

STUDI SISTEM PROTEKSI DIESEL ENGINE GENERATOR (DEG-350 KW) MENGGUNAKAN OVER CURRENT RELAY PT. PUPUK ISKANDAR MUDA

Utari Nurfaizi¹, Nazaruddin², Yaman³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: utarinurfaizi02@gmail.com¹, nazar_aw@gmail.com², yaman_gayo@gmail.com³

Abstrak —*Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) salah satu pembangkit listrik tenaga diesel dengan kapasitas 350 kW yang digunakan di PT. Pupuk Iskandar Muda. Sistem proteksi sangat penting guna mencegah dan menghindarkan DEG-350 KW dari kerugian akibat gangguan yang terjadi. Salah satu proteksi yang digunakan pada generator adalah *Over Current Relay*. Penelitian ini bertujuan menghitung besar arus gangguan hubung singkat pada DEG-350 KW, mengetahui *setting Over Current Relay* pada sistem proteksi *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) dan mengetahui perbandingan *Current Transformator* yang digunakan. Arus nominal generator sebesar 527 A, Gangguan hubung singkat 3 fasa sebesar 1812,88 A, Arus *setting* pada 113% sebesar 595,51 A dan *Setting* waktu kerja menurut hasil perhitungan adalah sebesar 1.825 s dan serta perbandingan *Current Transformator* yang digunakan adalah sebesar 2000:5 A, pada sisi sekunder CT arus nominal sebesar 1,3175 A, arus *setting* sebesar 1,489 A dan arus gangguan sebesar 4,523 A.

Kata kunci : *Over Current Relay* (OCR), *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW), Proteksi.

I. PENDAHULUAN

Generator merupakan peralatan yang sangat penting pada suatu pembangkit energi listrik. Generator berfungsi mengubah energi mekanik dari penggerak mula menjadi energi listrik. Sangat banyak gangguan yang dapat timbul pada generator dalam proses pembangkitan tenaga listrik, bahkan dapat dikatakan bahwa generator sangat rentan terhadap gangguan. Generator perlu dilengkapi dengan sistem proteksi yang andal agar proses pembangkitan dan suplai energi listrik selalu terjaga dengan optimal. Sistem proteksi ini dimaksudkan untuk mengamankan generator dari gangguan yang terjadi.

PT. Pupuk Iskandar Muda sebagai salah satu produsen pupuk berskala besar memiliki beberapa pembangkit listrik guna memenuhi kebutuhan listrik untuk menunjang proses produksi. Salah satu pembangkit listrik yang digunakan adalah *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW). *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) ini merupakan pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mulanya. Pembangkit ini dapat menghasilkan output daya sebesar 350 KiloWatt.

Diesel Engine Generator (DEG-350 KW) dapat mengalami beberapa macam gangguan. Gangguan yang berpotensi terjadi pada Generator dari DEG-350 KW berupa gangguan arus lebih (*over current*), tegangan abnormal (*under voltage*) ataupun gangguan arus *grounding* (*ground fault*). Beragam gangguan ini dapat menimbulkan berbagai efek negatif seperti suplai energi listrik yang terganggu, kerusakan pada unit pembangkit, kegagalan sistem transmisi dan distribusi energi listrik, gangguan pada beban karena energi listrik yang tidak stabil bahkan kebakaran dan ledakan.

Semua efek diatas pada akhirnya akan menimbulkan kerugian pada industri. Lebih jauh, gangguan-gangguan pada suplai energi listrik menyebabkan pabrik tidak dapat beroperasi dan produksi akan terhenti. Sehingga dapat dikatakan bahwa kerugian yang dialami tidak hanya terbatas pada sistem kelistrikan, tetapi secara keseluruhan pada semua aspek produksi suatu industri.

Sistem proteksi sangat penting guna mencegah dan menghindarkan *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) dari kerugian akibat gangguan-gangguan yang terjadi. Sistem proteksi yang terpasang pada DEG-350 KW berupa: *Over Current Relay* (OCR) untuk melindungi dari gangguan arus lebih, *Under Voltage Relay* untuk melindungi dari tegangan abnormal, *Over Current Ground Relay* untuk melindungi dari gangguan arus *grounding*, serta peralatan proteksi lainnya yang berfungsi menunjang kerja dari relai yang terpasang

Salah satu proteksi yang digunakan pada generator adalah *Over Current Relay*. Relai ini berfungsi melindungi generator dari keadaan abnormal berupa arus lebih yang diakibatkan oleh arus hubung singkat (*short circuit*) karena kegagalan isolasi dan hubungan abnormal antar fasa pada konduktor. Arus lebih ini dapat menyebabkan kerusakan fatal pada generator serta mengganggu suplai listrik untuk kebutuhan produksi.

Penelitian ini dilakukan guna menghitung besar arus gangguan hubung singkat dan mengetahui *setting Over Current Relay* pada sistem proteksi *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW). Penelitian ini juga untuk mengetahui perbandingan *Current Transformator* yang digunakan untuk keperluan proteksi generator. Penelitian ini dilakukan pada *Unit Power Plant* di PT. Pupuk Iskandar Muda. Instrumen atau peralatan utama

yang diteliti adalah *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) yang menggunakan penggerak mula berupa mesin diesel buatan *Daihatsu* dan generator produksi *Toshiba* yang memiliki output daya sebesar 350 KiloWatt.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin berbahan bakar diesel (HSD/MFO) sebagai penggerak mula (*prime mover*). *Prime mover* merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis berupa putaran yang diperlukan untuk memutar rotor dari generator. Mesin diesel pada PLTD berfungsi menghasilkan tenaga mekanis yang dipergunakan untuk memutar rotor generator.

Mesin diesel dinamai juga mesin penyalan kompresi (*compression ignition engine*). Hal ini dikarenakan cara penyalan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar kedalam ruang bakar lalu dicampur udara dengan tekanan dan temperatur tinggi. Hal ini menyebabkan bahan bakar akan menyala secara otomatis dan menimbulkan ledakan bahan bakar. Tekanan dan temperatur tinggi terjadi akibat dari proses didalam ruang bakar.[3]

B. Generator

Generator merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk membangkitkan energi listrik dari sumber energi mekanis. Generator bekerja menggunakan prinsip percobaannya Faraday yaitu memutar magnet dalam kumparan atau sebaliknya. Ketika magnet digerakkan dalam kumparan maka akan terjadi perubahan fluks gaya magnet didalam kumparan yang menembus tegak lurus terhadap kumparan. Fenomena ini menyebabkan beda potensial antara ujung-ujung kumparan yang kemudian menimbulkan listrik.

Syarat utama untuk dapat menghasilkan listrik adalah harus ada perubahan fluks magnetik. Jika tidak terjadi perubahan fluks magnetik, maka tidak akan timbul listrik. Cara mengubah fluks magnetik adalah dengan menggerakkan magnet dalam kumparan atau sebaliknya. Gerakan ini memanfaatkan energi mekanis dari sumber lain. Penggerak mula seperti mesin diesel berfungsi menyediakan energi mekanis untuk menggerakkan magnet tersebut.

Jenis generator ada 2 macam yaitu generator arus searah (*Direct Current*) dan generator arus bolak-balik (*Alternating Current*). Pada prinsipnya, kedua jenis generator tersebut tidak jauh berbeda, akan tetapi memiliki konstruksi yang tidak sama. Generator arus searah (DC) kumparan jangkarnya dihubungkan dengan sebuah komutator. Sedangkan untuk generator arus bolak-balik, kumparan jangkar dihubungkan dengan dua cincin geser (*Slip Ring*).

Prinsip generator sinkron berdasarkan induksi elektromagnetik. Putaran dari penggerak mula akan

diteruskan ke generator, sehingga kutub-kutub yang ada pada rotor generator akan berputar. Kumparan kutub diberi arus searah, maka pada permukaan kutub akan timbul medan magnet (garis-garis gaya fluks magnet). Garis-garis gaya fluks yang berputar tersebut akan memotong kumparan jangkar yang ada di stator sehingga pada kumparan jangkar tersebut timbul Gaya Gerak Listrik atau tegangan induksi. [5]

C. Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik dari kondisi abnormal yang diakibatkan karena adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab lainnya. Sistem proteksi mengamankan sistem tenaga listrik yang terpasang pada sistem distribusi tenaga listrik, transformator tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik.

Sistem proteksi bekerja dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu, sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja. Sistem proteksi mencegah atau membatasi kerusakan peralatan terhadap gangguan, sehingga kelangsungan pembangkitan tenaga listrik dapat dijaga. Jadi pada hakikatnya pengamanan pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga.

Suatu sistem proteksi terdiri dari beberapa peralatan yang membentuk satu rangkaian yang masing-masing komponen mempunyai tugas tertentu sesuai dengan fungsinya. Komponen peralatan pada sistem pengamanan adalah Circuit Breaker (Pemutus Tenaga), Relai Proteksi, Trafo Arus (Current Transformator) dan Trafo Tegangan (Potential Transformator), Sumber Tegangan DC, Pengawatan (Wiring). [4]

D. Over Current Relay (OCR)

Over Current Relay (OCR) atau Relai Arus Lebih adalah suatu relai yang bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi nilai setelan pengamanan tertentu (*setting*/setelan arus dan waktu tertentu). *Over Current Relay* (OCR) berfungsi untuk memproteksi peralatan listrik terhadap arus lebih yang disebabkan oleh gangguan arus hubung singkat. Dapat dikatakan bahwa relai ini berfungsi merasakan adanya arus lebih dan kemudian memberi perintah/isyarat kepada PMT untuk membuka rangkaian apabila terjadi gangguan hubung singkat. Mekanisme ini bertujuan agar kerusakan alat akibat gangguan dapat dihindari. Selain itu *Over Current Relay* juga berfungsi untuk mengamankan transformator dari arus yang melebihi *setting* yang dibolehkan lewat dari transformator tersebut.

Umumnya OCR digunakan pada jaringan tegangan menengah atau saluran transmisi, jaringan sub-radial, pengamanan untuk motor-motor tegangan menengah yang kecil dan pengamanan cadangan untuk transformator daya, generator, motor yang besar, jaringan transmisi tegangan tinggi. Bila dilengkapi dengan relai arah dapat digunakan sebagai pengamanan saluran transmisi sirkuit

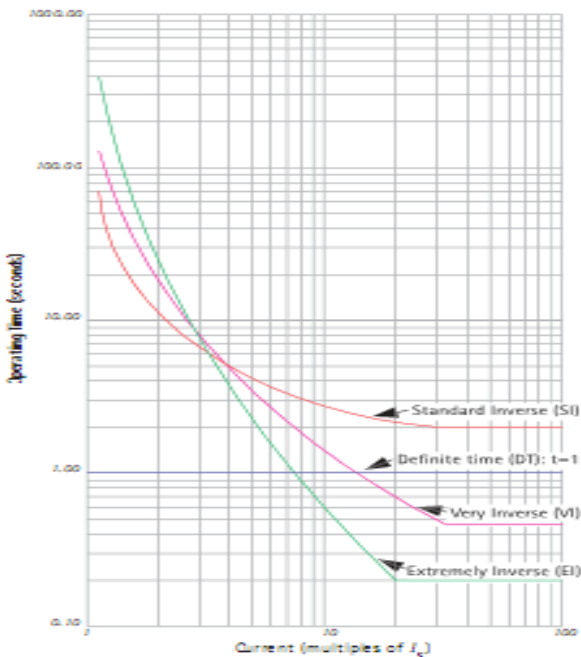
ganda dan pengaman gangguan tanah sampai tegangan ekstra tinggi. Pengaman yang menggunakan OCR mempunyai beberapa keuntungan yaitu :

- a. Dapat mengamankan arus lebih yang terjadi karena hubung singkat atau beban lebih.
- b. Penyetelannya mudah untuk jaringan radial.
- c. Pengamannya sederhana.
- d. Dapat sebagai pengaman utama dan berfungsi juga sebagai pengaman cadangan.
- e. Harganya relatif murah.

Prinsip kerja OCR adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan oleh relai, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau *overload* (beban lebih) untuk kemudian memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya. [4]

Arus input OCR berasal dari *output current transformer* (CT), dengan nilai yang sesuai perbandingan CT terhadap keadaan sistem, apakah keadaan ada gangguan atau normal tidak ada gangguan. Pada keadaan gangguan, arusnya bervariasi antara arus hubung singkat maksimum atau arus hubung singkat minimum.

Arus gangguan hubung singkat selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai setelan waktu. Rumus untuk menentukan nilai setelan waktu bermacam-macam sesuai dengan desain pabrik pembuatan relai. Dalam hal ini menggunakan standar IEC. [2]



Gbr 1 Karakteristik Relay Inverse Menurut Standar IEC

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat 4 macam karakteristik *relay inverse* menurut standar IEC. Karakteristik tersebut berupa:

a) **Standard Normal Inverse**

Karakteristik yang menunjukan perbandingan antara besar arus dengan waktu kerja relai yang standard, ditulis dengan rumus:

$$t = \frac{0,14}{I^{0,02} - 1} tms \tag{1}$$

b) **Very inverse**

Karakteristik yang menunjukkan perbandingan antara besar arus dengan waktu kerja Relai yang lebih cepat/tinggi dari *standard inverse*, ditulis dengan rumus:

$$t = \frac{13,5}{I - 1} tms \tag{2}$$

c) **Extremely inverse**

Karakteristik yang menunjukkan perbandingan antara besar arus dengan waktu kerja relai yang lebih cepat/tinggi dari *standard inverse* dan *very inverse*, ditulis dengan rumus:

$$t = \frac{80}{I^2 - 1} tms \tag{3}$$

d) **Long Time Inverse**

Karakteristik yang menunjukkan perbandingan antara besar arus dengan waktu kerja relai yang lebih lambat/rendah diantara karakteristik yang lain, ditulis dengan rumus:

$$t = \frac{120}{I - 1} tms \tag{4}$$

III. METODOLOGI

A. Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data lapangan dilakukan pada *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) yang terdapat di *Unit Power Plant* di *Utilities 2 PT. Pupuk Iskandar Muda*. Data untuk keperluan penelitian dapat berupa *Manual Book*, data desain, data record kerja alat dan lain sebagainya.

Tabel I
Data Diesel Engine Generator (DEG-350 KW)

| Parameter | Nilai |
|-------------|---|
| Kapasitas | 350 kW |
| Fasa | 3 |
| Frekuensi | 50 hz |
| Kutub | 6 |
| Putaran | 1000 rpm |
| Tegangan | 480 V |
| Arus | 527 A |
| Faktor Daya | 0.8 |
| Impedansi | Z ₁ = 0,020 + J0,2893 pu Z ₂ = 0,020 + J0,2893 pu Z ₀ = 0,240 + J1,2642 pu |

Tabel II
Data Over Current Relay (OCR)

| Parameter | Nilai |
|-----------|----------|
| Tipe | IC01D |
| Produksi | TOSHIBA |
| Rasio CT | 4000:5 A |
| Rating | 5 A |
| Coil Tap | 6 A |
| Jumlah | 2 Buah |

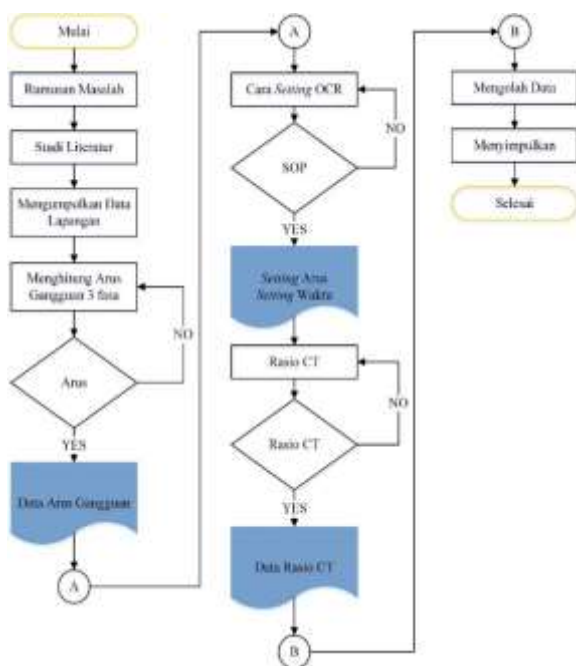
B. Teknik Pengolahan Data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Melakukan perhitungan arus hubung singkat 3 fasa dengan bantuan tabel dan *Microsoft Excel*.
2. Mempelajari sistem *setting* OCR di *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW).
3. Menghitung rasio CT dengan arus gangguan.

C. Metode Analisis

Studi Sistem Proteksi *Over Current Relay* pada *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) ini menggunakan metode analisa kuantitatif. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini berupa melakukan perhitungan arus nominal, melakukan perhitungan arus hubung singkat 3 fasa, melakukan *setting* Over Current Relay yang disertai perhitungan *setting* relai dan melakukan perhitungan Current Transformer untuk kemudian semua data dan hasil perhitungan di analisa.



Gbr 2 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gangguan Hubung Singkat Pada DEG 350 KW

Diesel Engine Generator (DEG-350 KW) adalah pembangkit listrik tenaga diesel 3 fasa dengan kapasitas daya sebesar 350 kilowatt. Prime mover pembangkit ini berupa mesin Diesel buatan Daihatsu. sementara generator / alternator dibuat oleh TOSHIBA. Pembangkit ini menghasilkan output daya sebesar 350 KW dengan tegangan 480 volt, frekuensi 50 Hz dan arus sebesar 527 A. *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) memiliki 6 pole dengan putaran 1000 rpm dan faktor daya 0.8 dan dilengkapi dengan insulasi dengan kelas F.

Berikut perhitungan arus gangguan hubung singkat tiga fasa pada *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW):

1. Menentukan Arus Gangguan 3 Fasa Per Unit

$$I_{hs\ pu} = \frac{V_f}{Z_1}$$

$$I_{hs\ pu} = \frac{1}{0,020 + j0,2893} \ pu$$

$$I_{hs\ pu} = \frac{1}{0,290 \angle 86,05^\circ} \ pu$$

$$I_{hs\ pu} = 3,44 \angle -86,05^\circ \ pu$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai arus gangguan hubung singkat 3 fasa per unit sebesar 3,44 A per unit.

2. Menentukan Arus Nominal

$$I_n = \frac{KVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{KW \times 1000}{P_f \times \sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{350 \times 1000}{0,8 \times \sqrt{3} \times 480}$$

$$I_n = 527 \ A$$

Arus nominal yang dihasilkan berdasarkan perhitungan dari data *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) adalah sebesar 527 A.

3. Menentukan Arus Hubung Singkat

$$I_{hs} = I_{hs\ pu} \times I_n$$

$$I_{hs} = 3,44 \times 527 \ A$$

$$I_{hs} = 1812,88 \ A$$

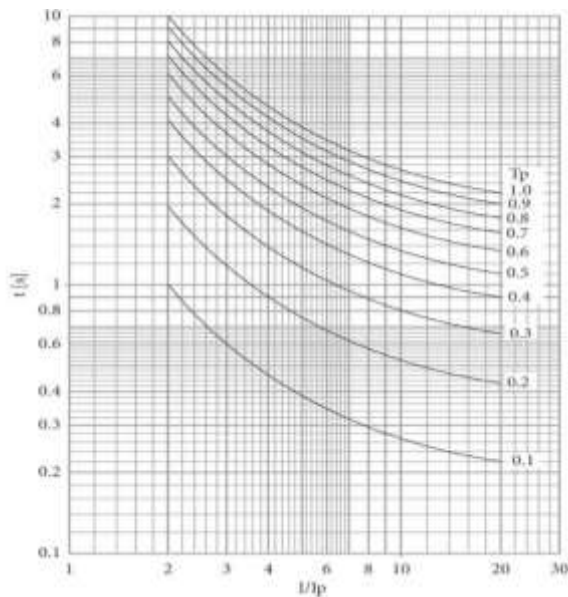
Jadi besar arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa yang terjadi pada *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) adalah sebesar 1812.88 A.

B. Setting Over Current Relay

Over Current Relay (OCR) yang digunakan pada *Diesel Engine Generator* (DEG-350 KW) adalah *Over Current Relay* dengan tipe IC01D buatan TOSHIBA. OCR ini memiliki *rating* arus maksimal sebesar 5 A. *Setting* relai perlu dilakukan agar relai dapat beroperasi sesuai fungsinya dalam sistem proteksi. *Setting* ini

dimaksudkan agar relai bekerja dengan cepat dan selektif pada area pengamanannya.

Karakteristik *Over Current Relay* (OCR) tipe IC01D tersebut dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gbr 3 Karakteristik OCR tipe IC01D

Perhitungan setting relay sebagai berikut:

1. Setting Arus

Setting arus *Over Current Relay* (OCR) yang digunakan adalah sebesar 113% dari arus saat beban puncak, sehingga:

$$I_s = set \times I_n$$

$$I_s = 113\% \times 527 \text{ A}$$

$$I_s = 1,13 \times 527 \text{ A}$$

$$I_s = 595,51 \text{ A}$$

Berdasarkan nilai tersebut, maka *setting* arus pada *Over Current Relay* (OCR) adalah:

$$I_{srelay} = \frac{I_s}{CT_{ratio}}$$

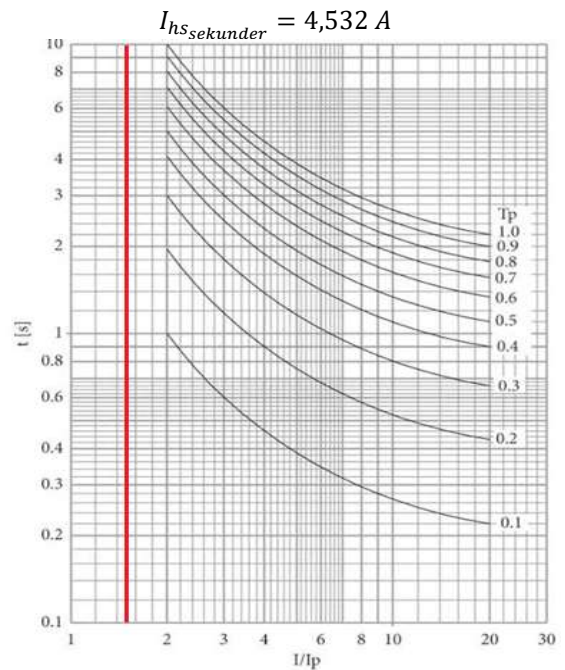
$$I_{srelay} = \frac{595,51 \text{ A}}{400}$$

$$I_{srelay} = 1,489 \text{ A}$$

Karakteristik waktu kerja arus *setting* OCR dapat dilihat pada gambar 4. Berdasarkan karakteristik relai pada gambar 4.4 dapat dilihat pada nilai T_p sebesar 0,4 dan I sebesar 1,489 A (dibulatkan menjadi 1,5 A). Ketika ditarik garis pada nilai I (garis berwarna merah) menunjukkan garis tersebut tidak menyentuh grafik T_p , yang berarti bahwa relai belum bekerja pada I sebesar 1,489 A. Sementara untuk besar arus gangguan hubung singkat 3 fasa yang terdeteksi oleh relai adalah sebesar:

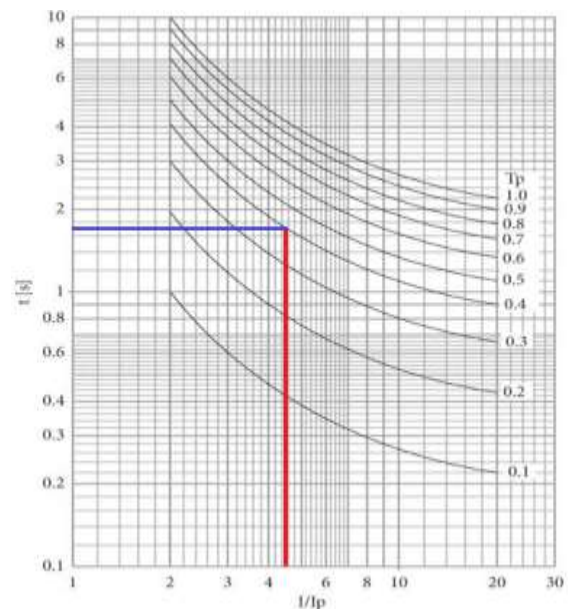
$$I_{hsrelai} = \frac{I_{hs}}{CT_{ratio}}$$

$$I_{hsrelai} = \frac{1812,88 \text{ A}}{400}$$



Gbr 4 Karakteristik waktu kerja arus *setting*

Karakteristik waktu kerja OCR terhadap arus gangguan hubung singkat 3 fasa dapat dilihat pada gambar 5.



Gbr 5 Karakteristik Waktu Kerja OCR Terhadap Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Berdasarkan tabel karakteristik relai pada gambar 5 dapat dilihat pada $T_p = 0,4$ dan $I = 4,532 \text{ A}$. Ketika ditarik garis pada nilai I (garis berwarna merah) menunjukkan garis tersebut bersinggungan dengan grafik T_p . Garis dari titik singgung menuju nilai t (garis berwarna biru) menunjukkan bahwa nilai $t = 1,76 \text{ s}$. Hal ini menunjukkan bahwa ketika terjadi arus gangguan hubung singkat 3 fasa, relai akan bekerja pada $t = 1,76 \text{ s}$ untuk memerintahkan PMT melakukan trip.

2. Setting waktu

Setting waktu yang digunakan adalah *normal invers time* dengan persamaan sebagai berikut:

$$t_{set} = \frac{0,14}{I^{0,02} - 1} tms$$

$$t_{set} = \frac{0,14}{(4,532)^{0,02} - 1} \times 0,4$$

$$t_{set} = 1,825 s$$

Hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel karakteristik relai pada arus sumbu X = 4,532 A dengan Tp = 0.4 menunjukkan pada sumbu Y waktu tripnya adalah 1,825 s.

Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan dengan karakteristik pada gambar 4.5, sehingga dapat dihitung kesalahan pembacaan dalam % sebesar.

$$t\% = \left(1 - \frac{1,76}{1,825}\right) \times 100 \%$$

$$t\% = 3,56 \%$$

Dengan akurasi = 100 % - 3.56 % = 96.43 %. Hal ini disebabkan akurasi relai dan akurasi *Current Transformer*.

B. Perbandingan Current Transformer

Transformator arus (*Current Transformer*) merupakan peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi.

Untuk keperluan proteksi *Over Current Relay* pada *Diesel Engine Generator (DEG-350 KW)* digunakan Transformator arus (*Current Transformer*) dengan perbandingan arus primer terhadap arus sekunder sebesar 2000:5 A atau 400:1 A, Sehingga Arus yang mengalir dari sisi sekunder *Current Transformer* menuju OCR adalah sebagai berikut:

1. Arus Nominal

Arus nominal yang dihasilkan generator adalah 527 A, sehingga arus yang keluar dari CT menuju OCR adalah:

$$I_{nsekunder} = \frac{I_{nprimer}}{CT_{ratio}}$$

$$I_{nsekunder} = \frac{527 A}{400}$$

$$I_{nsekunder} = 1,3175 A$$

Jadi, Arus nominal yang keluar dari CT lalu masuk ke OCR adalah sebesar 1,3175 A.

2. Arus Setting

Arus *setting* yang digunakan adalah 595,51 A, sehingga arus yang keluar dari CT menuju OCR adalah:

$$I_{ssekunder} = \frac{I_{sprimer}}{CT_{ratio}}$$

$$I_{ssekunder} = \frac{595,51 A}{400}$$

$$I_{ssekunder} = 1,489 A$$

Jadi, Arus *setting* pada OC sebesar 1,489 A.

3. Arus Gangguan

Arus gangguan hubung singkat 3 fasa yang terjadi generator adalah 1812,88A sehingga arus yang mengalir dari CT menuju OCR adalah:

$$I_{hssekunder} = \frac{I_{hsprimer}}{CT_{ratio}}$$

$$I_{hssekunder} = \frac{1812,88 A}{400}$$

$$I_{hssekunder} = 4,532 A$$

Jadi, Arus gangguan hubung singkat 3 fasa yang keluar dari CT lalu masuk ke OCR sebesar 4,532 A.

V. KESIMPULAN

Menurut hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan berupa:

1. *Diesel Engine Generator (DEG 350 KW)* dilengkapi dengan *Over Current Relay (OCR)* sebagai salah satu peralatan proteksi. *Over Current Relay (OCR)* berfungsi untuk melindungi *Diesel Engine Generator (DEG 350 KW)* dari arus lebih akibat gangguan hubung singkat. Gangguan hubung singkat 3 fasa yang terjadi adalah sebesar 1812,88 A.
2. *Setting Over Current Relay (OCR)* pada *Diesel Engine Generator (DEG-350 KW)* terbagi atas setting waktu dan setting arus. *Setting* waktu kerja *Setting Over Current Relay (OCR)* menurut hasil perhitungan adalah sebesar 1.825 s dan *setting* arus adalah sebesar 595,51 A atau 1,489 A pada *relay*.
3. *Current Transformer* digunakan untuk menurunkan arus dengan perbandingan tertentu sehingga arus yang masuk ke relay sesuai dengan *rating* kerja Relay, perbandingan *Current Transformer* yang digunakan adalah sebesar 2000:5 A, atau jika disederhanakan sebesar 400:1 A. Arus nominal keluar dari CT sebesar 1,3175 A. Arus *setting* pada OCR adalah sebesar 1,489 A. Arus gangguan hubung singkat 3 fasa yang keluar dari CT sebesar 4,532 A

REFERENSI

- [1] Saadat, H. (2010). **Power System Analysis Third Edition**. New York: McGraw-Hill.
- [2] Setyorini, L. T. (2017). **Pengujian Karakteristik Relai Arus Lebih Tipe PCS-9691E Menggunakan Alat Uji Current Injector**. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [3] Susanto, I., Sunanda, W., & Kurniawan, R. (2019). **Analisis Pembangkit Tenaga Diesel di Pulau Celagen**. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat*, 122-126.
- [4] Tasiam, F. J. (2017). **Proteksi Sistem Tenaga Listrik**. Yogyakarta: Teknosain.
- [5] Weady, B. (2018). **Sistem Tenaga Listrik, Edisi Ketiga**. Jakarta: Aksara Persada Indonesia.