

LEMBARAN PENGESAHAN

**“STUDI ANALISA *SETTING* RELAI ARUS LEBIH
PADA GENERATOR DI PLTGU RIAU”**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

HAZNA DEVA SHAFIRA
NPM : 2310017111042

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Ir. Cahayahati, MT
NIDN : 1010106201

Diketahui Oleh

**Fakultas Teknologi Industri
Dekan,**

**Jurusan Teknik Elektro
Ketua,**

Prof. Dr.Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T
NIDN : 1012097403

Ir. Arzul, MT
NIDN : 1027086201

LEMBAR PENGUJI
“STUDI ANALISA *SETTING* RELAI ARUS LEBIH
PADA GENERATOR DI PLTGU RIAU”

SKRIPSI

HAZNA DEVA SHAFIRA

NPM : 2310017111042

Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi

Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

Hari : Sabtu, 22 Februari 2025

No. Nama

Tanda Tangan

1. **Ir. Cahayahati, MT**
(Ketua dan Penguji)

.....

2. **Ir. Arnita, MT**
(Penguji)

.....

3. **Dr. Indra Nisja, M.Sc**
(Penguji)

.....

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul “Studi Analisa Setting Relai Arus Lebih Pada Generator Di Pltgu Riau” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 11 Maret 2025

Hazna Deva Shafira
NPM : 2310017111042

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Studi Analisa Setting Relai Arus Lebih pada Generator di PLTGU Riau*" ini dengan baik. Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini yaitu sebagai persyaratan untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta (Papa, Mama, Bang Findi, Putri, Daniel, Roy) yang selalu memberikan dukungan tanpa henti, kasih sayang, dan doa yang tiada putusnya. Kalian adalah sumber inspirasi dan kekuatan penulis dalam menghadapi segala tantangan.
2. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas BungHatta
4. Bapak Ir. Cahayahati, MT selaku Dosen Pembimbing
5. Bapak Mirza Zoni S.T, MT selaku Penasehat Akademis.
6. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
7. Rekan dan teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi, Teknik Elektro Kelas Mandiri angkatan 2023. Terimakasih atas dukungan dan terus memberikan semangat serta masukan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang.

Pekanbaru, 11 Maret 2025

Hazna Deva Shafira

ABSTRAK

Gas Turbin Generator membutuhkan sistem proteksi untuk melindungi peralatan listrik dari gangguan kerusakan yang terjadi, salah satunya adalah proteksi arus lebih atau *Over Current Relay* (OCR). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai setting waktu dan arus pickup OCR yang tepat pada Gas Turbin Generator 11.5 kV di PLTGU Riau. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data parameter dan *setting* OCR pada generator tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan arus gangguan hubung singkat, serta perhitungan setting OCR dengan standar IEC 60255 yang disimulasikan menggunakan perangkat lunak ETAP.

Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat menggunakan *softwarer* ETAP menunjukkan bahwa arus hubung singkat yang mengalir dari Generator gas turbin menuju bus 1 adalah sebesar 25,8956 kA dan arus hubung singkat yang mengalir dari bus 5 menuju bus 1 adalah sebesar 20,8272 kA. Sehingga arus hubung singkat total pada bus 1 mencapai 46,722 kA. Kemudian hasil perhitungan setting Over Current Relay menggunakan *softwarer* ETAP didapatkan waktu operasi Over Current Relay sebesar 0,119 s dengan arus pickup 1,028 A dan TMS 0,42 s dan juga diketahui arus pickup pada existing sebesar 1,030 A dan TMS 0,46 s. Dari nilai tersebut dapat dilihat bahwa setting Over Current Relay (OCR) dalam penelitian telah sesuai dengan standar karakteristik kurva pada IEC 60255 dengan waktu setting relay yang baik sesuai kebutuhan generator gas turbin PLTGU RIAU.

Kata Kunci: *Generator, Over Current Relay, Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat, ETAP*

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Penelitian.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	7
2.2.2 Gangguan Hubung Singkat pada Sistem Tenaga Listrik	11
2.2.2.1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	13
2.2.2.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	14
2.2.2.3 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah.....	15
2.2.3 Sistem Proteksi Arus Lebih.....	17
2.2.3.1 Relai Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>).....	18
2.2.3.2 Relai Arus Lebih Seketika (<i>Moment-Instantaneous</i>).....	19
2.2.3.3 Relai Arus Lebih Waktu Tertentu (<i>Definite Time</i>)	19
2.2.3.4 Relai Arus Lebih Berbanding Terbalik (<i>Invers</i>)	20

2.2.3.5	Penyetelan <i>Over Current Relai</i> (OCR)	20
2.2.3.6	Pemutus Tenaga (PMT)	23
2.2.3.7	Trafo Arus (<i>Current Transformer / CT</i>)	24
2.2.4	ETAP	25
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.1.1	Alat Penelitian	27
3.1.2	Bahan Penelitian	27
3.2	Studi Penelitian	28
3.2.1	Gangguan Hubung Singkat	28
3.2.2	Menghitung Impedansi	29
3.2.3	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	29
3.2.4	GE Multilin 60	30
3.2.5	Setting OCR	31
3.2.6	ETAP	32
3.3	Metode	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Pengumpulan Data	37
4.2	Pembahasan	40
4.2.1.	Pengolahan Data	40
4.2.1.1	Menghitung Impedansi	40
4.2.1.2	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	46
4.2.1.3	Menghitung Setting waktu OCR	48
4.2.1.4	Simulasi <i>Over Current Relay</i> dengan <i>Softwarer</i> ETAP 19.0.1.	49
4.2.2.	Analisa Data	53

BAB V PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja PLTGU	8
Gambar 2. 2 Komponen Gas Turbin Generator	9
Gambar 2. 3 Proses Produksi Listrik pada GTG	11
Gambar 2. 4 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	13
Gambar 2. 5 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa.....	14
Gambar 2. 6 Gangguan Tiga Fasa ke Tanah	16
Gambar 2. 7 Karakteristik Waktu Relai Arus Lebih Seketika (<i>Instantaneous</i>) ..	19
Gambar 2. 8 Karakteristik Waktu Relai Arus Lebih Waktu Tertentu (<i>Definite Time</i>)	20
Gambar 2. 9 Karakteristik Waktu Relai Arus Lebih Berbanding Terbalik (<i>Invers</i>).....	20
Gambar 2. 10 Bagian Utama Trafo Arus.....	24
Gambar 3. 1 Single Line Diagram Konfigurasi Sistem Riau Error! Bookmark not defined.	
Gambar 3. 2 Diagram Blok Fungsional Sumber: GE Grid Solutions, 2024	31
Gambar 3. 3 Nomor dan Fungsi Perangkat Sumber: GE Grid Solutions, 2024. .	31
Gambar 4. 1 <i>Single Line</i> Diagram Konfigurasi Sistem Riau.....	37
Gambar 4. 2 Data Existing Setting OCR pada Generator Gas Turbin PLTGU Riau	40
Gambar 4. 3 Sistem Pembangkit PLTGU Riau	41
Gambar 4. 4 Hasil Perhitungan Impedansi Generator <i>Gas Turbin</i> 1 & 2 dengan ETAP	42
Gambar 4. 5 Hasil Perhitungan Impedansi Generator <i>Steam Turbin</i> dengan ETAP	43
Gambar 4. 6 Hasil Perhitungan Impedansi Transformator Gas Turbin dengan ETAP	44
Gambar 4. 7 Hasil Perhitungan Impedansi Transformator <i>Steam Turbin</i> dengan ETAP	45
Gambar 4. 8 Rangkaian Ekuivalen Sistem Pembangkit PLTGU Riau	46
Gambar 4. 9 Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat pada Bus 1 Generator Gas Turbin menggunakan ETAP	47

Gambar 4. 10	Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat pada Bus 5 Generator Gas Turbin menggunakan ETAP	48
Gambar 4. 11	<i>Single Line</i> Generator GAS Turbin Pembangkit PLTGU Riau....	50
Gambar 4. 12	Simulasi Proteksi OCR pada Generator Gas Turbin Unit 1	50
Gambar 4. 13	Diagram Proteksi OCR Generator Gas Turbin Unit 1.....	51
Gambar 4. 14	Simulasi Proteksi OCR pada Generator Gas Turbin Unit 2	52
Gambar 4. 15	Diagram Proteksi OCR Generator Gas Turbin Unit 2.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konstanta Karakteristik OCR.....	22
Tabel 4. 1 Data Generator <i>Gas Turbin</i> PLTGU RIAU	38
Tabel 4. 2 Data Generator <i>Steam Turbin</i> PLTGU RIAU	38
Tabel 4. 3 Data <i>Transformer</i> Generator <i>Gas Turbin</i> PLTGU Riau	39
Tabel 4. 4 Data <i>Transformer</i> Generator <i>Steam Turbin</i> PLTGU Riau	39
Tabel 4. 5 Data <i>Over Current Relay</i> (OCR) Generator Gas Turbin PLTGU Riau	39
Tabel 4. 6 Perhitungan Impedansi Generator <i>Gas Turbin</i> dengan <i>Softwarer</i> ETAP	41
Tabel 4. 7 Perhitungan Impedansi Generator Gas Turbin dengan <i>Softwarer</i> ETAP	43
Tabel 4. 8 Hasil setting waktu <i>Over Current Relay</i> (OCR) pada generator gas turbin PLTGU Riau	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern seperti sekarang ini, energi listrik menjadi salah satu kebutuhan utama masyarakat di segala aspek kehidupan, mulai dari rumah tangga, sekolah, perkantoran, hingga industri. Suatu sistem tenaga listrik pada dasarnya terdiri dari susunan pembangkit, transmisi, dan jaringan distribusi yang terhubung satu sama lain untuk membangkitkan, mentransmisikan dan mendistribusikan tenaga listrik tersebut hingga dapat dimanfaatkan oleh para pelanggan (Bonar, 2012). Dalam mendistribusikan energi listrik, tentu tidak lepas dari kemungkinan adanya gangguan internal dan eksternal. Gangguan internal dapat berasal dari peralatan yang tidak bekerja dengan benar, sedangkan gangguan eksternal dapat berasal dari ranting yang tersentuh kabel, badai, atau petir yang menyambar saluran. Gangguan ini bukan hanya permanen tetapi juga temporer, sehingga perlu kita antisipasi dengan sistem proteksi.

Sistem proteksi tenaga listrik adalah sistem pengaman yang dipasang pada sistem tenaga listrik seperti trafo, generator, transmisi, dan lain-lain agar dapat melindungi situasi yang tidak normal, seperti hubung singkat. Apabila terjadi gangguan, sistem akan mengisolasi gangguan agar tidak menyebar sehingga dapat melindungi manusia dari bahaya listrik. Peralatan proteksi yang biasa digunakan pada saluran distribusi adalah Circuit Breaker dan Over Current Relay (OCR) / relai arus lebih yang bekerja ketika ada hubung singkat yang berdampak pada kenaikan arus.

Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap (PLTGU) Riau 275MW merupakan salah satu Pembangkit di Kota Pekanbaru yang menyediakan listrik bagi PT PLN unit Tenayan Raya. Ada 4 penyulang yang berada di bawah kontrol PLTGU Riau 275MW, yakni Penyulang Tenayan Raya 1, Penyulang Tenayan Raya 2, Penyulang Pasir Putih 1, dan Penyulang Pasir Putih 2.

Sebagai bagian penting dari sistem pembangkit listrik, generator mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin menjadi energi listrik. Generator sangat sensitif terhadap berbagai gangguan selama operasinya, yang dapat mengganggu

sistem dan bahkan menyebabkan kerusakan peralatan. Gangguan arus adalah salah satu jenis gangguan yang paling sering terjadi pada generator. Jika tidak ditangani dengan cepat, gangguan ini dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada belitan generator (Fauziyah & Irwanto, 2022).

Sistem proteksi yang andal menjadi kebutuhan mutlak untuk mengamankan generator dari berbagai gangguan yang mungkin terjadi. Salah satu perangkat proteksi utama adalah relai arus lebih (*Over Current Relay/OCR*) yang berfungsi mendeteksi adanya arus yang melebihi nilai setting dan memberikan perintah trip pada circuit breaker untuk memisahkan generator dari sistem. Berdasarkan studi yang dipublikasikan dalam IEEExplore, koordinasi antara proteksi generator dan kurva kapabilitas generator menjadi aspek penting dalam merancang sistem proteksi yang optimal (Von Haebler et al., 2017).

Pada PLTGU Riau 275MW, terdapat sistem proteksi berupa Circuit Breaker yang memiliki komponen *Over Current Relay* (OCR) untuk mendeteksi adanya hubung singkat yang berdampak pada kenaikan arus. Circuit Breaker merupakan peralatan pengaman yang bekerja memutus tenaga apabila terjadi hubung singkat. OCR menggunakan arus yang melewatinya sebagai input. Jika arus yang melewatinya melebihi batas penyetelan maka relai akan bekerja untuk memerintahkan Circuit Breaker untuk memutus sistem distribusi listrik.

Berdasarkan panduan proteksi generator PLN, evaluasi setting relai arus lebih perlu dilakukan secara berkala untuk mengakomodasi perubahan konfigurasi sistem dan karakteristik beban. Hal ini menjadi lebih penting untuk pembangkit strategis seperti PLTGU Riau yang memiliki peran vital dalam menjaga stabilitas sistem kelistrikan regional.

Sejak mulai beroperasi tahun 2021 lalu, nilai beban selalu berubah dan belum pernah ada analisis khusus terkait setting proteksi OCR di PLTGU Riau, dimana proteksi ini memiliki fungsi yang sangat penting, oleh karena itu penulis perlu menganalisis setting OCR pada PLTGU untuk bisa mendapatkan nilai setting OCR yang tepat sehingga dapat dilakukan setting ulang dan proteksi OCR dapat bekerja secara efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang terdapat pada Analisis *Setting* OCR pada Gas Turbin Generator di PLTGU Riau 275MW adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan nilai *setting* OCR yang tepat pada Gas Turbin Generator di PLTGU Riau 275MW?
2. Bagaimana hasil perbandingan nilai *setting* OCR berdasarkan analisa melalui simulasi ETAP dengan nilai *setting* existing pada Generator Gas Turbin di PLTGU Riau 275MW?

1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan skripsi ini dapat terarah dan menghindari pembahasan yang terlalu luas maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *setting* pada Gas Turbin Generator dengan tegangan 11.5 kV di PLTGU Riau 275MW
2. Tipe modul OCR yang digunakan pada Gas Turbin Generator di PLTGU Riau 275MW adalah GE Multilin G60
3. Simulasi *setting* OCR hanya menggunakan aplikasi ETAP

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai *setting* OCR yang tepat pada Gas Turbin Generator 11.5 kV di PLTGU Riau 275MW dengan melakukan simulasi OCR di ETAP
2. Menganalisa nilai *setting* waktu dan arus pickup OCR yang tepat melalui simulasi OCR di ETAP sehingga dapat menentukan tingkat keakuratan *setting* OCR pada PLTGU Riau saat ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan pengetahuan dan pengembangan ilmu. Khususnya dalam menentukan nilai *setting* OCR pada Gas Turbin Generator 11.5 kV di PLTGU Riau 275MW

2. Bagi Perusahaan, dapat menjadikan nilai perhitungan rumus dan simulasi di ETAP sebagai acuan nilai *setting* OCR pada Gas Turbin Generator 11.5 kV di PLTGU Riau 275MW
3. Bagi pembaca, dengan penulis membahas judul ini dapat mempermudah pembaca untuk menentukan nilai *settin*