

Evaluasi Kinerja Rele Arus Lebih Dan Rele Diferensial pada Generator Kapasitas 100 Mw

Nurida Ulfah Maharani¹, Agung Trihasto², Deria Pravitasari³

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Tidar

email: maharaniulva@gmail.com¹, agungtrihasto@gmail.com², deria.pravitasari@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Sistem proteksi berfungsi untuk melindungi peralatan dari kerusakan pada saat terjadinya gangguan serta melokalisasi gangguan agar tidak meluas. Sistem proteksi yang bekerja diharapkan sesuai dengan standard, sehingga kerugian yang tidak diinginkan dapat dihindarkan, terutama pada peralatan vital seperti pada generator. Rele proteksi seperti rele arus lebih dan rele diferensial digunakan untuk melindungi generator dari gangguan. Oleh karena itu, untuk menghindari kesalahan kerja dari rele proteksi generator maka akan dilakukan evaluasi kinerja rele arus lebih dan rele diferensial pada generator kapasitas 100 MW PLTGU, khususnya rele proteksi pada generator unit I. Simulasi kinerja rele arus lebih dan rele diferensial dilakukan dengan menggunakan software ETAP (Electric Transient Analysis Program) 16.00. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dilakukan evaluasi kinerja antara rele arus lebih dan rele diferensial, setting rele proteksi generator masih layak untuk digunakan, kecuali rele arus lebih yang mengalami perubahan dari nilai eksisting. Sebelum di evaluasi pada setting rele arus lebih unit I setting TMS sebelum dilakukan evaluasi bekerja dalam waktu 10s, sedangkan setting TMS setelah dilakukan evaluasi bekerja dalam waktu 1s. Rele arus lebih jika terlalu lama dalam menanggapi gangguan dapat menyebabkan kerusakan pada generator, sehingga nilai TMS harus di evaluasi.

Kata Kunci: generator, rele arus lebih, rele diferensial

ABSTRACT

The protection system serves to protect the equipment from damage at the time of disturbance and to localize the disturbance so that it does not spread. The working protection system is expected to comply with standards, so that unwanted losses can be avoided, especially in vital equipment such as generators. Protection relays such as overcurrent relays and differential relays are used to protect the generator from interference. Therefore, to avoid the work error of the generator protection relay, an overcurrent relay and differential relay performance evaluation will be carried out on the 100 MW PLTGU generator, especially the protection relay on the generator unit I. ETAP (Electric Transient Analysis Program) 16.00. The results showed that after evaluating the performance between the overcurrent relay and the differential relay, the generator protection relay setting was still feasible to use, except for the overcurrent relay which had a change from the existing value. Before evaluating the overcurrent relay setting unit I, the TMS setting before the evaluation works within 10s, while the TMS setting after evaluation works within 1s. An overcurrent relay if it takes too long to respond to a fault can cause damage to the generator, so the TMS value must be evaluated.

Keywords: generator, overcurrent relay, differential relay

I. PENDAHULUAN

Salah satu komponen utama dalam sistem pembangkitan adalah generator. Oleh karena itu, generator harus dilindungi dari semua kemungkinan-kemungkinan gangguan dan kondisi abnormal yang terjadi, baik gangguan yang berasal dari dalam generator itu sendiri maupun gangguan yang berasal dari bagian-bagian lain sistem tenaga listrik (Farkhani, 2019) [1]. Suatu keadaan abnormal seperti arus beban lebih dapat mengakibatkan pemanasan yang berlebih pada sistem sehingga dapat memperpendek usia pakai peralatan listrik. Besarnya arus listrik yang mengalir

dapat merusak peralatan listrik jika tidak dilengkapi dengan sistem proteksi yang tepat (Khederzadeh, 2016) [2].

Rele arus lebih akan beroperasi jika arus yang melewati coil operasi lebih tinggi dari nilai *setting*. Nilai *setting* adalah arus beban maksimum yang telah ditetapkan, rele tidak dapat beroperasi jika nilai arus berada di bawah nilai *setting*nya, apabila arus yang melewati melebihi nilai *setting* rele akan beroperasi. Prinsip kerja rele ini bekerja terhadap arus lebih, rele

arus lebih akan bekerja bila arus yang mengalir melebihi nilai *setting*nya (*Is*) (Pandjaitan, 2012) [3].

Rele diferensial merupakan salah satu rele proteksi utama pada generator saat terjadi gangguan hubung singkat (*short circuit*) di *internal* generator. Rele diferensial bekerja secara cepat dan selektif berdasarkan keseimbangan (*balance*) yaitu perbandingan arus pada kedua sisi saluran melalui suatu perantara yaitu trafo arus (Fitriyani, 2017) [4].

Menurut Bedekar, Prashant, dkk (2016) [5] diperlukan koordinasi yang tepat untuk menentukan waktu saat rele harus beroperasi dimanapun letak terjadi gangguan, sehingga gangguan harus diminimalisir seminimal mungkin. Koordinasiantar rele juga menentukan keandalan suatu sistem tenaga listrik. Salah satu koordinasi yang harus selalu dievaluasi adalah koordinasi antar rele arus lebih dan rele diferensial. Sehingga energi listrik yang disalurkan ke jaringan dapat selalu terpenuhi.

Artikel ini ditulis untuk menunjukkan evaluasi kinerja rele arus lebih dan rele diferensial yang disebabkan oleh arus hubung singkat pada generator kapasitas 100 MW. Proses evaluasi dilakukan menggunakan data hasil pengujian rele arus lebih dan rele diferensial yang dibandingkan dengan perhitungan secara manual.

Manfaat yang diharapkan dari penulisan artikel ini untuk menyampaikan informasi hasil evaluasi kinerja rele arus lebih dan rele diferensial kepada khalayak yang membutuhkan. Dari hasil penelitian akan didapatkan penyetelan yang sesuai dari kinerja rele arus lebih dan rele diferensial pada generator sehingga dapat memberikan keandalan kerja pada pembangkitan sesuai standar yang sudah ditentukan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat diketahui bahwa gangguan hubung singkat dapat menyebabkan aliran arus menjadi besar, besarnya arus listrik yang mengalir dapat merusak peralatan listrik. Kenaikan arus dapat diminimalisir dengan melakukan evaluasi kinerja rele arus lebih dan rele diferensial.

II. LANDASAN TEORI

Keandalan pada suatu sistem tenaga listrik dibutuhkan untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik hingga ke konsumen. Jumlah gangguan yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik menjadi acuan dalam menentukan keandalan pada sistem tenaga listrik. Keandalan yang baik membutuhkan suatu sistem proteksi yang koordinatif dalam suatu sistem kelistrikan.

Generator merupakan alat untuk memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanis. Generator terdiri dari dua bagian utama yaitu rotor dan stator. Rotor terletak satu poros dengan turbin, sehingga apabila turbin berputar rotor pun ikut berputar secara otomatis. Magnet yang berputar ini akan memproduksi tegangan pada kawat setiap kali sebuah kutub melewati lilitan yang ada di stator. Tegangan inilah yang kemudian akan menjadi listrik.

Rele proteksi sangat diperlukan pada peralatan pembangkit. Rele proteksi merupakan suatu perangkat kerja yang memiliki fungsi dan peranan antara lain memberikan sinyal alarm dengan tujuan mengisolir gangguan atau kondisi yang tidak normal, melepas peralatan yang berjalan tidak normal untuk mencegah timbulnya kerusakan, melokalisir kemungkinan dampak akibat gangguan dengan memisahkan peralatan yang terganggu dari sistem, dan melepas peralatan atau bagian yang terganggu secara cepat dengan maksud menjaga stabilitas sistem.

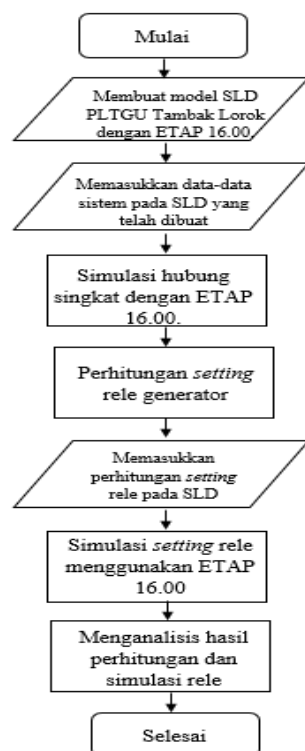
Rele arus lebih bekerja dengan membaca *input* berupa besaran arus kemudian membandingkan dengan nilai *setting*, apabila nilai arus yang terbaca oleh rele melebihi nilai *setting*, maka rele akan mengirim perintah *trip* (lepas) kepada Pemutus Tenaga (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) setelah tunda waktu yang diterapkan pada *setting*. Rele arus lebih memproteksi instalasi listrik terhadap gangguan antar fasa. Supaya rele arus lebih dapat mengamankan peralatan dari arus lebih dengan tepat dan dapat memberikan *back-up* kepada pengaman arus lebih yang lain, karakteristik *trip relay* perlu dilengkapi dengan tundaan waktu kerja (*time delay*). Artinya, apabila arus input melebihi ambang kerjanya, masih diperlukan alat pengontrol yang memutuskan apakah rele menutup kontak *output*-nya seketika itu juga, ataukah perlu ditunda sampai beberapa saat kemudian.

Rele diferensial adalah rele jenis pengaman utama dalam sistem tenaga listrik, rele jenis ini dapat bekerja seketika (*instantaneous*) dan dapat bekerja tanpa koordinasi dari rele sekitarnya. Sehingga waktu *time delay* dari rele ini dapat dibuat secepat mungkin, zona perlindungannya pun dibatasi oleh dua buah *current transformer* (CT) sehingga menjadikannya sebagai rele utama. Rele diferensial tidak dapat dijadikan sebagai pengaman rele cadangan karena pada proses instalasinya diapit oleh kedua CT (*incoming dan outgoing*). Proteksi rele diferensial bekerja dengan cara keseimbangan arus. Prinsip kerja rele ini berdasarkan keseimbangan (*balance*), yakni membandingkan dua arus CT (arus masuk dan arus keluar generator).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dalam jangka waktu 6 bulan yaitu dimulai pada bulan Maret 2020 hingga September 2020. Berlokasi di PLTGU Tambak Lorok Semarang. Dalam penelitian ini digunakan alat-alat penelitian untuk membantu penulis menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Alat yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan berupa laptop, sedangkan perangkat lunak dalam penelitian ini yaitu *Microsoft Office* dan *software ETAP (Electrical Transient Analysis Program) 16.00*.

Dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir, penulis melakukan beberapa alur tahapan yang harus dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Pada Gambar 1 langkah penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Membuat *single line diagram* rele arus lebih dan rele diferensial pada PLTGU Tambak Lorok, pemodelan sld ini untuk memudahkan dalam simulasi dan analisis *setting* rele proteksi generator.
2. Memasukkan data-data sistem yang didapat dari PT. Indonesia Power UP Semarang pada model sld yang telah dibuat di ETAP 16.00
3. Melakukan simulasi hubung singkat pada ETAP 16.00.
4. Melakukan perhitungan *setting* rele proteksi pada generator.
5. Memasukkan hasil perhitungan *setting* rele proteksi ke sld yang telah dibuat di ETAP 16.00.

6. Melakukan simulasi *setting* rele proteksi generator untuk melihat kerja dari rele-rele tersebut.
7. Menganalisis hasil perhitungan dan simulasi *setting* rele proteksi generator.

IV. PEMBAHASAN

Data-data dan referensi yang didapat di lapangan dari PT. Indonesia Power UP Semarang akan digunakan untuk input data sistem pada simulasi jaringan saat pembuatan *single line diagram* sesuai dengan komponen peralatan di jaringan berdasarkan tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data dan Spesifikasi Rele Arus Lebih dan Rele Diferensial

Spesifikasi Rele Arus Lebih	
Merk	General Electric Multilin
Type	12IFC53B1A
Karakteristik	Very Inverse
Tap Time Overcurrent	4A
TMS	10s
Tap Instantaneous Overcurrent	40
Ratio CT	10000/5
Spesifikasi Rele Diferensial	
Merk	General Electric Multilin
Type	12STD16C3A
Differential Type	Percentage Differential with Harmonic Restraint
Setting Range :	
$I_{setting}$	5 A
Slope	25 %

Perhitungan *setting* rele arus lebih sesuai persamaan (1)-(4) dibawah ini:

$$I_n = \frac{S \text{ (kV A)}}{V \text{ (kV)} \sqrt{3}} \dots \dots \dots (1)$$

$$I_s \text{ primer} = 1,05 \times I_n \dots \dots \dots (2)$$

$$I_s \text{ sekunder} = I_s \text{ primer} \times \frac{CT \text{ sekunder}}{CT \text{ primer}} \dots \dots \dots (3)$$

$$TMS = \frac{\left\{ \left(\frac{I_{hs}}{I_s} \right) - 1 \right\} \times top}{13,5} \dots \dots \dots (4)$$

Perhitungan *setting* rele diferensial sesuai persamaan (5)-(8) dibawah ini:

$$I_{n1} = \frac{S}{\sqrt{3}V} \dots \dots \dots (5)$$

$$I_{n2} = \frac{S}{\sqrt{3}V} \dots \dots \dots (6)$$

$$I_{rating} = 110\% \times I_n \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Error mismatch} = \text{Rasio } CT_2 \times \frac{V_s}{V_p} \dots \dots \dots (8)$$

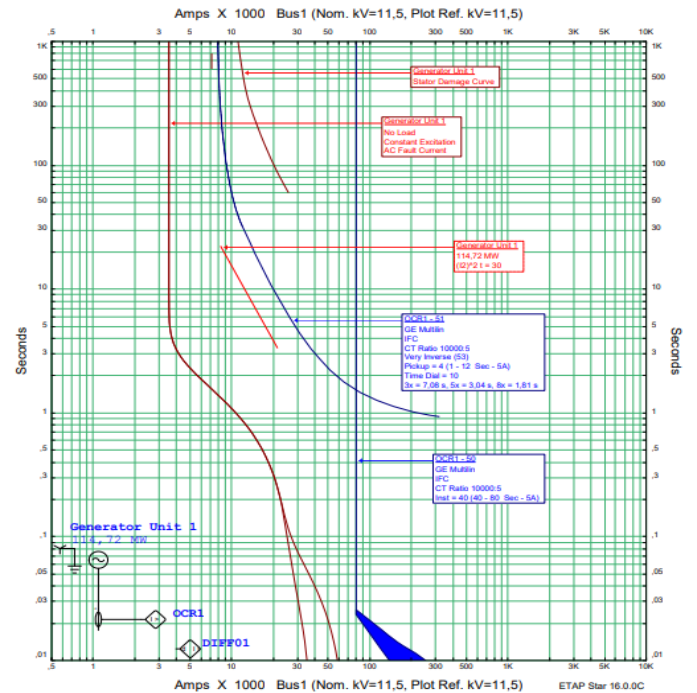
I_p = rasio CT x $I_{sc \text{ max}}$ primer
 I_s = rasio CT x $I_{sc \text{ max}}$ sekunder
 $I_{set 1}$ = slope 1 x I_r
 $I_{set 2}$ = slope 2 x I_r

Berdasarkan data *setting eksisting* dan data *setting* hasil perhitungan rele proteksi, dibawah ini ditunjukkan tabel analisis perbandingan *setting* rele proteksi antara nilai *eksisting* dan hasil perhitungan yang disajikan dalam Tabel 2 dibawah ini.

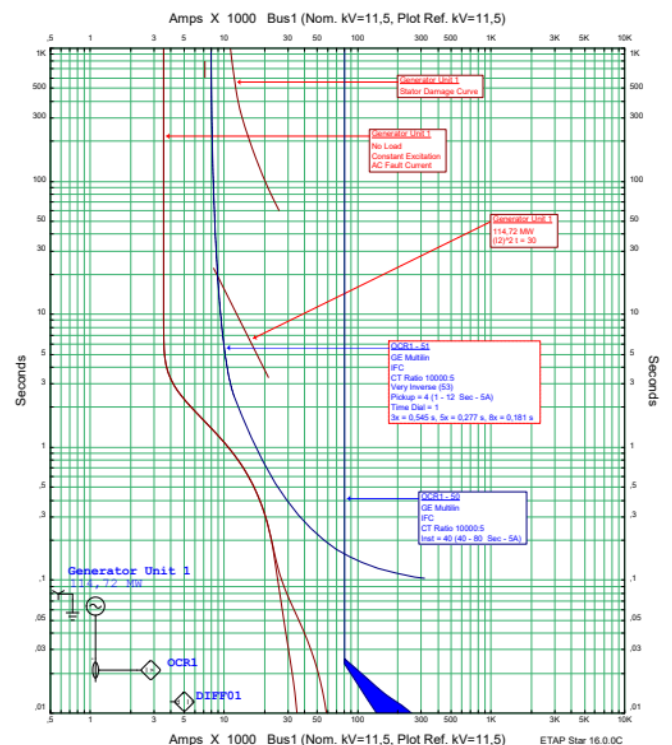
Tabel 2. Perbandingan *Setting* Rele Proteksi Antara *Eksisting* dan Hasil Perhitungan

Uraian	<i>Eksisting</i>	Hasil Perhitungan
Rele Arus Lebih (50/51)	Unit I	Unit I
• $I_{setting}$ (A)	4	4
• TMS (detik)	10	1
Rele Diferensial (87G)	Unit I	Unit I
• % Slope gangguan didalam (%)	25	25
• $I_{setting}$ gangguan didalam (A)	5	4,945
• % Slope gangguan diluar (%)	100	100
• $I_{setting}$ gangguan diluar (A)	20	19,799

Hasil evaluasi sesuai pada tabel 2 diatas menunjukkan bahwa *setting* rele diferensial tidak menunjukkan selisih perbedaan yang terlalu jauh, sehingga rele diferensial yang terpasang bekerja secara optimal. Pada rele arus lebih di unit I terdapat perbedaan nilai TMS antara *eksisting* dari hasil perhitungan tersebut. Pada unit I nilai TMS *eksisting* dapat bekerja dalam waktu 10 detik, dan TMS hasil perhitungan dapat bekerja dalam waktu 1 detik. Kurva *setting* rele arus lebih unit I antara *eksisting* dan hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu sebelum dilakukan evaluasi atau sesuai nilai *eksisting* dan Gambar 3 setelah dilakukan evaluasi sesuai dengan hasil perhitungan.



Gambar 2. Kurva setting rele arus lebih unit I sebelum dilakukan evaluasi (*eksisting*)



Gambar 3. Kurva setting rele arus lebih unit I setelah dilakukan evaluasi

Berdasarkan Gambar 2 kurva *setting* sebelum dilakukan evaluasi sesuai nilai *eksisting* rele 50/51 memiliki nilai *setting* diatas *damage curve* generator, sehingga bila terjadi hubung singkat di Bus 1, Bus 3, dan Bus 4 akan menyebabkan generator rusak. Setelah di evaluasi berdasarkan Gambar 3 *setting* rele arus lebih

memiliki nilai *setting* dibawah *damage curve generator*. Dengan *setting* demikian, apabila terjadi hubung singkat di Bus 1, Bus 3, dan Bus 4 maka rele 50/51 akan mampu mengamankan generator dari kerusakan akibat dari arus hubung singkat.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil evaluasi kinerja antara rele arus lebih dan rele diferensial pada generator kapasitas 100 MW di PLTGU Tambak Lorok Semarang, maka dapat disimpulkan bahwa *setting* rele proteksi generator masih layak untuk digunakan, setelah dievaluasi hasil yang diperoleh dari *setting* rele diferensial tidak menunjukkan selisih perbedaan yang terlalu jauh, sehingga rele diferensial yang terpasang bekerja secara optimal. Pada rele arus lebih di unit I terdapat perbedaan nilai TMS antara eksisting dari hasil perhitungan tersebut. Pada unit I nilai TMS eksisting bekerja dalam waktu 10 detik, dan TMS hasil perhitungan bekerja dalam waktu 1 detik. Apabila terjadi gangguan jika rele arus lebih terlalu lambat dalam menanggapi gangguan maka dapat menyebabkan kerusakan pada generator sehingga nilai TMS harus di evaluasi

REFERENSI

- Arun Phadke. 2001. *Power System Protection*. Boca Raton, USA: CRC Press LLC.
- Bedekar, P. P., Bhide, S. R., & Kale, V. S. (2016, December). Optimum coordination of overcurrent relays in distribution system using genetic algorithm. In *2009 International Conference on Power Systems* (pp. 1-6). IEEE.
- Blackburn, dkk, 2007. *System Protection Defferensial Relay*. IEEE C37.90.
- Divya, Reshma. 2013. *Optimal Coordinations Of Protective Relays*. India. IEEE, 978-1-4673-6030-2/13.
- Farkhani, J., Najafi, A., Zareein, M., Godina, R., & MG Rodrigues, E. (2019). Impact of Recloser on Protecting Blind Areas of Distribution Network in the Presence of Distributed Generation. *Applied Sciences*, 9(23), 5092.
- Fitriani. 2017. Analisis Penggunaan Rele differensial sebagai Proteksi pada Transformator Daya 16 MVA di Gardu Induk Jajar. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- IEEE Guide for Abnormal Frequency Protection for Power Generating Plants. Standar IEEE C37.106-1987.
- IEEE Guide for AC Generator Protection. Standar IEEE C37.102-1987.
- Khederzadeh. 2006. *Back-up Protection Of Dictance Relay Second Zone By Directional Overcurrent Relays With Combined Curves*. Iran. IEEE, 1-4244-0493-2/06.
- Meyga Pranata Juanda. 2015. Evaluasi *Setting* Rele Arus Lebih (OCR) pada Beban Motor dan Generator 13,8 Kv Di Plant PT Petrochina International Jabung Ltd. Betara Complex Development. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Diponegoro Semarang.
- Novi Arianto. 2012. Koordinasi Rele Arus Lebih Pada Sistem Kelistrikan PT. Pertamina UBEP Tanjung Setelah Penambahan Beban Dan Pembangkit Baru. Jurnal. Program Studi Teknik Tenaga Listrik. Institut Teknologi Bandung.
- Pandjaitan, Bonar. 2012. Praktik – Praktik Proteksi System Tenaga Listrik. Yogyakarta : Andi Offset
- Pravitasari, D., & Nisworo, S. (2017, November). New and renewable energy: a review and perspectives. In *2017 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET)* (pp. 284-287). IEEE.
- Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems*. IEEE 242. 2001.
- PT. PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan Udiklat Semarang. 2006. *Pemeliharaan Relay Differential*. PT. PLN (Persero).
- Warsito, Adhi. Analisis Evaluasi *Setting Relay OCR* sebagai Proteksi pada Jaringan Distribusi dengan Pembangkitan Terdistribusi (Studi Kasus pada Penyulang BSB 4, Kendal-Jawa Tengah). *Transient*, Vol.2, No. 3, September 2013, ISSN: 2302-9927, 744.
- Yuniarto. 2015. *Setting Relay Differensial* Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi. Teknik Elektro. Universitas Diponegoro Semarang

THETA OMEGA: Journal of Electrical Engineering, Computer, and Information Technology. 2021
e-ISSN: 2745-6412
p-ISSN: 2797-1740