

**UNJUK KERJA SISTEM PROTEKSI
OVER AND UNDER VOLTAGE RELAY
PADA GENERATOR UNIT 1 ULPLTA MUSI**

TUGAS AKHIR

*Diajukan kepada Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Elektro sebagai Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya*



Oleh :

KHAIRUNNAFISAH

201913014

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK RAFLESIA

2023

**UNJUK KERJA SISTEM PROTEKSI
OVER DAN UNDER VOLTAGE RELAY
PADA GENERATOR UNIT 1 ULPLTA MUSI**

TUGAS AKHIR



Oleh :

KHAIRUNNAFISAH

201913014

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK RAFLESIA

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Menyelesaikan Program Diploma III (D3) Teknik Elektro,

Telah Diperiksa dan Disetujui

**JUDUL : UNJUK KERJA SISTEM PROTEKSI OVER DAN
UNDER VOLTAGE RELAY PADA GENERATOR
UNIT 1 ULPLTA MUSI**

NAMA : KHAIRUNNAFISAH

NPM : 201913014

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

JENJANG : DIPLOMA III

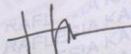
Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat, oleh karena itu
pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji,

Pembimbing Utama,



MERIANI MT
NIDN. 0213058101

Pembimbing Pendamping,



HAROLD HARRIMAN, M.T
NIDN. 0224048001

**Mengetahui,
Ketua Program Studi,**



MERIANI MT
NIDN. 0213058101

HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia

JUDUL : UNJUK KERJA SISTEM PROTEKSI OVER DAN
UNDER VOLTAGE RELAY PADA GENERATOR
UNIT 1 ULPLTA MUSI

NAMA : KHAIRUNNAFISAH

NPM : 201913014

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

JENJANG : DIPLOMA III

Telah dikoreksi dengan baik dan cermat, karena itu pembimbing menyetujui
mahasiswa tersebut untuk diuji

Curup, Agustus 2023

Tim Penguji:

Nama

Ketua : Agus Fajar Hariadi, M.T

Anggota : Anugrah Fitrah Gusnanda, M.Eng

Anggota : Harold Harriman, M.T

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

Mengetahui:
Direktur,


R. GUNAWAN, M.T
NIDN. 0210057303

Curup, Agustus 2023
Ketua Program Studi,


MERIANI.MT
NIDN. 0213058101

SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya berupa Tugas Akhir dengan judul: **"Unjuk Kerja Sistem Proteksi Over And Under Voltage Relay Pada Generator Unit 1 ULPLTA MUSI"**.

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia, merupakan karya asli dan sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan, jiplakan atau duplikasi dari karya ilmiah orang lain yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar pendidikan dilingkungan Politeknik Raflesia maupun di Perguruan Tinggi lain atau instansi manapun, kecuali yang bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh pihak Politeknik Raflesia, demikian surat pernyataan ini saya dengan sebenarnya.

Curup, Juli 2023
Yang Menyatakan,

KHAIRUNNAFISAH
NPM. 201913014

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)

TUGAS AKHIR

NAMA : KHAIRUNNAFISAH
NPM : 201913014
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
JENJANG : DIPLOMA III
JUDUL : UNJUK KERJA SISTEM PROTEKSI *OVER AND UNDER VOLTAGE RELAY* PADA GENERATOR UNIT 1 ULPLTA MUSI

Tugas akhir ini telah direvisi dan disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir serta diperkenankan untuk di perbanyak / dijilid.

No	Nama Tim Penguji	Jabatan	Tanggal	Tanda Tangan
1.	Agus Fajar Hariadi, M.T	Ketua		1. <i>AA</i>
2.	Anugrah Fitrah Gusnanda, M.Eng	Anggota		2. <i>AR</i>
3.	Harold Harriman, M.T	Anggota		3. <i>HR</i>

MOTTO

“ Be Kind, Be Humble, Be The Love”

-SM ENTERTAINMENT-

“The Possibility of all those possibilities being possible is just another possibility that can possibly happen”

-Mark Lee-

“Allah SWT tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kemampuannya”

-Q.S. Al-Baqarah:286-

“Life is actually very simple, you don't have to make it so complicated”

-Huang Xuxi-

“Jika kamu terburu-buru untuk sampai ke depan, kamu akan kehilangan banyak hal-hal yang penting,”

-Doh Kyungsoo-

“Sometimes you may feel down, but remember to keep going and stay strong!”

-Zhang Yixing-

“You're doing fine. Sometimes you're doing better. Sometimes you're doing worse, but at the end it's you. So i just want you to have no regrets i want you to feel yourself grow and just to love yourself.”

-Mark Lee-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikannya tugas akhir ini. Penulis mempersembahkannya kepada:

1. Kepada orang tua saya **Bapak Misdiarjo dan Ibu Novilareni**. Selaku orang tua penulis. Terimakasih atas segala do'a, kasih sayang, dukungan batin, materi dan bantuan tak ternilai lainnya yang telah diberikan kepada penulis hingga bisa mencapai titik ini. Semoga bapak dan ibu selalu sehat, bahagia dan berkah yang diberikan dapat dibalas oleh Allah SWT '*Aamiin ya Rabbal'alamin*'.
2. Kepada **Zalfa Zakiyah** selaku adik kandung penulis. Terimakasih atas dukungan yang selalu diberikan kepada penulis hingga saat ini. Semoga selalu diberikan kebahagiaan dan kesuksesan dalam kehidupan '*Aamiin ya Rabbal'alamin*'.
3. Dan salah satu hadiah kecil untuk yang selalu penulis rindukan dan sudah tidak bisa ditemui secara langsung dan memeluknya, nenek dan kembaran tercinta **Almh. Maryatulaini & Alm. M. Abdurun Nafis** yang selalu mendoakan penulis semasa hidupnya, memberikan penulis nasihat dan memberikan penulis banyak dorongan untuk menggapai cita-cita yang diinginkan.
4. Teman-teman seperjuangan di Prodi Teknik Elektro Politeknik Raflesia.
5. Terakhir, diri saya sendiri, **KHAIRUNNAFISAH** atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir ini. Semoga saya tetap selalu rendah hati, karena ini baru awal dari semuanya....

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat, kekuatan dan kesabaran kepada penulis sehingga Tugas Akhir dengan judul “**Unjuk Kerja Sistem Proteksi *Over and Under Voltage Relay* Pada Generator Unit 1 ULPLTA MUSI**” ini dapat diselesaikan. Sholawat beserta salam selalu kita haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW yang telah mengubah zaman kebodohan menjadi zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Diploma III Teknik Elektro Politeknik Raflesia. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang dengan tulus dan ikhlas memberikan moril dan materil serta doanya dalam pembuatan tugas akhir.

Selain itu, dalam Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak berupa bimbingan, motivasi dan petunjuk dalam bentuk tulisan maupun secara lisan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terutama kepada yang terhormat :

1. Ibu Meriani, M.T. selaku Pembimbing I dalam penulisan tugas akhir ini.

Terima kasih atas kritik, saran dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan baik.

2. Bapak Harold Harriman, M.T. selaku Pembimbing II dalam penulisan tugas akhir ini. Terima kasih telah meluangkan waktu, memberikan kritik, saran dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan baik.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu hingga Laporan Akhir ini dapat diselesaikan baik secara moril maupun materil kepada:

1. Bapak R.Gunawan, M.T. selaku Direktur Politeknik Raflesia.
2. Ibu Meriani, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia.
3. Bapak Martin Wahyunus. selaku Manager ULPLTA Musi.
4. Bapak Eko Noviarman Roes selaku kepala K3 ULPLTA Musi.
5. Bapak Yodin Juhari, selaku pembimbing penelitian ULPLTA Musi.
6. Seluruh Dosen, Karyawan Administrasi, dan Bengkel pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia.
7. Kedua orang tua, Saudara perempuan yang memberikan dukungan, doa dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan serta Tugas Akhir ini.
8. Kepada sahabat serta teman seperjuangan yang telah memberikan motivasi dan juga semangat selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini baik berupa tenaga dan pikiran yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih belum sempurna mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, saran serta kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan tugas akhir selanjutnya dan penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa elektro pada khususnya serta para pembaca pada umumnya.

Curup, Juli 2023
Penyusun,

KHAIRUNNAFISAH
NPM. 201913014

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI	v
LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3

1.6 Kegunaan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	5
2.2 Generator	5
2.2.1 Jenis-Jenis Generator	6
2.2.2 Bagian-Bagian Generator Sinkron (AC).....	8
2.3 Sistem Proteksi Generator	10
2.3.1 Sistem Relay Proteksi	10
2.3.2 Klasifikasi Relai.....	15
2.4 <i>Over Voltage Relay</i>	16
2.5 <i>Under Voltage Relay</i>	18
2.6 Prinsip Kerja <i>Over Voltage and Under Voltage Relay</i>	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian.....	21
3.1.1 Jenis penelitian.....	21
3.1.2 Waktu dan Tempat	21
3.2 Teknik Pengumpulan Data	22
3.3 Teknik Analisis data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Spesifikasi Generator	24

4.2 Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan	26
4.3 Pemeliharaan pada Sistem Proteksi PLTA Musi	28
4.3.1 Jenis-jenis Pemeliharaan	28
4.3.2 MO (<i>Major Overhaul</i>) Generator Protection Relay	29
4.4 <i>Over Voltage Relay (OVR)</i>	31
4.5 <i>Under Voltage Relay (UVR)</i>	34
4.6 Pengujian Unjuk Kerja Relay Proteksi Generator	36
4.6.1 <i>Over Voltage Relay</i>	36
4.6.2 <i>Under Voltage Relay</i>	37
BAB V PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Generator	25
Tabel 4. 2 Spesifikasi BECKWITH M-3245A	26
Tabel 4. 3 Data hasil pengukuran <i>overvoltage</i>	30
Tabel 4. 4 Data hasil pengukuran <i>undervoltage</i>	30
Tabel 4. 5 Perbandingan standar <i>setting</i> PLN dan PLTA Musi	33
Tabel 4. 6 Perbandingan standar <i>setting</i> PLN dan PLTA Musi	35
Tabel 4. 7 Data teknis <i>over voltage relay</i>	37
Tabel 4. 8 Data hasil pengukuran	37
Tabel 4. 9 Data teknis <i>under voltage relay</i>	37
Tabel 4. 10 Data hasil pengukuran	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi Stator PLTA Musi	8
Gambar 2. 2 Rotor PLTA Musi	9
Gambar 2. 3 Sistem Proteksi Generator PLTA Musi.....	10
Gambar 2. 4 <i>Over voltage relay</i>	16
Gambar 2. 5 Fungsi OVR	17
Gambar 2. 6 <i>Under voltage relay</i>	18
Gambar 2. 7 Fungsi UVR	19
Gambar 4. 1 Spesifikasi Generator	25
Gambar 4. 2 BECKWITH M-3245A	26
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan nilai <i>setting</i> PLN dan PLTA Musi	33
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan nilai <i>setting</i> PLN dan PLTA Musi	36

ABSTRAK

KHAIRUNNAFISAH, “Unjuk Kerja Sistem Proteksi *Over And Under Voltage Relay* Pada Generator Unit 1 ULPLTA MUSI”.

(Dibawah bimbingan Meriani, M.T & Harold Harriman, M.T)

Sistem proteksi ini dirancang untuk melindungi generator dari gangguan yang terjadi. Sistem proteksi yang baik dapat mencegah kerugian yang tidak diinginkan, terutama pada peralatan vital seperti pada generator. Salah satu perangkat sistem proteksi adalah rele tegangan lebih dan tegangan rendah yang berfungsi untuk melindungi generator. Rele ini melindungi generator saat nilai tegangan listrik pada suatu jaringan listrik naik dan turun hingga melebihi batas minimal yang telah ditentukan. Rele ini bekerja berdasarkan setting tegangan dan waktu pengoperasian yang sudah ditentukan sehingga bisa bekerja dengan cepat dan akurat. *Overvoltage* biasanya dapat diakibatkan sistem terlalu lemah untuk pengaturan tegangan yang diinginkan dan *Undervoltage* adalah penurunan tegangan AC sebesar lebih dari 90% tegangan nominal dalam waktu yang cukup lama atau lebih dari 1 menit, juga termasuk gangguan *long duration*. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi Relay Proteksi pada Generator dapat bekerja dengan baik (sesuai *setting*) atau tidak. Hasil pengukurannya tidak jauh berbeda dengan nilai *setting* yang telah ditentukan. Dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan dan pengukuran pada Relay proteksi generator ini sesuai atau dapat bekerja dengan baik. *Over and under voltage relay* pada generator unit 1 PLTA Musi dalam kondisi baik dan perbedaan nilai pengukuran tidak berbeda jauh dengan nilai *setting* yang telah ditentukan.

***Kata kunci* : Proteksi Generator, OVR UVR.**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan perkembangan industri Indonesia yang semakin berkembang dan kebutuhan akan energi listrik yang berkualitas tinggi, maka sangat penting bagi masyarakat untuk mengembangkan sumber listrik. Kondisi ini sudah menjadi kewajiban PT.PLN (Persero) sebagai salah satu BUMN yang dipercaya pemerintah untuk mengembangkan sektor ketenagalistrikan. Salah satu sentra produksi di Kabupaten Kepahiang yang menggunakan tenaga air sebagai sumber energi utamanya. Listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat dan industri di Kabupaten Kepahiang. Untuk tetap menjamin kelangsungan pasokan listrik yang dihasilkan, maka generator sebagai salah satu komponen yang sangat vital harus selalu bekerja dengan baik. Hal ini dapat tercapai jika generator dilengkapi dengan sistem proteksi/pengaman yang handal.

Generator merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik karena berperan dalam penyediaan energi listrik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, sehingga kinerja dan keandalannya adalah suatu hal yang sangat penting. Generator mempunyai konstruksi yang kompleks dan besar sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk peneliharaan dan perbaikan jika mengalami kerusakan sangat besar (ANDREAS AGUS WIDODO, 2015).

Pentingnya peran generator dan besarnya biaya perbaikan generator menuntut adanya sistem proteksi yang sangat andal. Sistem proteksi harus dapat melindungi generator dari gangguan yang terjadi. Gangguan ini dapat berupa gangguan luar generator (jaringan kelistrikan) maupun dari dalam generator itu sendiri. Sistem proteksi generator harus memenuhi dua kriteria, yaitu harus cukup sensitif untuk mendeteksi semua jenis gangguan pada generator, sedangkan disisi lain tidak mengganggu jalannya sistem saat terjadinya gangguan yang tidak parah.

Sistem proteksi ini dirancang untuk melindungi generator dari gangguan yang terjadi. Sistem proteksi yang baik dapat mencegah kerugian yang tidak diinginkan, terutama pada peralatan vital seperti pada generator. Salah satu perangkat sistem proteksi adalah rele tegangan lebih dan tegangan rendah yang berfungsi untuk melindungi generator (wahyudin, retno, 2017).

Rele ini melindungi generator saat nilai tegangan listrik pada suatu jaringan listrik naik dan turun hingga melebihi batas minimal yang telah ditentukan. Rele ini bekerja berdasarkan *setting* tegangan dan waktu pengoperasian yang sudah ditentukan sehingga bisa bekerja dengan cepat dan akurat(wahyudin, retno, 2017).

1.2 Identifikasi Masalah

Salah satu alat yang sangat penting untuk dilakukan pemeliharaan /perawatan adalah relai tegangan lebih dan relai tegangan turun. Karena, apabila kerusakan serius terjadi maka perbaikan akan menghabiskan banyak biaya. Untuk menghindari terjadinya gangguan maka relai harus dilakukan pemeliharaan secara rutin untuk mengetahui kelayakan penggunaan relai.

1.3 Pembatasan Masalah

Membahas sistem proteksi *over and under voltage relay* mempunyai ruang lingkup yang luas. Penulis merasa perlu mengemukakan batasan masalah yaitu:

1. Prinsip kerja sistem proteksi *over and under voltage relay*.
2. Pemeliharaan sistem proteksi *over and under voltage relay*.

1.4 Perumusan Masalah

Melihat dari latar belakang dan batasan masalah yang dikemukakan, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah unjuk kerja sistem proteksi *over and under voltage relay* yang ada di PLTA Musi ?
2. Apakah nilai *setting over and under voltage relay* di PLTA Musi sama dengan standar yang ditetapkan oleh PLN?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian untuk mengetahui unjuk kerja dan dapat mengetahui nilai *setting* sistem proteksi *over and under voltage relay* yang ada pada PLTA Musi.

1.6 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dalam penelitian ini adalah untuk memahami tentang sistem proteksi pada generator ini adalah :

1. Bagi peneliti, penelitian ini berguna untuk menambah pengetahuan mengenai *over and under voltage relay*.

2. Bagi institusi prodi teknik elektro, dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam penelitian untuk konsep penelitian yang lebih kompleks.
3. Bagi masyarakat, bermanfaat memberikan informasi tentang pentingnya *over and under voltage relay* pada pembangkit listrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit yang menghasilkan energi listrik dengan menggunakan energi potensial dan kinetik dari air. Energi listrik yang dibangkitkan ini biasa disebut sebagai hidroelektrik. Bentuk utama pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang terhubung dengan turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari air. Namun, secara umum, pembangkit listrik tenaga air tidak terbatas pada air dari sebuah waduk atau air terjun, tetapi juga termasuk pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dalam bentuk lain, seperti tenaga ombak (Muslim, 2008).

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) menggunakan tenaga air sebagai sumber energi untuk memutar turbin, yang selanjutnya digunakan untuk memutar generator. Energi mekanik berasal dari energi potensial air yang berada pada ketinggian tertentu dalam waduk atau kolam penampungan yang dialirkan melalui pipa-pipa ke sudusudu turbin (Suripto, 2017).

2.2 Generator

Generator listrik adalah perangkat yang menghasilkan listrik dari sumber mekanis. pengoperasian generator listrik didasarkan hukum faraday: apabila suatu penghantar diputar di dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-

garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan garis gaya listrik (ggl) yang mempunyai satuan volt.

Generator listrik merupakan mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanis. Prinsip kerja dari generator listrik diantaranya sebagai induksi elektromagnetik. Berdasarkan jenis arus listriknya, generator kemudian dibagi menjadi generator arus searah serta generator arus bolak-balik. Perbedaan keduanya ada pada penggunaan komutator pada generator arus searah beserta cincin selip pada generator arus bolak-balik. Proses kerja generator listrik dikenal juga sebagai pembangkit listrik.

2.2.1 Jenis-Jenis Generator

Berdasarkan tegangan yang dibangkitkan, generator dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Generator Arus Searah (DC)

Generator arus searah yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan searah, karena didalamnya terdapat sistem penyearahan yang dilakukan bisa berupa oleh komutator atau menggunakan dioda. Dasar kerja dari generator arus searah adalah terjadinya peristiwa induksi elektromagnetik.

Generator arus searah juga dapat menghasilkan kegagalan induksi ke satu arah dengan mengubah bentuk cincin terminalnya. Cincin terminal dalam bentuk ini disebut juga sebagai cincin belah atau komutator. Generator arus searah hanya akan menggunakan komutator satu cincin yang terbelah dua, sehingga kemudian

menghasilkan arus searah, sedangkan generator arus bolak-balik memiliki dua cincin yang terpisah.

2. Generator Arus Bolak- Balik (AC)

Generator arus bolak-balik yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan bolak-balik. Sistem arus bolak-balik pertama kali dibuat oleh *William Stanley* di *Great Barrington, Massachusetts*. Proyek pembuatan sistem ini sendiri didanai oleh *Westinghouse*. Di saat yang bersamaan, sistem arus bolak-balik kemudian diperjualbelikan oleh *Nikola Tesla*.

Penggunaan arus bolak-balik tersebut terus meningkat setelah *C.S. Bradley* membuat generator bolak-balik 3 fasa pada tahun 1887. Generator arus bolak-balik tiga fasa ini memiliki daya guna yang tinggi, sehingga digunakan sebagai pembangkit listrik secara umum di dunia sejak tahun 1900 Masehi.

Generator arus bolak-balik ini terdiri dari suatu kumparan serta lilitan kawat yang diputar di dalam medan magnet. Bagian dalam generator arus bolak-balik ini disebut juga sebagai armature. Isi armature adalah silinder besi yang digunakan sebagai tempat bagi kumparan kawat untuk dililitkan.

Selain itu, terminal generator juga memiliki dua cincin putar yang dihubungkan dengan beban listrik melalui bushing yang terbuat dari tembaga lunak. Medan magnet kemudian dibentuk oleh magnet permanen atau elektromagnet. Energi untuk memutar armature dapat berupa tenaga manusia, pembakaran, ataupun pada energi potensial air (Kamal N, n.d.).

2.2.2 Bagian-Bagian Generator Sinkron (AC)

2.2.2.1 Stator

Stator adalah bagian dari generator yang tidak berputar (diam) yang terdiri dari rangka stator, inti stator, dan gabungan kawat pada bagian inti stator. Pada inti stator dibuat alur-alur dalam arah aksial dan pada alur-alur tersebut ditempatkan kumparan stator. Dari kumparan stator dihasilkan arus bolak-balik tiga phasa.

Kumparan stator dibuat dari tembaga yang diisolasi. Inti stator menyalurkan medan magnet yang polaritasnya selalu berubah sesuai dengan fungsi frekuensi arus bolak-balik (50 Hz). Untuk mengurangi arus pusar dan panas yang timbul, maka inti stator dibuat dari lempengan baja tipis dan isolasi satu terhadap yang lain.

Konstruksi stator dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Konstruksi Stator PLTA Musi

(Sumber: Yodin Juhari, 2020)

2.2.2.2 Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar dari sebuah motor. Rotor Ada dua bentuk rotor yang sering dipakai :

1. Bentuk kutub (*salient*)
2. Bentuk silinder halus (*non-salient*)

Rotor bentuk kutub menonjol sering dipakai pada generator yang berkecepatan rendah dan sedang, bentuk diameternya besar dan mempunyai poros yang pendek. Kutub dan sepatu kutub terdiri dari lapisan lempengan besi guna memperkecil pemanasan akibat arus eddy (arus pusar). Rotor bentuk silinder halus banyak dipakai pada generator yang berkecepatan tinggi, yang digerakkan oleh turbin uap atau turbin turbo.

Terbuat dari besi yang keras dan halus berbentuk silinder. Kutub tidak menonjol melebihi rotor. Rotor jenis silinder ini mempunyai karakteristik berdiameter kecil dan poros yang panjang. Bentuk silinder dari rotor memberikan kestabilan yang baik dan tidak mengurangi rugi-rugi gulungan. Rotor memiliki jumlah kutub yang sama dengan stator dan belitannya dibuat dari kawat, dihubungkan ke slip rings pada poros. Rotor dapat dilihat pada Gambar 2.2

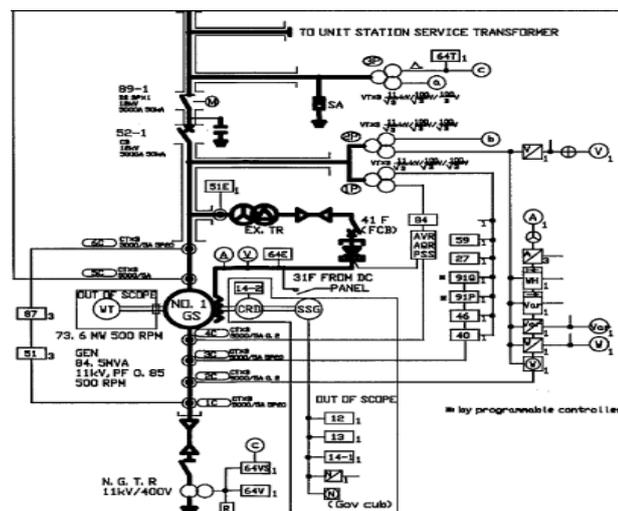


Gambar 2. 2 Rotor PLTA Musi

(Sumber: Yodin Juhari, 2020)

2.3 Sistem Proteksi Generator

Sistem proteksi generator berfungsi untuk melindungi generator dari adanya gangguan, baik gangguan luar maupun gangguan yang berasal dari dalam, sehingga generator dapat terhindar dari kerusakan. Sistem proteksi generator dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Sistem Proteksi Generator PLTA Musi

(Sumber : Yodin Juhari, 2020)

2.3.1 Sistem Relay Proteksi

Pada sistem tenaga listrik, sistem proteksi adalah perlindungan atau isolasi pada bagian yang memungkinkan akan terjadi gangguan atau bahaya. Tujuan utama proteksi adalah untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan yang telah terjadi dan melokalisirnya, dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, biasanya dengan mengisolir bagian-bagian yang terganggu tanpa mengganggu bagian-bagian yang lain.

Jika terjadi gangguan maka relai secara otomatis akan memberikan sinyal perintah untuk membuka pemutus tenaga (PMT) agar bagian yang terganggu

dapat dipisahkan dari sistem. Relay dapat mengetahui gangguan dengan mengukur atau membandingkan besaran yang diterimanya seperti arus, tegangan, frekuensi, daya, sudut phasa, dan sebagainya sesuai dengan jenis dan besaran relai yang ditentukan. Fungsi relai adalah sebagai berikut :

1. Merasakan, mengukur dan menentukan bagian sistem yang terganggu serta memisahkan sistem yang terganggu dengan cepat.
2. Mengurangi gangguan kerusakan yang lebih parah dari peralatan yang terganggu.
3. Mengurangi pengaruh gangguan terhadap sistem yang lain yang tidak terganggu dalam sistem tersebut serta dapat beroperasi normal dan juga untuk mencegah meluasnya gangguan.

Pada sistem proteksi tenaga listrik, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi demi mengamankan peralatan-peralatan listrik yang ada. Untuk itu ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh sistem proteksi, seperti berikut:

1. Selektivitas

Selektivitas suatu sistem proteksi jaringan tenaga adalah kemampuan rele proteksi untuk melakukan tripping secara tepat sesuai rencana yang telah ditentukan pada saat mendesain sistem proteksi tersebut.

Dalam pengertian lain, selektivitas berarti rele harus mempunyai daya beda, sehingga mampu dengan tepat memilih bagian yang terkena gangguan. Kemudian rele bertugas mengamankan peralatan dengan cara mendeteksi adanya gangguan dan memberikan perintah kepada pemutus tenaga (PMT) agar pemutus tenaga membuka kontakannya sehingga hanya memutuskan pada daerah yang terganggu.

Pengamanan sedemikian disebut pengaman yang selektif. Jadi relai harus dapat membedakan apakah :

- a. Gangguan terletak dikawasan pengamanan utamanya dimana ia harus bekerja cepat.
- b. Gangguan terletak dibagian berikutnya dimana ia harus bekerja dengan waktu tunda (sebagai pengaman cadangan) atau menahan diri untuk *trip*.
- c. Gangguannya diluar daerah pengamannya, atau sama sekali tidak ada gangguan, dimana ia harus tidak bekerja sama sekali.

Untuk itulah relai dibuat dengan bermacam-macam jenis dan karakteristiknya. Dengan pemilihan jenis dan karakteristik relai yang tepat, spesifikasi trafo arus yang benar, serta penentuan *setting* relai yang terkoordinir dengan baik, selektifitas yang baik dapat diperoleh.

2. Stabilitas

Stabilitas sistem proteksi biasanya terkait dengan skema unit proteksi, yang dimaksudkan untuk menggambarkan kemampuan sistem proteksi tertentu untuk tetap bertahan pada karakteristik kerjanya dan tidak terpengaruh faktor luar di luar daerah proteksinya, misalnya pada arus beban lebih dan arus gangguan lebih.

Dengan kata lain, stabilitas dapat juga didefinisikan sebagai kemampuan untuk tetap konsisten hanya bekerja pada daerah proteksi di mana dia dirancang tanpa terpengaruh oleh berbagai parameter luar yang tidak merupakan besaran yang perlu diperhitungkan.

3. Kecepatan

Fungsi sistem proteksi adalah untuk mengatasi gangguan secepat dan sesegera mungkin. Tujuan utamanya adalah mengamankan kontinuitas pasokan daya dengan menghilangkan setiap gangguan sebelum gangguan tersebut berkembang atau meluas ke arah yang membahayakan stabilitas dan hilangnya sinkronisasi sistem yang pada akhirnya dapat merusak sistem tenaga tersebut. Seperti isolasi bocor akibat adanya gangguan tegangan lebih terlalu lama sehingga peralatan listrik yang diamankan dapat mengalami kerusakan.

Namun demikian, sistem proteksi atau yang sering disebut rele proteksi ini tidak boleh bekerja terlalu cepat (kurang dari 10ms). Disamping itu, waktu kerja rele tidak boleh melampaui waktu penyetelan kritis. Pada sistem yang besar atau luas, kecepatan pada rele proteksi sangat diperlukan karena untuk menjaga kestabilan sistem agar tidak terganggu.

4. Sensitivitas

Sensitivitas adalah istilah yang sering dikaitkan dengan harga besaran penggerak minimum, seperti level arus minimum, tegangan, daya dan besaran lain dimana rele atau skema proteksi masih dapat bekerja dengan baik. Suatu rele disebut sensitif bila parameter operasi utamanya rendah. Artinya, semakin rendah besaran parameter penggerak maka perangkat tersebut dikatakan semakin sensitif. Sehingga rele harus dapat bekerja pada awal terjadinya gangguan.

5. Keandalan

Kemungkinan suatu sistem proteksi dapat bekerja benar sesuai fungsi yang diinginkan dalam kondisi dan jangka waktu tertentu. Proteksi diharapkan bekerja

pada saat kondisi yang diharapkan terpenuhi dan tidak boleh bekerja pada kondisi yang tidak diharapkan. (SPLN T5.002-1:2010). Keandalan sistem proteksi terbagi menjadi tiga yaitu :

- a. Keterpercayaan (*Dependability*) yaitu keandalan kemampuan dalam bekerja. Pada prinsipnya pengaman harus dapat diandalkan bekerjanya (dapat mendeteksi dan melepaskan bagian yang terganggu), tidak boleh gagal bekerja.
- b. Keterjaminan (*Security*) yaitu tingkat kepastian untuk tidak salah kerja. Salah kerja adalah kerja yang semestinya tidak harus kerja, misalnya karena lokasi gangguan di luar lokasi pengamannya atau sama sekali tidak ada gangguan atau kerja yang terlalu cepat atau terlalu lambat. Salah kerja mengakibatkan pemadaman yang sebenarnya tidak perlu terjadi. Jadi pada prinsipnya pengaman tidak boleh salah kerja, dengan kata lain *security*-nya harus tinggi.
- c. *Availability* yaitu perbandingan antara waktu dimana pengaman dalam keadaan berfungsi/siap kerja dan waktu total dalam operasinya.

6. Ekonomis

Sistem pengaman peralatan juga harus mempertimbangkan sisi ekonomis dari pemasangan peralatan pengaman tersebut. Karena itu tidak semua peralatan harus dilengkapi dengan pengaman yang lengkap karena harga peralatan pengaman juga harus diperhitungkan tanpa menghilangkan efektivitas penyaluran daya listrik. Sisi ekonomis perlu dipertimbangkan setelah aspek teknik telah terpenuhi untuk kelayakan operasi peralatan.

2.3.2 Klasifikasi Relai

Beberapa macam relai yang ada kita dapat membedakan menurut klasifikasinya sebagai berikut:

1. Berdasarkan Prinsip Kerjanya
 - a. Relai elektro-magnetis, tarikan dan induksi
 - b. Relai termis
 - c. Relai eletronis.
2. Berdasarkan konstruksinya:
 - a. Tipe angker tarikan
 - b. Tipe batang seimbang
 - c. Tipe cakram induksi
 - d. Tipe kap induksi
 - e. Tipe kumparan yang bergerak
 - f. Tipe besi yang bergerak
3. Berdasarkan besaran yang diukur
 - a. Relay tegangan
 - b. Relai arus
 - c. Relai impedansi
 - d. Relai frekwensi
4. Berdasarkan cara kerja kontrol elemen:
 - a. *Direct acting* : kontrol elemen bekerja langsung memutuskan aliran.
 - b. *Indirect acting* : kontrol elemen hanya digunakan untuk menutup.

5. Berdasarkan karakteristiknya:
- Instantaneous*, yaitu relai arus lebih yang tidak mempunyai waktu tunda/waktu kerja sesaat.
 - Definite time delay*, yaitu relai yang bekerja dengan kelambatan waktu.
 - Inverse*, yaitu relai dimana waktu tundanya mempunyai karakteristik tergantung pada besarnya arus gangguan.

2.4 Over Voltage Relay



Gambar 2. 4 Over voltage relay

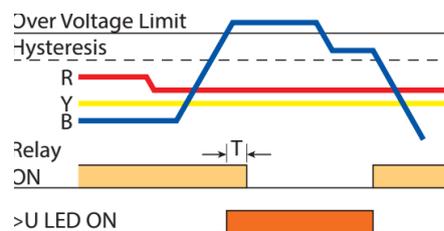
(Sumber: Ato, 2019)

Over Voltage adalah relai yang dapat melindungi peralatan instalasi terhadap pengaruh perubahan tegangan lebih. Perangkat instalasi memiliki batas maksimum. Jika tegangan yang diterapkan ke relai lebih besar dari nilai yang ditetapkan dan berlanjut selama lebih dari batas waktu yang ditentukan (lebih besar dari waktu yang ditetapkan), relai tegangan lebih akan trip atau beroperasi.

OVR diaplikasikan pada beberapa titik, yaitu:

1. Sebagai pengaman gangguan fasa ke tanah (pengeseran titik netral) pada jaringan yang disuplai dari trafo tenaga dimana titik netralnya ditanahkan tinggi/mengambang.
2. Sebagai pengaman gangguan fasa ke tanah stator generator dimana titik netral generator ditanahkan lewat trafo distribusi.
3. Sebagai pengaman overspeed pada generator (Nurul Mukhlisiah, 2020).

Adapun fungsi dari OVR yaitu, sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Fungsi OVR

(Sumber : Dafa Sohorki, 2021)

Saat tegangan salah satu fasa meningkat melebihi batas tegangan lebih (*overvoltage limit*) dan relay mendeteksi selama setting waktu (T) maka relay akan (OFF) dan lampu indikator tegangan lebih (>U) akan menyala kemudian saat tegangan kembali turun sampai melewati batas hysteresis maka relay akan kembali (ON) dan lampu tegangan lebih (>U) akan mati.

- Peraturan tegangan standar PLN

Berdasarkan standar *setting over voltage relay* yang telah diatur oleh PT. PLN(Persero) P3B Sumatera yang tercantum dalam Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik Sumatera nilai *setting* untuk *over voltge relay* yang digunakan adalah sebesar 121V.

Pengoperasian *over voltage relay* dilengkapi dengan potensial transformator dengan rasio (RPT) yaitu 11000/110 dan disetting dengan ketengan sebesar 110% dari tegangan nominal generator (V_{nom}), yaitu:

$$V_{set} = 110\% \times 11000V = 12100V$$

Over voltage yang dirasakan oleh relay (V_r) adalah dari tegangan sekunder potensial transformator, yaitu:

$$V_r = \frac{V_{set}}{P_{Trasio}} = \frac{12100}{11000/110} = 121V$$

2.5 Under Voltage Relay



Gambar 2. 6 Under voltage relay

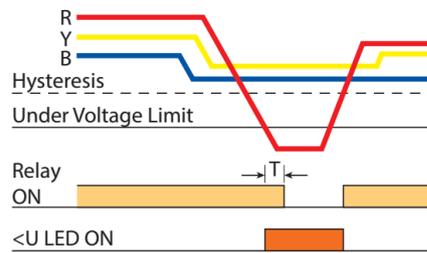
(Sumber: Microidea, 2019)

Undervoltage relay adalah relay yang akan beroperasi pada saat tegangan yang disuplai dibawah nilai tertentu dan bertahan lebih lama dari batas waktu yang telah ditentukan, maka relay *undervoltage* beroperasi.

UVR dapat diaplikasikan pada beberapa titik, yaitu :

1. digunakan untuk mencegah starting motor bila suplai tegangan turun.
2. Pengaman sistem dapat dikombinasikan dengan relai frekuensi kurang.

Adapun fungsi dari *undervoltage* yaitu, sebagai berikut :



Gambar 2. 7 Fungsi UVR

(Sumber : Dafa Sohorki, 2021)

Apabila saat tegangan salah satu fasa menurun melewati batas tegangan kurang (*undervoltage limit*) dan relay mendeteksi selama setting waktu (T) maka relay akan (OFF) dan lampu indikator tegangan kurang (<U) akan menyala. Kemudian saat tegangan kembali naik sampai batas hysteresis maka relay akan kembali (ON) dan lampu indikator tegangan kurang (<U) akan mati.

- Peraturan tegangan standar PLN

Berdasarkan standar *setting under voltage relay* yang telah diatur oleh PT. PLN(Persero) P3B Sumatera yang tercantum dalam Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik Sumatera nilai *setting* untuk *under voltage relay* yang digunakan adalah sebesar 99V.

Pengoperasian *under voltage relay* dilengkapi dengan potensial transformator (PT). Relay ini sering disetting pada tegangan sebesar 90% dari tegangan nominal (V_{nom}), yaitu:

$$V_{set} = 90\% \times 11000V = 9900 V$$

Under voltage yang dirasakan oleh relay (V_r) adalah dari tegangan sekunder *potensial transformator*, yaitu:

$$V_r = \frac{V_{set}}{PT_{rasio}} = \frac{9900}{11000/110} = 99V$$

2.6 Prinsip Kerja *Over Voltage and Under Voltage Relay*

Over Voltage Relay (OVR) dan *Under Voltage Relay (UVR)* adalah relai yang melindungi peralatan instalasi dari pengaruh perubahan tegangan lebih atau kurang. Perangkat instalasi memiliki batas maksimal dan minimal dalam pengoperasiannya. Jika voltase melebihi batas operasi maksimum atau minimum, perangkat dapat rusak.

Untuk melindungi peralatan dari kerusakan yang disebabkan oleh perubahan voltase yang signifikan, diperlukan OVR dan UVR. Prinsip pengoperasian OVR dan UVR adalah tercapainya set point. OVR diaktifkan ketika voltase naik di atas nilai yang ditetapkan. UVR, di sisi lain, beroperasi ketika voltase turun di bawah nilai yang ditetapkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui sistem proteksi dari sebuah generator. Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 10 Mei 2023 – 15 Mei 2023 bertempat di Ujan Mas. Objek penelitian ini adalah hal-hal yang berkaitan dengan pemeliharaan *over and under voltage relay* pada generator unit 1 tahun 2020. Pengumpulan data meliputi data sekunder. Data sekunder di dapatkan dari studi literatur baik berupa buku, jurnal, rekap pembukuan ULPLTA Musi. Melakukan konsultasi dan diskusi dengan pembimbing akademik, pegawai PT. PLN Indonesia Power SUB Bengkulu bagian HAR (pemeliharaan proteksi) yang bersangkutan sehingga data yang peroleh pada penelitian ini berupa data kualitatif.

3.1.2 Waktu dan Tempat

Lokasi pengambilan data dilakukan di PT. PLN Indonesia Power SUB Unit Bengkulu ULPLTA Musi, Kecamatan Ujan Mas, Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu yang dilakukan pada 10 Mei- 15 Mei 2023.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Wawancara

Metode wawancara atau sering disebut juga dengan interview adalah sebuah dialog yang dilakukan oleh pewawancara untuk memperoleh informasi dari terwawancara. Dalam hal ini pembimbing penelitian yang sudah ahli tentang sistem proteksi generator pada PLTA Musi.

2. Observasi

Observasi atau yang sering disebut juga pengamatan adalah kegiatan pemusatan perhatian terhadap suatu objek dengan menggunakan seluruh alat indera. Termasuk dalam proses observasi ini dilakukan pengamatan langsung terhadap pemeliharaan sistem proteksi *over and under voltage relay* pada generator di PLTA Musi.

3. Dokumentasi

Metode *literature* atau dokumentasi adalah dengan menggunakan tulisan sebagai sumber penelitian untuk mencari dan mendapatkan data-data atau bahan dalam penelitian tugas akhir ini, misalnya yang di dapat dari buku-buku penunjang, dokumen, artikel-artikel, literatur-literatur lain baik dari pembimbing penelitian maupun dosen pembimbing tugas akhir selain itu juga dengan mendownload dari internet.

3.3 Teknik Analisis data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis interaktif dengan menganut cara analisis data menurut Miles dan Huberman.

Langkah-langkah analisis data menurut Miles dan Huberman adalah :

1. Pengumpulan data, yaitu mengumpulkan data di lokasi penelitian dengan melakukan wawancara, dan dokumentasi.
2. Reduksi data, yaitu sebagai proses seleksi, pemfokusan, pengabstrakan, tranformasi data kasar yang ada di lapangan langsung dan diteruskan pada waktu pengumpulan data dimulai sejak peneliti memfokuskan wilayah penelitian.
3. Penyajian data, yaitu sebuah tahap lanjutan analisis dimana peneliti menyajikan temuan peneliti berupa kategori atau pengelompokan. Penyajian data diperoleh dari berbagai jenis, jaringan kerja, keterkaitan kegiatan atau tabel.
4. Penarikan kesimpulan, yaitu suatu tahap lanjutan dimana pada tahap ini peneliti menarik kesimpulan dari temuan data.

Dengan demikian semua tahap diatas harus dilakukan terus sampai penelitian berakhir.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

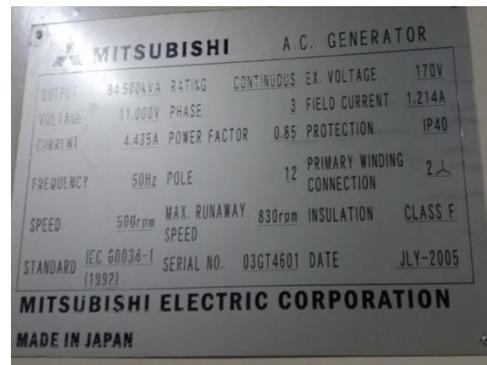
Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Musi merupakan pembangkit listrik dengan tipe *Run of River*. PLTA Musi memanfaatkan aliran air sungai Musi sebagai media penggerak turbin yang dialirkan menuju *Power House*. *Power House* terletak dibawah tanah dengan kedalaman mencapai ± 400 meter, yang dapat di akses melalui terowongan sepanjang ± 1300 meter.

Daya terpasang sebesar 3 X 70 MW (210 MW), mampu membangkitkan energi listrik sebesar 1,140 GWh/Tahun dan merupakan PLTA besar pertama yang dibangun di Provinsi Bengkulu. Daya listrik yang dibangkitkan PLTA Musi memenuhi dan mensuplai kebutuhan listrik hampir seluruh wilayah Sumatera melalui interkoneksi jaringan transmisi 150 kV/ 275 kV untuk wilayah bagian selatan maupun utara.

4.1 Spesifikasi Generator

Pada generator yang berada di pemeliharaan elektrifikasi PLTA MUSI terdapat sistem proteksi yang berguna untuk melindungi generator dari adanya gangguan, baik gangguan luar maupun gangguan yang berasal dari dalam, sehingga dengan adanya peralatan proteksi ini dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi ketika beroperasi.

Spesifikasi generator pada PLTA Musi dapat dilihat pada gambar 4.1 dan tabel 4.1



Gambar 4. 1 Spesifikasi Generator

(Sumber : KHAIRUNNAFISAH. 2022)

<i>Manufacture</i>	MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (Made in Japan)
<i>Date</i>	July 2005
<i>Type</i>	AC Generator
<i>Serial Number</i>	03GT4601
<i>Standard</i>	IEC 60034-1 (1992)
<i>Output</i>	84.500 Kva
<i>Voltage</i>	11.000 V
<i>Current</i>	4,435 A
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Speed</i>	500 rpm
<i>Max. Runaway Speed</i>	830 rpm
<i>Rating</i>	Continuous
<i>Phase</i>	3
<i>Power Factor</i>	0,85
<i>Pole</i>	12
<i>Excitation</i>	170V
<i>Field Current</i>	1.214 A
<i>Protection</i>	IP40
<i>Insulation Class</i>	F
<i>Primary Winding Connection</i>	2 Y

Tabel 4. 1 Spesifikasi Generator

Untuk mengetahui kondisi Relay Proteksi Generator dapat bekerja dengan baik (sesuai setting) atau tidak maka perlu dilakukan pengujian. Alat yang digunakan sebagai pelindung utama untuk proteksi generator adalah BECKWITH M-3245A.

Gambar Proteksi Generator pada PLTA Musi dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Spesifikasi Proteksi Generator pada PLTA Musi Tabel 4.2



Gambar 4. 2 BECKWITH M-3245A

(Sumber: Yodin Juhari, 2020)

Merk	Beckwith
Type	M-3425A
No. Seri	3436
V _n	100 V
In	4,44 A

Tabel 4. 2 Spesifikasi BECKWITH M-3245A

4.2 Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi dan tegangan rendah adalah serangkaian tindakan atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan.

Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi dan tegangan rendah adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan, antara lain :

- a. Untuk meningkatkan *reliability, availability dan efficiency*.

- b. Untuk memperpanjang umur peralatan.
- c. Mengurangi resiko terjadinya kegagalan atau kerusakan peralatan
Meningkatkan *Safety* peralatan.
- d. Agar peralatan selalu dalam kondisi baik atau sesuai *setting*.

Faktor yang paling dominan dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi dan tegangan rendah adalah pada sistem isolasi. Isolasi disini meliputi isolasi keras (padat) dan isolasi minyak (cair). Suatu peralatan akan sangat mahal bila isolasinya sangat bagus, dari isolasi inilah dapat ditentukan sebagai dasar pengoperasian peralatan. Dengan demikian isolasi merupakan bagian yang terpenting dan sangat menentukan umur dari peralatan. Untuk itu kita harus memperhatikan/memelihara sistem isolasi sebaik mungkin, baik terhadap isolasinya maupun penyebab kerusakan isolasi.

Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi dan tegangan rendah kita membedakan antara pemeriksaan dan monitoring (melihat, mencatat, meraba serta mendengar) dalam keadaan operasi dan memelihara (kalibrasi/pengujian, koreksi/resetting serta memperbaiki/membersihkan) dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau monitoring dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patroli setiap hari dengan sistem check list atau catatan saja. Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan. Tujuan pemeliharaan pada sistem proteksi *Over and Under Voltage Relay* untuk menjaga terjadinya gangguan pada saat generator sedang beroperasi sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih besar.

4.3 Pemeliharaan pada Sistem Proteksi PLTA Musi

4.3.1 Jenis-jenis Pemeliharaan

1. *Predictive Maintenance (Conditional Maintenance)*

Predictive Maintenance (Conditional Maintenance) adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, apakah dan kapan kemungkinannya peralatan listrik tersebut menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara online baik pada saat peralatan beroperasi atau tidak beroperasi. Untuk ini diperlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga pemeliharaan berdasarkan kondisi (*Condition Base Maintenance*).

2. *Preventive Maintenance (Time Base Maintenance)*

Preventive Maintenance (Time Base Maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya. Kegiatan ini dilaksanakan secara berkala dengan berpedoman kepada : Instruction Manual dari pabrik, standar-standar yang ada (IEC, CIGRE, dll) dan pengalaman operasi di lapangan. Pemeliharaan ini disebut juga dengan pemeliharaan berdasarkan waktu (*Time Base Maintenance*).

3. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan berencana pada waktu waktu tertentu ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk

mengembalikan pada kondisi semula disertai perbaikan dan sifatnya darurat penyempurnaan instalasi. Pemeliharaan ini disebut juga *Curative Maintenance*, yang bisa berupa Trouble Shooting atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurang berfungsi yang dilaksanakan dengan terencana.

4. *Breakdown Maintenance*

Breakdown Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan Pelaksanaan pemeliharaan peralatan dapat dibagi 2 macam :

- a) Pemeliharaan yang berupa monitoring dan dilakukan oleh petugas operator atau petugas patroli.
- b) Pemeliharaan yang berupa pembersihan dan pengukuran yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan.

Pemeliharaan pada PLTA Musi yaitu meliputi P0, P1, P2, MO

1. PO Adalah perawatan rutin yang di lakukan per 1 (satu) hari sekali.
2. P1 Adalah perawatan rutin yang di lakukan per 1 (satu) minggu sekali.
3. P2 adalah perawatan rutin yang dilakukan per 1 (satu) bulan sekali.
4. MO (*Major Overhaul*) adalah pergantian alat secara rutin per 40.000 jam operasi.

4.3.2 MO (*Major Overhaul*) Generator Protection Relay

Pemeliharaan Relay proteksi pada generator merupakan MO (*Major Overhaul*) yaitu perawatan secara rutin, bila kondisi alat tidak bisa beroperasi dengan baik maka alat tersebut akan ditukar. Pada MO (*Major Overhaul*) ini yang diukur adalah *Phase Differential Current, Inverse Time Overcurrent, Multi-*

purpose Overvoltage, Neutral Overvoltage, Over Voltage dan Under Voltage, alat yang digunakan untuk pengukuran yaitu Omicron 356. Relay Differensial ini bekerja apabila terdapat perbedaan arus pada CT sisi primer dan sekunder di zona proteksi, dan Inverse Time Overcurrent ini bekerja ketika terjadi short circuit dan saat relay bekerja pada rangkaian CB, relay ini bekerja secara terbalik oleh besar arus gangguan yang dapat memicu relay sehingga bekerja.

Overvoltage adalah peningkatan tegangan AC lebih dari 110% untuk durasi yang lama lebih dari 1 menit (*Long Duration*). *Overvoltage* biasanya dapat diakibatkan sistem terlalu lemah untuk pengaturan tegangan yang diinginkan atau tegangan sistem berlebih dan *Undervoltage* adalah penurunan tegangan AC sebesar lebih dari 90% tegangan nominal dalam waktu yang cukup lama atau lebih dari 1 menit, juga termasuk gangguan *long duration* yang disebabkan oleh pengkawatan yang kurang baik dan pembebanan yang berlebih. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi Relay Proteksi pada Generator dapat bekerja dengan baik (sesuai *setting*) atau tidak.

Data hasil pengukuran *Over Voltage* dan *Under Voltage* dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4.

Phase	Meas (V)	Meas (mS)
A-B	120,1	210,3
B-C	120	210,5
C-A	120,1	210

Tabel 4. 3 Data hasil pengukuran *overvoltage*

Phase	Meas (V)	Meas (second)
A-B	80,3	2,923
B-C	80,1	2,859
C-A	80,2	2,913

Tabel 4. 4 Data hasil pengukuran *undervoltage*

Berdasarkan tabel 4.3 dan 4.4. data hasil pengukuran *over voltage* dan *undervoltage* hasil pengukurannya tidak jauh berbeda dengan nilai *setting* yang telah ditentukan. Dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan dan pengukuran pada Relay proteksi generator ini sesuai atau dapat bekerja dengan baik.

4.4 Over Voltage Relay (OVR)

Over voltage relay beroperasi ketika arus yang dihasilkan oleh beban, atau perangkat yang terhubung ke output suatu rangkaian, melebihi nilai yang telah ditentukan. *Over voltage relay* terhubung ke transformator, atau perangkat yang mentransfer energi listrik dari satu perangkat ke rangkaian lainnya. Relai dikalibrasi untuk beroperasi pada atau diatas tingkat tegangan yang telah ditentukan sebelumnya. Ketika relai dihidupkan maka satu atau beberapa kontak trip, atau membuka pemutus arus.

Over voltage relay pada sistem proteksi generator PLTA Musi memiliki karakteristik kerja dan pengaturan tegangan, yaitu:

1. Karakteristik kerja
 - a. Sebagai pengaman ketika terjadi gangguan fasa ke tanah (pergeseran titik netral) untuk jaringan yang disuplai trafo tenaga dan titik netralnya ditanahkan melalui tahanan tinggi.
 - b. Sebagai pengaman gangguan fasa ketanah pada stator generator dan titik netralnya ditanahkan menggunakan trafo distribusi.

2. Pengaturan tegangan

a. Standar PLN

Pengoperasian *over voltage relay* dilengkapi dengan potensial transformator dengan rasio (RPT) yaitu 11000/110 dan *disetting* dengan ketengan sebesar 110% dari tegangan nominal generator (V_{nom}), yaitu:

$$V_{set} = 110\% \times 11000V = 12100 V$$

Over voltage yang dirasakan oleh relay (V_r) adalah dari tegangan sekunder potensial transformator, yaitu:

$$V_r = \frac{V_{set}}{P_{Trasio}} = \frac{12100}{11000/110} = 121V$$

b. Standar PLTA Musi

Berdasarkan nilai *setting over voltage relay* yang merujuk pada laporan pengukuran proteksi generator unit 1 . PLTA Musi menggunakan nilai *setting* sebesar 120V.

Perhitungan standar *over voltage relay* pada PLTA Musi dengan kondisi dari kapasitas yang dibangkitkan, yaitu:

- Fase A-B

$$V_s = \frac{V_{nom}}{P_{Trasio}} \times 109,20\% = \frac{11000}{11000/110} \times 109,20\% = 120,1V$$

- Fase B-C

$$V_s = \frac{V_{nom}}{P_{Trasio}} \times 109\% = \frac{11000}{11000/110} \times 109,10\% = 120V$$

- Phasa C-A

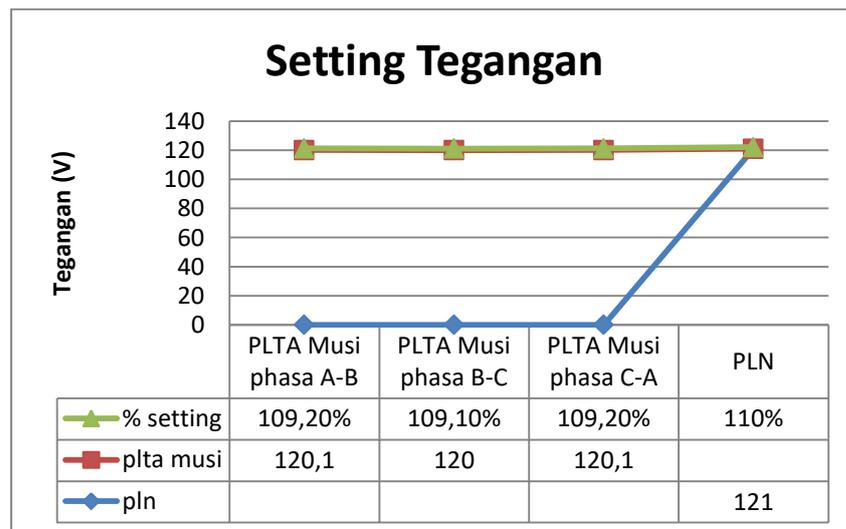
$$V_s = \frac{V_{nom}}{P_{Trasio}} \times 109,20\% = \frac{11000}{11000/110} \times 109,20\% = 120,1V$$

Dari perhitungan diatas di dapatkan tabel perbandingan sebagai berikut:

Over voltage			
PLN	PLTA Musi		
	Phasa A-B	Phasa B-C	Phasa C-A
110%	109,20%	109,10%	109,20%
121V	120,1V	120V	120,1V

Tabel 4. 5 Perbandingan standar *setting* PLN dan PLTA Musi

Dari data diatas didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan nilai *setting* PLN dan PLTA Musi

Berdasarkan tabel 4.5 dan grafik 4.3 data hasil perhitungan nilai *setting over voltage* pada PLTA Musi dengan standar nilai *setting* yang di tetapkan oleh PLN. Dapat disimpulkan bahwa nilai *setting* yang ada di PLTA Musi tidak jauh berbeda dengan nilai *setting* yang telah ditetapkan oleh PLN. Dan unjuk kerja *over voltage* pada Relay proteksi generator PLTA Musi dapat bekerja dengan baik.

4.5 Under Voltage Relay (UVR)

Under voltage relay beroperasi ketika tegangan yang mengalir melalui kumparan relay turun dibawah nilai yang telah ditentukan. Relai tegangan rendah melindungi beban dari penurunan tegangan yang dapat menyebabkan kekuatan daya dan pemadaman listrik. Kontak relei trip dan memutuskan sirkuit ketika tegangan menurun ke tingkat tertentu.

Under Voltage Relay pada sistem proteksi generator PLTA Musi memiliki karakteristik kerja dan pengaturan tegangan, yaitu:

1. Karakteritik Kerja

- a. Sebagai pencegah ketika starting generator mengalami penurunan tegangan.
- b. Sebagai pengamanan pada sistem, sehingga dikombinasikan dengan relay yang memiliki frekuensi kurang.

2. Pengaturan tegangan

a. Standar PLN

Pengoperasian *under voltage relay* dilengkapi dengan potensial transformator (PT). Relay ini sering disetting pada tegangan sebesar 90% dari tegangan nominal (V_{nom}), yaitu:

$$V_{set} = 90\% \times 11000V = 9900 V$$

Under voltage yang dirasakan oleh relay (V_r) adalah dari tegangan sekunder *potensial transformator*, yaitu:

$$V_r = \frac{V_{set}}{P_{Trasio}} = \frac{9900}{11000/110} = 99V$$

b. Standar PLTA Musi

Berdasarkan nilai *setting under voltage relay* yang merujuk pada laporan pengukuran proteksi generator unit 1 . PLTA Musi menggunakan nilai *setting* sebesar 80V.

Perhitungan standar *under voltage relay* pada PLTA Musi dengan kondisi dari kapasitas yang dibangkitkan, yaitu:

- Phasa A-B

$$V_s = \frac{V_{nom}}{P_{Trasio}} \times 73\% = \frac{11000}{11000/110} \times 73\% = 80,3V$$

- Phasa B-C

$$V_s = \frac{V_{nom}}{P_{Trasio}} \times 72,8\% = \frac{11000}{11000/110} \times 72,80\% = 80,1V$$

- Phasa C-A

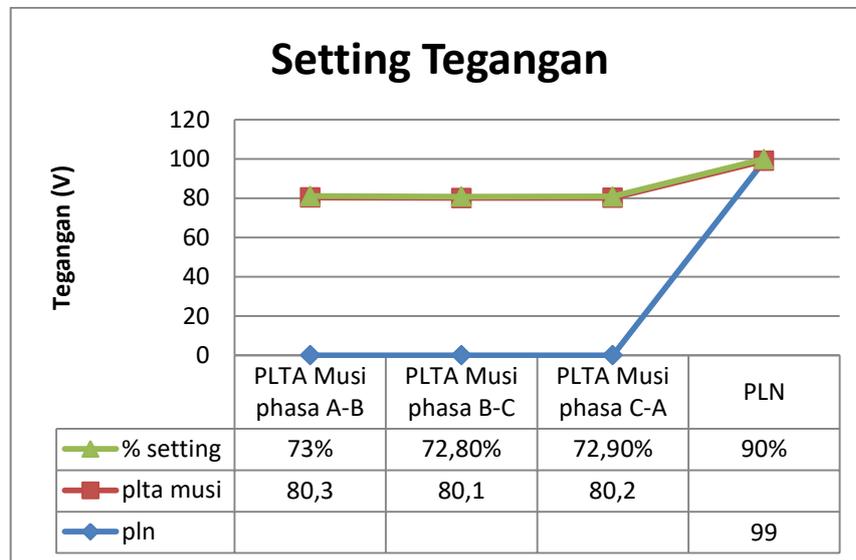
$$V_s = \frac{V_{nom}}{P_{Trasio}} \times 72,9\% = \frac{11000}{11000/110} \times 72,90\% = 80,2V$$

Dari perhitungan diatas di dapatkan tabel perbandingan sebagai berikut:

Under voltage			
PLN	PLTA Musi		
	Phasa A-B	Phasa B-C	Phasa C-A
90%	73%	72,80%	72,90%
99V	80,3V	80,1V	80,2V

Tabel 4. 6 Perbandingan standar *setting* PLN dan PLTA Musi

Dari data diatas didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik perbandingan nilai *setting* PLN dan PLTA Musi

Berdasarkan tabel 4.6 dan grafik 4.4 data hasil perhitungan nilai *setting under voltage* pada PLTA Musi dengan standar nilai *setting* yang di tetapkan oleh PLN. Dapat disimpulkan bahwa nilai *setting* yang ada di PLTA Musi tidak jauh berbeda dengan nilai *setting* yang telah ditetapkan oleh PLN. Dan unjuk kerja *under voltage* pada Relay proteksi generator PLTA Musi dapat bekerja dengan baik.

4.6 Pengujian Unjuk Kerja Relay Proteksi Generator

Data pengujian *over* dan *under voltage relay* didapatkan dari *major overhaul* (MO) PLTA Musi tahun 2020.

4.6.1 *Over Voltage Relay*

Ada beberapa prosedur dalam pengukuran *Over Voltage Relay*, yaitu :

a. Data Teknis

Merk : BECKWITH	Type: M-3245A
Rasio VT: 11000/110	Rating Vnom : 100V

Tabel 4. 7 Data teknis *over voltage relay*

b. Relay Setting

$$V_s = 120 \text{ V} \quad t = 200 \text{ ms}$$

c. Pengukuran tegangan kerja

Phase	Meas (V)	Meas (mS)
A-B	120,1	210,3
B-C	120	210,5
C-A	120,1	210

Tabel 4. 8 Data hasil pengukuran

d. Kesimpulan

Relay berfungsi dengan baik dan pengukuran relay menggunakan omicron 356.

4.6.2 Under Voltage Relay

Ada beberapa prosedur dalam pengukuran *Under Voltage Relay*, yaitu :

a. Data Teknis

Merk : BECKWITH	Type: M-3245A
Rasio VT: 11000/110	Rating Vnom : 100V

Tabel 4. 9 Data teknis *under voltage relay*

b. Relay Setting

$$V_s = 100 \text{ V} \quad t = 3 \text{ s}$$

c. Pengukuran tegangan kerja

Phase	Meas (V)	Meas (second)
A-B	80,3	2,923
B-C	80,1	2,859
C-A	80,2	2,913

Tabel 4. 10 Data hasil pengukuran

d. Kesimpulan

Relay berfungsi dengan baik dan pengukuran relay menggunakan omicron

356.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang penulis lakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil Pengukuran pada *over and under voltage relay* unjuk kerja relay tersebut dapat disimpulkan bahwa *over and under voltage relay* bekerja dengan baik.
2. Berdasarkan ketentuan standar nilai *setting over and under voltage relay* yang di tetapkan oleh PT. PLN(Persero) P3B Sumatera dengan standar nilai *setting over and under voltage relay* yang digunakan oleh PLTA Musi nilai *setting*-nya tidak jauh berbeda dengan nilai yang telah ditetapkan oleh PLN.
3. Pemeliharaan sistem proteksi *Over and Under Voltage Relay* (OVR & UVR) pada Generator adalah upaya untuk menjaga terjadinya gangguan pada saat generator beroperasi sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih besar karena biaya untuk memperbaiki generator ini sangat mahal. Tujuan pemeliharaan sistem proteksi pada generator juga bertujuan agar mengetahui kondisi Relay Proteksi Generator dapat bekerja dengan baik (sesuai *setting*) atau tidak.

5.2 Saran

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam melakukan penelitian ini, sehingga penulis menyarankan pada penelitian selanjutnya, sebagai berikut :

1. Disarankan dilakukan pengujian kinerja relay proteksi generator secara berkala agar diketahui apakah relay bekerja dengan semestinya sehingga tidak terjadi kesalahan operasi yang mengakibatkan kerusakan yang fatal pada generator dan menjaga agar kondisi generator tetap dalam kondisi prima.

DAFTAR PUSTAKA

- ANDREAS AGUS WIDODO, B. R. (2015). *SISTEM PROTEKSI GENERATOR*.
www.scribd.com/doc/makalah-sistem-proteksi-generator
- Ato. (2019). *DC voltage monitoring relay, under/over voltage*. www.ato.com/dc-voltage-monitoring-relay
- Daffa Sohorki, Yuhai, M. A. (2020). *OVERVOLTAGE AND UNDERVOLTAGE TIME-LAG RELAY (OVUV)*.
- Kamal N. (n.d.). *Pengertian Generator*. Gramedia.
<https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-generator/>
- Manullang, C. N. (2021). *PEMELIHARAAN SISTEM PROTEKSI OVER CURRENT RELAY (OCR) PADA GENERATOR UNIT 1 DI PT. PLN (PERSERO) ULPL TA MUSI*.
- Microidea. (2019). *under voltage relay*. www.microidea.it/en/products/protektion-relay/under-voltage-1ph3ph-vl
- Muslim, H. . (2008). *Teknik Pembangkit Listrik* (Vol. 4, Issue 1).
- Nurul Mukhlisiah. (2020). *Dasar Sistem Proteksi*. Scribd.
<https://id.scribd.com/document/452458968/dasar-sistem-proteksi-docx#>
- PLTAMUSI. (2020). *Report MO unit 1 HAR Listrik*.
- PT.PLN(Persero). (2006). *Commissioning Test PLTA Musi*.
- Ridhuwan. (2022). *LAPORAN KERJA PRAKTEK PT. PLN PERSERO UNIT LAYANAN PLTA KOTO PANJANG PROTEKSI GENERATOR MENGGUNAKAN OVER DAN UNDER VOLTAGE RELAY PLTA KOTO PANJANG*.
- Setyorini, L. T. (2017). *Pengujian Karakteristik Relai Arus Lebih NR Tipe PCS-96921E Menggunakan Alat Uji Current Injection*.
- Suripto, S. (2017). *Sistem Tenaga Listrik*. *ELTEK, Vol 11 Nomor 01*, 1–293.
- wahyudin, retno, teuku mardhi. (2017). *ANALISA PROTEKSI DIFFERENSIAL PADA GENERATOR DI PLTU SURALAYA*. *Jurnal Energi Dan Kelistrikan*. <https://media.neliti.com/media/publications/269605-analisa-proteksi-diferensial-pada-gener-b4759d15.pdf>

L A M P I R A N



Unit Induk
Pembangkitan
Sumatera Bagian Selatan
Unit Pelaksana
Pengendalian
Pembangkitan Bengkulu

MAJOR OVERHAUL
VA-TECH HYDRO UNIT 1
UL PLTA MUSI



GENERATOR PROTECTION RELAY

A. Tujuan Pengujian :

Untuk mengetahui kondisi Relay Proteksi Generator dapat bekerja dengan baik (sesuai setting) atau tidak

B. Spesifikasi :

Merk = Beckwith
Type = M-3425A
No. Seri = 3436
Vn = 100 V
In = 4,44 A

C. Setting List (BECKWITH M-3245A) [Package 1]

MELCO DEVISE NO.	BECKWITH DEVISE NUMBER		SETTING VALUE	CONFIGURATIO N I/O											
51	51V	Generator Voltage Restraint Overcurrent Relay	Pick Up = 5,3 A Characteristic Curve = IEC Inverse Time Dial = 0,4 Voltage Control = Disable Voltage Restraint = Disable	Output = 2 & 5 Blocking Input = 1											
64VS	59D	Generator Voltage Restraint Overcurrent Relay	Line Side Voltage = VX Ratio (VX/VN) = 0,3 Time Delay = 25 Cycle Pos. Seq. Voltage Block = Enable, 90 V	Output = 1 & 4 Blocking Input = 1											
64V	59N	Generator Stator Ground Fault Relay	#1	Pick Up = 11,5 V Time Delay = 25 Cycle	Output = 1 & 6 Blocking Input = -										
			#2	Disable											
			#3	Disable											
64T	59X		#1	Pick Up = 20 V Time Delay = 50 Cycle	Output = 1 & 7 Blocking Input = -										
			#2	Disable											
87	87	Generator Differential Relay	#1	Pick Up = 0,44 A Time Delay = 1 Cycle Present Slope = 25 % Phase CT Correct = 1	Output = 1, 3, 8 Blocking Input = -										
			#2	Disable											
Description of Output/Blocking Input Signals	Output														
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	F L
	86-1	86-4	87	64VS	51	64V	64T	87	52-* Ope	-	-	-	-	-	-

D. Setting List (BECKWITH M-3245A) [Package 2]

MELCO DEVISE NO.	BECKWITH DEVISE NUMBER			SETTING VALUE	CONFIGURATION I/O										
27	27	Generator Undervoltage Relay	#1	Pick Up = 80 V Time Delay = 100 Cycle	Output = 2 & 4 Blocking Input = 1 & 2										
			#2	Disable											
			#3	Disable											
40	40	Generator Loss of Excitation Relay	#1	Circle Diameter = 12,4 Ω Offset = - 1,4 Ω Time Delay = 10 Cycle Time Delay with Voltage Control = Disable Direction Element = 0	Output = 1 & 6 Blocking Input = 1										
			#2	Disable											
46	46	Generator Negative Sequence Relay	Def	Disable											
			Inv.	Pick Up = 10 % Time Dial = 32 Max. Time = 65500 Cycle Reset Time = 600 Second	Output = 1 & 7 Blocking Input = -										
59	59	Generator Overvoltage Relay	#1	Pick Up = 120 V Time Delay = 1 Cycle Input Voltage Select = Phase Voltage	Output = 2 & 3 Blocking Input = -										
			#2	Disable											
			#3	Disable											
64E	64F/B	Generator Field Ground Relay	#1	Pick Up = 5 kΩ Time Delay = 500 Cycle Frequency = 0,52 Hz	Output = 5 Blocking Input = -										
			#2	Disable											
			64B	Disable											
Description of Output/Blocking Input Signals	Output														
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	FL
	86-1	86-4	87	64VS	51	64V	64T	87	52-* Open	Line Charge	-	-	-	-	-

GENERATOR PROTECTION RELAY

E. Hasil Pengujian :

1) Phase Differential Current 87 (87)

CT Sisi Trafo Excitation		
Phase	Pick Up (mA)	Time (mS)
R	450	23.70
S	450	26.20
T	460	24.10
Nominal	450	28.20

CT Sisi NGR		
Phase	Pick Up (mA)	Time (mS)
R	450	22.20
S	450	27.10
T	460	26.40
Nominal	450	22.80

2) Inverse Time Overcurrent 51V (51)

Phase	I_s (A)	Meas (Second)
A	5.3	2.643
B	5.3	2.637
C	5.3	2.641
Nominal	5.3	37.44
1.5 x I_s	7.95	4.521
2 x I_s	10.6	2.780

Phase	Meas (A)	Meas (Second)
A	1.33	67.51
B	1.33	66.9
C	1.33	68.48

3) Multi-purpose Overvoltage 59X (64T)

Phase	Meas (V)	Meas (Second)
Nominal	20	1.007

4) Neutral Overvoltage 59N (64V)

Phase	Meas (V)	Meas (Second)
Nominal	11.60	0.5112

5) Over Voltage 59 (59)

Phase	Meas (V)	Meas (mS)
A-B	120.1	210.3
B-C	120	210.5
C-A	120.1	210



	Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Bengkulu	MAJOR OVERHAUL VA-TECH HYDRO UNIT I UL PLTA MUSI													
GENERATOR PROTECTION RELAY															
6) Under Voltage 27 (27)															
<table border="1"><thead><tr><th>Phase</th><th>Meas (V)</th><th>Meas (Second)</th></tr></thead><tbody><tr><td>A-B</td><td>80.3</td><td>2.923</td></tr><tr><td>B-C</td><td>80.1</td><td>2.859</td></tr><tr><td>C-A</td><td>80.2</td><td>2.913</td></tr></tbody></table>				Phase	Meas (V)	Meas (Second)	A-B	80.3	2.923	B-C	80.1	2.859	C-A	80.2	2.913
Phase	Meas (V)	Meas (Second)													
A-B	80.3	2.923													
B-C	80.1	2.859													
C-A	80.2	2.913													
F. Keterangan :															
Alat Uji : Omicron 356															
Acceptance Criteria	Berdasarkan Setting yang telah ditentukan (Referensi: Buku Laporan Inspeksi Uji Kelaikan Operasi PLTA Musi Unit I (1 X 70 MW) Bengkulu Tahun 2005).														
Conclusion	Relay Proteksi Generator dalam kondisi Baik, perbedaan nilai pengukuran tidak berbeda jauh dengan nilai setting yang telah ditentukan.														
Manager Unit	Spv. Pemeliharaan	Q.C Pekerjaan Listrik		J.E Pemeliharaan Listrik											
Martin Wahyunus	Rika Alfian Raharja	Pirwan	Mulyadi	Brian	Yodin										