



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap

Pembangkit listrik tenaga gas dan uap adalah gabungan antara PLTG dan PLTU, dimana panas dari gas buang PLTG digunakan untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai fluida kerja di PLTU. Dan bagian yang digunakan untuk menghasilkan uap tersebut adalah HRSG (Heat Recovery Steam Generator). PLTG merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk mengubah energi panas (hasil pembakaran bahan bakar dan udara) menjadi energi listrik yang bermanfaat. PLTU memanfaatkan energi panas dan uap dari gas buang hasil pembakaran PLTG untuk memanaskan air di HRSG (Heat Recovery System Generator), sehingga menjadi uap jenuh kering. Kemudian uap ini digunakan untuk memutar sudu – sudu (balok – balok). Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada PLTG akan menggerakkan turbin dan kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik.

2.2. Prinsip Kerja PLTG

Kompresor berfungsi untuk memadatkan udara dari luar menjadi udara udara yang bertekanan tinggi, gas alam dibakar di ruang bersama – sama dengan udara yang bertekanan tinggi. Udara untuk pembakaran diperoleh dari kompresor utama. Didalam sistem turbin gas, gas panas hasil pembakaran bahan bakar dialirkan untuk memutar turbin gas sehingga menghasilkan energi mekanik yang digunakan untuk memutar generator. Gas buang dari turbin gas yang masih mengandung energi panas tinggi dialirkan ke HRSG untuk memanaskan air sehingga dihasilkan uap. Setelah menyerahkan panasnya, gas buang di lepas ke atmosfer dengan temperature yang jauh lebih rendah, keluar menuju saluran buang exhaust dan selanjutnya ke bypass stack. Uap dari HRSG dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin uap yang dikopel dengan generator sehingga dihasilkan energi listrik. Uap sisa keluaran turbin uap didinginkan didalam kondensor sehingga menjadi air kembali. Air kondensat ini di

pompakan sebagai pengisi HRSG untuk dipanaskan kembali agar berubah menjadi uap dan demikian seterusnya.

2.3. Turbin Gas

Turbin gas adalah suatu alat yang memanfaatkan gas sebagai fluida untuk memutar turbin dengan pembakaran internal. Di dalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar roda turbin sehingga menghasilkan daya. Sistem gas turbin yang paling sederhana terdiri dari 3 komponen yaitu kompresor, ruang bakar dan turbin gas.



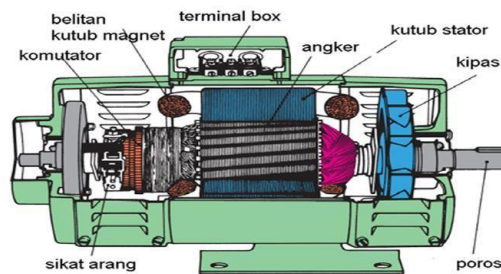
Gambar 2.1. Turbin Gas



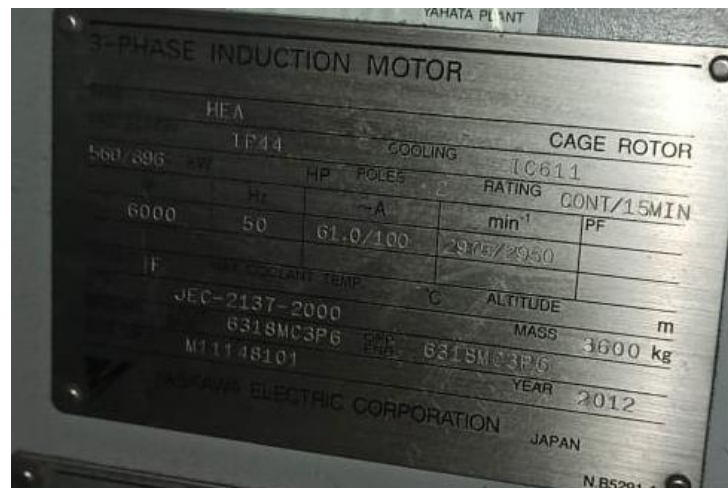
Gambar 2.2. Nameplate Turbin Gas

2.4. Generator Listrik

Generator listrik adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik atau mekanis. Generator listrik menggunakan prinsip kerja elektromagnetik.¹



(Sumber : <https://ilmudasar.id/pengertian-generator/>)



Gambar 2.3. Generator Listrik

$$\varepsilon = \varepsilon \max \sin \omega t$$

$$\varepsilon \max = BAN \sin \omega \quad (2.1)^2$$

¹ Anonym, 1999, turbo chapter 2, <https://dewey.petra.ac.id>

² <https://ardra.biz/topik/rumus-generator-listrik-ac-dan-dc/>



Dimana :

ε	=	GGL Induksi (Volt)
B	=	Induksi Magnet (Wb/m^2)
A	=	Luas Bidang Kumparan (m^2)
N	=	Jumlah Lilitan Kumparan
ω	=	Laju Anguler (rad/s)
ε_{max}	=	GGL Induksi Maksimum (Volt)
t	=	Lamanya Kumparan Berputar

Untuk mengetahui putaran pada generator itu sendiri menggunakan rumus :

$$f = \frac{n \times p}{120} \quad (2.2)^3$$

Dimana :

f	=	Frekuensi
n	=	Kecepatan putaran
p	=	Pole (Jumlah kutub)

Oleh karenanya frekuensi dari tegangan induksi tersebut di Indonesia sudah tertentu ialah 50 Hz dan jumlah kutub selalu genap maka putaran rotor, putaran kutub, putaran penggerak mula sudah tertentu pula.

Prinsip kerja dari generator listrik ialah menggunakan prinsip kerja berdasarkan hukum Faraday yakni apabila penghantar diputar didalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan ggl (garis gaya listrik) yang mempunyai satuan volt.

³ <https://www.yanmarpekanbaru.com/berita/2/2-mengenal-istilah-pole-pada-motor-listrik-beda-motor-2p4p6p-berikut-penjelasan/>



2.5. Jenis – Jenis Generator

- a. Berdasarkan jenis arus yang dibangkitkan
 1. Generator arus searah
Generator arus searah adalah generator yang mengubah energi mekanik menjadi listrik searah menggunakan komutator atau secara elektronik memakai dioda semikonduktor.
 2. Generator arus bolak – balik
Generator arus bolak – balik adalah generator yang mengubah energi mekanik menjadi listrik bolak – balik
- b. Berdasarkan letak kutub
 1. Generator kutub luar
Generator kutub luar adalah generator yang mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian diam (stator).
 2. Generator kutub dalam
Generator kutub dalam adalah generator yang mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian bergerak (rotor).
- c. Berdasarkan putaran medan
 1. Generator sinkron
Generator sinkron adalah mesin listrik arus bolak balik yang menghasilkan tegangan dan arus bolak balik dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan adanya induksi medan magnet.
 2. Generator asinkron
Generator asinkron adalah generator yang digunakan untuk mengubah daya putar poros turbin (putaran) menjadi energi listrik.
- d. Berdasarkan dari fasanya
 1. Generator satu fasa
 2. Generator tiga fasa
- e. Berdasarkan bentuk rotornya
 1. Generator rotor kutub menonjol



2. Generator rotor kutub rata (silindris)

2.6. Fungsi Generator Listrik

1. Sebagai sumber arus bolak – balik
2. Sebagai sumber tenaga listrik 3-fasa

2.7. Pengaman Pada Generator

1. Pengaman alarm
2. Pengaman Trip

2.8. Gangguan yang sering terjadi

- Gangguan penggerak awal
- Gangguan hilang penguatan
- Gangguan arus lebih
- Gangguan putaran lebih
- Gangguan tegangan lebih
- Gangguan ketidak seimbangan beban
- Gangguan isolasi

2.9. Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah kumpulan beberapa komponen yang berbeda – beda yang menjadi satu – kesatuan berkerja sama dengan tujuan untuk melindungi alat dan manusia dari gangguan – gangguan yang terjadi disebabkan oleh sistem operasi dari alat. Berdasarkan IEC 6255-20 sistem proteksi adalah susunan perangkat proteksi secara lengkap yang terdiri dari perangkat utama dan perangkat – perangkat lain yang dibutuhkan untuk melakukan fungsi tertentu. Sistem proteksi digunakan melepaskan atau memisahkan beban atau peralatan untuk mencegah terjadinya gangguan dan meminimalisir kerusakan alat serta melindungi manusia dari gangguan yang terjadi. Secara umum rele proteksi harus bekerja sesuai dengan yang diharapkan dengan waktu yang cepat sehingga tidak menimbulkan pemadaman bagi konsumen. Rele proteksi dapat merasakan adanya gangguan pada



peralatan yang diamankan dengan mengukur atau membandingkan besaran – besaran yang diterima misalnya, arus, tegangan, daya, frekuensi, impedansi dan sebagainya dengan besaran yang telah ditentukan kemudian mengambil keputusan untuk seketika ataupun dengan perlambatan waktu membuka pemutus tenaga.

Didalam sistem proteksi tenaga listrik, seluruh komponen harus diamankan dengan tetap menekankan selektivitas kerja peralatan/rele pengaman. Untuk mencapai hal ini, sistem tenaga listrik dibagi menjadi daerah – daerah (zona) pengaman seperti berikut :

- Proteksi pada generator
- Proteksi pada transformator
- Proteksi pada transmisi
- Proteksi pada distribusi

Dalam sistem proteksi pembagian tugas dapat diuraikan menjadi :

1. Proteksi utama, berfungsi untuk mempertinggi kehandalan, kecepatan kerja, dan fleksibilitas sistem proteksi terhadap sistem tenaga.
2. Proteksi pengganti, berfungsi jika proteksi utama menghadapi kerusakan untuk mengatasi gangguan yang terjadi.
3. Proteksi tambahan, berfungsi untuk pemakaian pada waktu tertentu sebagai pembantu proteksi utama pada daerah tertentu yang dibutuhkan.

2.10. Fungsi Sistem Proteksi

Adapun beberapa fungsi dari sistem proteksi yang digunakan pada peralatan kelistrikan antara lain :

1. Mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan yang ada pada sistem tenaga listrik akibat gangguan atau keadaan tidak normal pada kerja sistem.
2. Memperkecil daerah kerusakan atau gangguan yang bermasalah sehingga gangguan tidak melebar ke sistem lain yang lebih luas.

3. Memberikan pelayanan tenaga listrik dengan keandalan dan mutu tinggi kepada konsumen.
4. Mengamankan manusia dari bahaya yang ditimbulkan oleh tenaga listrik.

2.11. Komponen Sistem Proteksi

Pada dasar atau prinsipnya suatu sistem proteksi terdiri dari 4 buah komponen yaitu :

1. Rele Proteksi

Rele proteksi adalah sebuah peralatan listrik yang dirancang untuk mendeteksi bila terjadi gangguan atau sistem tenaga listrik tidak normal. Rele pengaman merupakan kunci kelangsungan kerja dari suatu sistem tenaga listrik, dimana gangguan segera dapat dilokalisasi dan dihilangkan sebelum menimbulkan akibat lebih luas.



Gambar 2.4. Rele

(Sumber : <http://meka-tronika.blogspot.com/2014/01/komponen-utama-sistem-proteksi.html>)

2. Trafo Instrumen

Trafo arus atau trafo tegangan untuk meneruskan arus dan/atau tegangan dengan perbandingan tertentu dari sirkuit primer (tenaga) ke sirkuit kedua (rele) dan memisahkan sirkuit sekunder dari sirkuit primer.

- Current Transformer (CT) / Trafo Arus

Current Transformer adalah suatu perangkat listrik yang berfungsi menurunkan arus yang lebih besar menjadi arus dengan

ukuran yang lebih kecil. CT digunakan karena dalam pengukuran arus tidak mungkin dilakukan langsung pada arus beban atau arus gangguan, hal ini disebabkan arus sangat besar dan bertegangan sangat tinggi. Karakteristik CT ditandai oleh Current Transformer Ratio (CTR) yang merupakan perbandingan antara arus yang dilewatkan oleh sisi primer dengan arus yang dilewatkan oleh sisi sekunder.⁴

- Potential Transformer / Trafo Tegangan

Potential transformer adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi menurunkan tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah yang sesuai dengan setting relay. Trafo juga memiliki angka perbandingan lilitan / tegangan primer dan sekunder yang menunjukkan kelasnya.⁵

3. Sumber DC

Sumber DC merupakan pencatu daya cadangan yang terdiri dari *battery charger* sebagai peralatan mengubah AC ke DC dan *battery* sebagai penyimpan daya cadangan. Sumber DC merupakan peralatan yang sangat vital karena terjadi gangguan menyebabkan CB membuka.

4. Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus tenaga (PMT) sebagai pemutus arus gangguan di dalam sirkuit tenaga untuk melepaskan bagian sistem yang terganggu. PMT menerima perintah (sinyal trip) dari rele proteksi untuk membuka.

2.12. Syarat – Syarat Sistem Proteksi

Ada sistem proteksi kelistrikan ada beberapa syarat yang harus ada antara lain :

⁴ Komponen Utama Sistem Proteksi, <http://mekatronika.blogspot.com/2014/01/komponen-utama-sistem-proteksi.html>

⁵ Komponen Utama Sistem Proteksi, <http://mekatronika.blogspot.com/2014/01/komponen-utama-sistem-proteksi.html>



1. Kepekaan (Sensitivitas)

Kepekaan (sensitivitas) adalah respon dari relay proteksi terhadap segala macam jenis gangguan yang kemungkinan terjadi di sekitar alat itu sendiri. Suatu rele dikatakan sensitif bila parameter operasi utamanya rendah. Artinya, semakin rendah besaran parameter penggerak maka perangkat tersebut dikatakan sensitif. Sehingga rele harus dapat bekerja pada awal terjadinya gangguan

2. Kecepatan

Kecepatan dalam hal ini merupakan kecepatan reaksi relay terhadap gangguan yang terjadi. Jika semakin lama relay beroperasi maka kerusakan pada alat akan semakin besar dan dapat membahayakan bagi manusia. Oleh karena itu proteksi harus bekerja secepat mungkin sehingga gangguan tersebut tidak merambat bahkan merusak peralatan yang ada. Mengingat suatu sistem tenaga mempunyai batas – batas stabilitas serta terkadang gangguan sistem tenaga bersifat sementara, maka relay yang semestinya bereaksi dengan cepat kerjanya perlu diperlamabat.

$$t_{total} = t_{start} + t_{CT} + t_{PMT} \quad (2.3)^6$$

Dimana :

t = Total waktu yang dipergunakan untuk memutuskan hubungan

t_{start} = Waktu bereaksinya unit relay

t_{CT} = Waktu yang diperlukan untuk pelepasan C.B

t_{PMT} = Waktu pemutusan arus gangguan PMT

Pada umumnya untuk t_{total} sekitar 0,1 detik kerja peralatan proteksi sudah dianggap baik.

⁶ <http://eprints.polsri.ac.id/422/3/bab%202.pdf>



3. Selektifitas

Kemampuan relay untuk melakukan tripping secara tepat sesuai rencana yang telah ditentukan pada waktu mendesain sistem proteksi tersebut. Dalam pengertian lain, suatu sistem proteksi tenaga harus bisa bekerja secara selektif sesuai klasifikasi dan jenis 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.

4. Stabilitas

Kemampuan untuk melindungi alat dari gangguan luar. 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 terpengaruhi faktor luar daerah proteksinya, seperti adanya arus beban lebih dan arus gangguan lebih. Dengan kata lain, stabilitas dapat juga didefinisikan sebagai kemampuan untuk tetap konsisten hanya bekerja pada daerah proteksi dimana dia dirancang tanpa terpengaruh oleh berbagai parameter luar yang tidak merupakan besaran yang perlu dipertimbangkan.

5. Keandalan

Kebutuhan perangkat sistem proteksi dengan tingkat keandalan yang tinggi merupakan salah satu faktor pertimbangan yang sangat penting dalam perencanaan. Sebuah peralatan proteksi dapat digunakan yang berarti bisa mengamankan suatu peralatan dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Keandalan rele dikatakan cukup baik jika mencapai harga 90% - 99% misal, dalam satu tahun terjadi gangguan sebanyak 25x dan rele dapat bekerja dengan sempurna sebanyak 23x, maka :



$$Keandalan\ Rele = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\% \quad (2.4)^7$$

Keandalan terbagi menjadi 2 :

1. Dependability adalah Rele harus dapat diandalkan setiap saat.
2. Security adalah Tidak boleh salah kerja / tidak boleh bekerja yang bukan seharusnya bekerja.

2.13. Rele Proteksi

Rele proteksi adalah susunan peralatan yang direncanakan untuk dapat merasakan ataupun mengukur adanya gangguan atau ketidaknormalan pada suatu peralatan listrik dan secara otomatis memberi perintah untuk pemutus tenaga untuk memisahkan peralatan atau bagian dari sistem yang terganggu dan memberi syarat berupa alarm atau lampu.

Elemen dasar rele proteksi yang bekerja saling terkait untuk memutuskan aliran arus antara lain :

1. Bagian Perasa
Bagian perasa memiliki fungsi untuk merasakan atau mengukur besaran arus, tegangan, frekuensi atau besaran lainnya yang akan diproteksi.
2. Bagian Pembanding
Bagian pembanding berfungsi untuk membandingkan arus yang masuk ke rele pada saat ada gangguan dengan arus settingan tersebut.
3. Bagian Kendali
Bagian kendali berfungsi mengadakan perubahan dengan tiba – tiba pada besaran kendali dengan menutup arus operatif.

2.14. Fungsi dan Tujuan Rele Proteksi

Rele proteksi berfungsi menunjukkan lokasi dan macam gangguannya. Dengan hal tersebut dapat memudahkan analisa dari gangguan yang terjadi. Dalam beberapa kasus rele proteksi hanya akan memberikan tanda adanya sebuah

⁷ <http://eprints.polsri.ac.id/368/3/3%20BAB%20II.pdf>

gangguan atau kerusakan. Dilihat dari fungsi dan peranan rele proteksi dapat dikelompokkan menjadi :

1. Memberikan sinyal alarm dan melepaskan pemutus tenaga circuit breaker dengan tujuan untuk meminimalisir gangguan.
2. Melepaskan atau mentriapkan peralatan yang tidak normal atau mengalami gangguan untuk mencegah terjadinya kerusakan.
3. Memutuskan atau melepaskan peralatan yang mengalami gangguan secara cepat dengan tujuan mengurangi kerusakan yang lebih berat.
4. Memeperkecil kerusakan pada peralatan menyebar ke peralatan lain.
5. Melepaskan peralatan yang terganggu secara cepat untuk menjaga kestabilan dari sistem.

2.15. Jenis – Jenis Rele Proteksi

1. Rele Arah (Directional Relay)

Rele ini menggunakan prinsip dasar rele induksi dengan satu besaran input. Pada rele ini arah induksi besaran input dari besar penggerak arus dan pembanding arus atau tegangan.



Gambar 2.5. Rele Arah (Directional Relay)

(Sumber : <https://www.gegridsolutions.com/multilin/catalog/icw.htm>)

Dengan membagi nilai tegangan gangguan dengan nilai arus gangguan, maka impedansi pada titik terjadinya gangguan dapat diketahui.



$$Z_f = \frac{V_f}{I_f} \quad (2.5)^8$$

Dimana :

Z_f = Impedansi gangguan (ohm)

V_f = Tegangan gangguan (Volt)

I_f = Arus gangguan (Ampere)

Rele arah akan bekerja dengan cara membandingkan impedansi gangguan yang terukur dengan impedansi setting. Rele akan bekerja jika nilai impedansi gangguan lebih kecil dari impedansi setting dan sebaliknya jika impedansi gangguan lebih besar maka rele tidak akan bekerja.

Persyaratan rele arah yang harus dipenuhi :

- Waktu kerja rele arus cepat 20 – 40 ms.
- Rele harus dapat pick up pada daya yang kecil. Rele harus masih dapat pick up dengan raah yang betul pada tegangan yang rendah (2,6 V).
- Konsumsi dari kumparan dan arus sekecil mungkin pada keadaan normal sehingga beban dari CT/PT tetap kecil.
- Rele harus mempunyai harga pembanding drop out dan pick up (Kd) tinggi.
- Rele arah tidak boleh bekerja sendiri kalau rangkaian tegangan hilang dan kumparan arus dialiri arus.
- Rele arah sebaiknya sederhana konstruksinya, dapat diandalkan dalam operasinya berukuran kecil,

2. Rele Differensial

Rele Differensial adalah suatu rele yang bekerja bila ada perbedaan vector dari dua besaran listrik atau lebih yang melebihi besaran yang ditentukan.

⁸ <http://eprints.polsri.ac.id/422/3/bab%202.pdf>



Gambar 2.6. Rele Differensial

(Sumber : <https://qtop.wordpress.com/2009/06/01/rele-proteksi-trafo-dan-fungsinya/>)

Rele differensial berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap gangguan hubung singkat yang terjadi di dalam daerah pengaman transformator. rele ini merupakan pengaman utama (*main protection*) yang sangat selektif dan cepat, sehingga tidak perlu dikordinir dengan rele lain dan tidak memerlukan time delay.

Sifat pengaman rele differensial :

1. Sangat efektif dan cepat, tidak perlu koordinasi dengan rele lain.
2. Sebagai pengaman utama.
3. Daerah pengamannya dibatasi oleh pasangan trafo arus dimana rele differensial dipasang.

Untuk menentukan besarnya nilai setting arus differensial, arus restrain (penahanan), slope dan setting pada rele differensial menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_d = I_2 - I_1$$

$$I_r = \frac{I_1 + I_2}{2} \quad (2.6)^9$$

$$\text{Slope} = \frac{I_d}{I_r} \times 100\%$$

$$I_{\text{setting}} = \text{Slope} \times I_r$$

Dimana :

I_d = Arus differensial

⁹ Wijanarko Danang, *ANALISA PENGGUNAAN RELE DIFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK PALUR*
(<http://eprints.ums.ac.id/60872/5/Naskah%20Publikasi-255.pdf>)

I_r	=	Arus <i>restrain</i> (penahan)
$I_{setting}$	=	Arus setting pada rele differensial
$Slope$	=	Batas ambang kemampuan kumparan penahan

Persyaratan pada pengaman differensial adalah sebagai berikut :

1. CT 1 dan CT 2 harus mempunyai perbandingan transformasi yang sama atau mempunyai transformasi sedemikian sehingga sekundernya sama.
2. Karakteristik CT 1 dan CT 2 sama.
3. Rangkaian CT ke rele harus benar.

4. Rele Frekuensi

Pada umumnya rele frekuensi digunakan untuk mendeteksi frekuensi sistem tenaga listrik, menjaga frekuensi sistem tenaga atau generator, melepaskan beban lebih bila frekuensi turun dibawah nilai yang disetting.



Gambar 2.7. Under Frekuensi Relay

(Sumber ; [http://sakarepenyong.blogspot.com/2012/02/pemasangan-uf-
under-frekuensi-relay.html](http://sakarepenyong.blogspot.com/2012/02/pemasangan-uf-
under-frekuensi-relay.html))

Berdasarkan standard IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) besar frekuensi yang diperbolehkan atau batas toleransi adalah $\pm 1\%$ dari frekuensi referensi. Frekuensi referensi yaitu sebesar 50 Hz untuk di Indonesia atau berdasarkan SPLN frekuensi normal yang diijinkan pada sistem yaitu 49,5 – 50,5 Hz.

5. Relay Overspeed

Relay overspeed memiliki fungsi mendeteksi kecepatan putaran pada generator turbin. Relay ini dapat mendeteksi frekuensi lebih dari putaran lebih dan mengamankan generator yang kehilangan beban secara mendadak agar terhindar dari tegangan lebih atau kerusakan regulator tegangan akibat putaran lebih atau overspeed. Pada saat kehilangan beban secara mendadak dapat menyebabkan overspeed.¹⁰ Relay ini biasanya bekerja pada kelebihan putaran yang ditoleransi sebesar 5% dari maksimal putaran normal. Dimana alat proteksi akan bekerja jika putaran melewati putaran nominalnya. Peristiwa terjadinya putaran lebih pada turbin uap ini disebabkan karena sedikit atau tidak ada energi yang dikonsumsi oleh peralatan industri untuk menggerakkan generator, pompa atau kompresor dan penyebab lainnya ialah terlalu banyak uap yang masuk ke turbin uap sehingga menyebabkan putaran lebih pada turbin. Jika relay tidak berfungsi pada saat terjadinya putaran lebih maka akan menyebabkan beberapa masalah yang cukup fatal contohnya ialah kerusakan pada bagian *rotor* dan juga *stator*.



Gambar 2.8. Rele Overspeed

Untuk nilai setting relay overspeed agar bekerja adalah :

¹⁰ <https://materiselamasekolah.wordpress.com/2016/10/13/relay-overspeed12/>

$$\text{Putaran lebih (overspeed)} = n \text{ nominal} + \text{toleransi}$$

Dimana :

$$n \text{ nominal} = \text{Putaran nominal}$$

$$\text{Toleransi} = 5\%^{11}$$

Jika putaran yang dihasilkan sudah lebih dari batas toleransi yang diberikan maka rele akan langsung bekerja.

6. Rele Arus Lebih (OCR)

Rele arus lebih adalah rele yang bekerjanya didasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dan dalam jangka waktu tertentu sehingga rele ini dapat dipakai sebagai sebagai pola pengaman arus lebih.



Gambar 2.9. Rele Arus Lebih atau OCR

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/asfaira/over-current-relay-schneider-eocrss-30s>)

Keuntungan dan fungsi relay arus lebih :

- Sederhana dan murah.
- Mudah untuk disetting.
- Merupakan rele pengaman utama dan cadangan.

¹¹ <https://www.woodward.com/en/shop/woodward44-industrial-safety-systems/8237-2601>

- Mengamankan gangguan hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat satu fasa ke tanah dan beberapa hal dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih (overload).
- Pengaman cadangan untuk generator, trafo tenaga dan saluran transmisi.

7. Rele Tegangan

Rele ini bekerja berdasarkan besar tegangan sebagai besaran ukur, disini rele akan bekerja bila tegangan yang terukur melebihi atau dibawah nilai setting. Rele tegangan terbagi menjadi 2 jenis yaitu Over Voltage Relay (OVR) dan Under Voltage Relay (UVR).

Aplikasi rele tegangan :

- Over Voltage Relay
OVR adalah pengaman tegangan yang lebih pada sistem pembangkitan yaitu sebagai pengaman gangguan tanah (pergeseran titik netral) pada jaringan yang disuplai dari trafo tenaga dimana titik netralnya ditanahkan melalui tahanan tinggi atau sistem mengambang
- Under Voltage Relay
UVR adalah relay yang berfungsi mencegah starting motor suplai tegangan turun dan dalam pengaman sistem dapat dikombinasikan dengan rele frekuensi.



Gambar 2.10. Rele Tegangan

(Sumber : <https://www.rs-online.id/id/p/multifunction-window-voltage-relay/>)



8. Rele Gangguan Tanah

Rele gangguan tanah berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap gangguan tanah didekat titik netral yang tidak dapat terdeteksi oleh rele differensial. Rele gangguan tanah terbatas hanya dipasang pada transformator yang titik netralnya ditanahkan langsung atau pentanahan melalui tahanan.

Rele gangguan tanah dipasang untuk mengimbangi rele differensial yang tingkat sensitifitasnya terbatas dibandingkan dengan rele gangguan tanah terbatas. Terutama dalam mendeteksi terjadinya hubung singkat di dekat titik netral.

Prinsip kerja rele gangguan tanah adalah bila terjadi gangguan tanah diluar daerah proteksinya, maka tidak akan ada arus yang mengalir ke rele dan rele tidak bekerja. Tetapi bila terjadi gangguan tanah di dalam daerah proteksinya akan timbul arus gangguan dan arus mengalir ke rele, dengan demikian maka rele gangguan tanah terbatas akan bekerja untuk mengisolir gangguan.¹²

9. Rele Tekanan Lebih

Rele tekanan lebih adalah jika terjadi tekanan yang berlebihan di dalam transformator akibat gangguan dalam (*Internal Fault*) tekanan tersebut akan berusaha mendesak ke tempat – tempat bagian dalam tangki transformator yang bertekanan rendah. Bila tekanan di dalam transformator naik terus dan melebihi kekuatan tekanan diafragma rele akan mendapat tekanan lebih, maka diafragma rele akan mendapat tekanan secara terus menerus yang semakin lama semakin besar dan akhirnya akan pecah.

Dengan pecahnya ini, jarum pemecah akan keluar karena kekuatan pegas dan akan mengerjakan switch. Dan switch ini akan membuat transformator menjadi trip dan memutuskan rangkaian. Transformator yang mengalami kerusakan *internal fault* akan off dan tidak beroperasi, dengan demikian peralatan dapat diselamatkan.¹³

¹² <http://eprints.polsri.ac.id/1717/3/Bab%20II.pdf>

¹³ <http://eprints.polsri.ac.id/1717/3/Bab%20II.pdf>



10. Rele Suhu

Rele suhu merupakan rele mekanis yang berfungsi untuk mendeteksi suhu minyak dan suhu kumparan secara langsung dan dipasang pada semua transformator. Rele suhu ini dilengkapi dengan transformator arus dan pendeteksi temperatur.¹⁴

Pada rele ini memiliki 2 sensor yang beraksi terhadap perubahan suhu :

- Rele suhu untuk mendeteksi perubahan suhu pada minyak transformator.
- Rele suhu untuk mendeteksi perubahan suhu pada kumparan transformator.

¹⁴ <http://eprints.polsri.ac.id/1717/3/Bab%20II.pdf>

