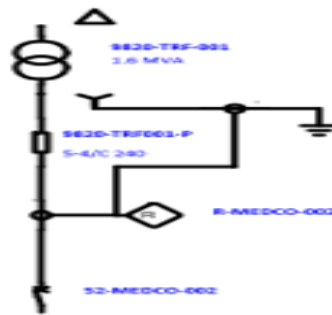
manual pada gambar 6. dengan diketahui arus load flownya.



Gambar 6. Parameter OCR relay

Pada gambar 6 merupakan parameter- parameter yang dimasukkan pada OCR Relay mulai dari *Manufacturer: ALSTOM ; Model: P120 ; Curve Type: Definite Time ; Pickup Range: 0.1-25 xCT Sec ; Pickup: 4,1484 ; dan Time Dial: 0.3.*

Untuk pengujian sistem OCR dapat dengan menganalisa atau *RUN Star-Protection And Coordination* setelah itu masukkan *fault* ke dalam bus yang diinginkan.



Gambar 7. Fault pada bus

V. PENUTUP

A.Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai rancang simulasi sistem Over Current Relay (OCR) pada jaringan distribusi 20KV di PT. Medco Energi Grati menggunakan software ETAP, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

- a. Pengaturan OCR Optimal : Simulasi dengan software ETAP berhasil menentukan nilai arus pickup dan waktu tunda OCR yang tepat. Hal ini dapat meminimalisir kerusakan peralatan dan area yang terdampak gangguan.
- b. Koordinasi Proteksi : Dengan pengaturan yang optimal, koordinasi proteksi antar OCR pada jaringan distribusi 20KV dapat ditingkatkan. OCR di seluruh jaringan distribusi dapat bekerja sama dengan baik untuk mengisolasi gangguan dengan cepat dan tepat.
- c. Koordinasi Proteksi : Dengan pengaturan yang optimal, koordinasi proteksi antar OCR pada jaringan distribusi 20KV dapat ditingkatkan. OCR di seluruh jaringan distribusi dapat bekerja sama dengan baik untuk mengisolasi gangguan dengan cepat dan tepat.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan dan aplikasi praktis adalah sebagai berikut:

- a. Pemeliharaan Berkala : Disarankan untuk melakukan pemeliharaan berkala terhadap pengaturan OCR dan sistem proteksi lainnya untuk memastikan bahwa semua perangkat berfungsi dengan optimal dan sesuai dengan perubahan beban dan kondisi operasional.
- b. *Pengembangan Simulasi:* Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan mengembangkan simulasi yang lebih kompleks dan mendetail, termasuk variasi beban yang lebih dinamis dan kondisi gangguan yang lebih beragam untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- c. *Implementasi Praktis:* Penggunaan software ETAP untuk simulasi dan analisis sistem proteksi terbukti efektif. Ini menunjukkan bahwa perangkat lunak ini dapat menjadi alat yang sangat berguna

dalam merancang dan menganalisis sistem proteksi untuk jaringan distribusi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Yanuwirawan, M. Pujiantara, and R. Wahyudi, "Studi Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih dan Ground Fault Pada Sistem Eksisting PT. VICO Indonesia, Kalimantan Timur," vol. 4, no. 2, pp. A148–A153, 2015.
- [2] T. Daya, M. V. A. Di, and P. Tanjung, "Analisa seting relai arus lebih (overcurrent relay) pada transformator daya 54 mva di pltu tanjung jati b," 2017.
- [3] P. Setiajie, Juningtyastuti, and S. Handoko, "Evaluasi Setting Relay Arus Lebih Dan Setting Relay Gangguan Tanah Pada Gardu Induk Sronдол," *Transient*, ISSN 2302-9927, vol. 4, No.2, p. 237, 2015.
- [4] S. Pandapotan, "Penggunaan ETAP 12 . Pada fault bus 5 diatas maka Circuit 6 Sebagai Software Analisis Power.