

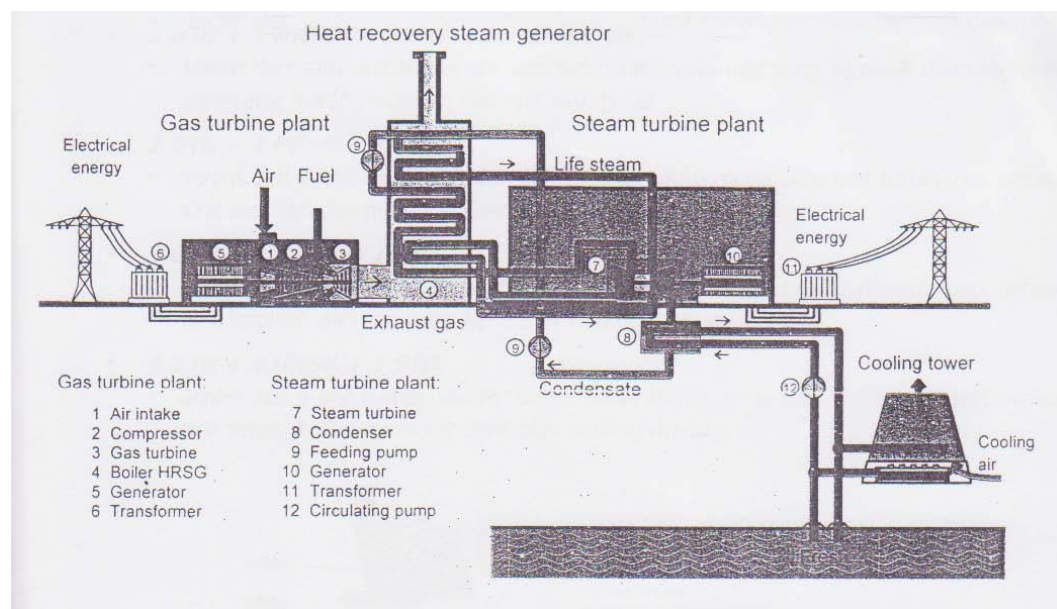


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian PLTGU (Pusat Listrik Tenaga Gas Uap)^[1]

HRSG (Heat Recovery Steam Generator) adalah ketel uap atau boiler yang memanfaatkan energi panas sisa gas buang satu unit turbin gas untuk memanaskan air dan mengubahnya menjadi uap, dan kemudian uap tersebut dipergunakan untuk menggerakkan turbin uap. Pada umumnya HRSG tidak dilengkapi pembakar (burner) dan tidak mengkonsumsi bahan bakar, sehingga tidak terjadi proses perpindahan/penyerapan panas radiasi. Proses perpindahan/penyerapan yang terjadi hanyalah proses konveksi dan konduksi dari gas buang turbin gas ke dalam air yang akan diproses menjadi uap melalui elemen-elemen pemanas didalam ruang boiler HRSG.



Gbr. 2.1 Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

HRSG sangat bermanfaat untuk meningkatkan hasil guna (efisiensi)

¹A.Muin Syamsir.Pesawat-Pesawat Konversi Energi 2(Turbin Uap).1993.Hal 111-112



bahan bakar yang dipakai pada unit turbin gas, yang selanjutnya akan menggerakkan unit turbin uap. Sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan proses ini yaitu PLTGU (Pusat listrik tenaga gas dan uap). HRSG adalah bagian penting PLTGU, dimana unit pembangkit PLTGU disebut juga Blok PLTGU.

Kapasitas produksi uap yang dapat dihasilkan HRSG tergantung pada kapasitas energi panas yang masih mengandung gas buang dari unit turbin gas yang berarti masih tergantung pada beban unit turbin gas. Pada dasarnya turbin gas yang beroperasi pada putaran tetap, aliran udara masuk kompressor juga tetap, perubahan beban turbin yang tidak konstan dengan aliran bahan bakar tetap, sehingga suhu gas buang juga berubah mengikuti perubahan turbin gas. Dimana ada beberapa aspek yang harus diperhatikan yaitu diantaranya tekana turbin, temperatur turbin, dan putaran turbin sehingga untuk mencari rata-ratanya dalam satu hari dapat menggunakan persamaan berikut

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \dots\dots\dots(\text{pers 2.1})$$

Dimana : x = Data yang dicari
 X_{1-s} = Data yang ke....
 n = Banyaknya Jumlah

2.2 Bagian – Bagian Utama HRSG^[2]

Heat Recovery Steam Generator terdiri dari beberapa bagian elemen yaitu pemanas awal kondensat (kondensat preheater), ekonomiser, evaporator, dan superheater yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Pada sub bab ini akan membahas fungsi masing-masing elemen pada Heat Recovery Steam Generator.

1. Pemanas awal kondensat (condensate preheater atau CPH)

Pemanas awal kondensat berfungsi memanaskan air yang berasal dari kondensat keluaran turbin uap, kemudian air yang sudah dipanaskan ini

²Marsudi.Djateng.Pembangkit Energi Listrik.2002.Hal 17-19



dialirkan dan dikumpulkan ke tangki air umpan. Umumnya pemanas awal kondensat ini diletakkan di bagian paling atas sekali dari posisi pipa – pipa pemanas yang ada dan diikuti oleh pipa – pipa lainnya.

2. Ekonomiser

Ekonomiser terdiri dari pipa-pipa air yang ditempatkan pada lintasan gas asap setelah pipa-pipa evaporator. Pipa-pipa ekonomiser dibuat dari bahan baja atau besi tuang yang sanggup untuk menahan panas dan tekanan tinggi. Ekonomiser berfungsi untuk memanaskan air pengisi sebelum memasuki steam drum dan evaporator sehingga proses penguapan lebih ringan dengan memanfaatkan gas buang dari HRSG yang masih tinggi sehingga memperbesar efisiensi HRSG karena dapat memperkecil kerugian panas pada HRSG tersebut. Air yang masuk pada evaporator sudah pada temperatur tinggi sehingga pipa - pipa evaporator tidak mudah rusak karena perbedaan temperatur tidak terlalu tinggi.

3. Evaporator

Evaporator merupakan elemen HRSG yang berfungsi untuk mengubah air hingga menjadi uap jenuh. Pada evaporator dengan adanya pipa – pipa penguapan akan terjadi pembentukan uap. Biasanya pada evaporator kualitas uap sudah mencapai 0,8 – 0,98 sehingga sebagian masih berbentuk fase cair. Evaporator akan memanaskan uap air yang turun dari drum uap panas lanjut yang masih dalam fase cair agar berbentuk uap sehingga bisa diteruskan menuju superheater. Perpindahan panas yang terjadi pada evaporator adalah *film pool boiling*, dimana air yang dipanaskan mendidih sehingga mengalami perubahan fase menjadi uap jenuh. Jenis evaporator ada 2 (dua) jenis yaitu evaporator bersikulasi alami (bebas) dan evaporator bersikulasi paksa (dengan pompa).

4. Superheater

Superheater merupakan alat yang berfungsi untuk menaikkan temperatur uap jenuh sampai menjadi uap panas lanjut (*superheater vapour*). Uap lanjut bila digunakan untuk melakukan kerja dengan jalan ekspansi didalam turbin atau mesin uap tidak akan mengembun, sehingga mengurangi kemungkinan



timbulnya bahaya yang disebabkan terjadinya pukulan balik (*back stroke*) yang diakibatkan mengembunnya uap belum pada waktunya sehingga menimbulkan vakum ditempat yang tidak semestinya di daerah ekspansi.

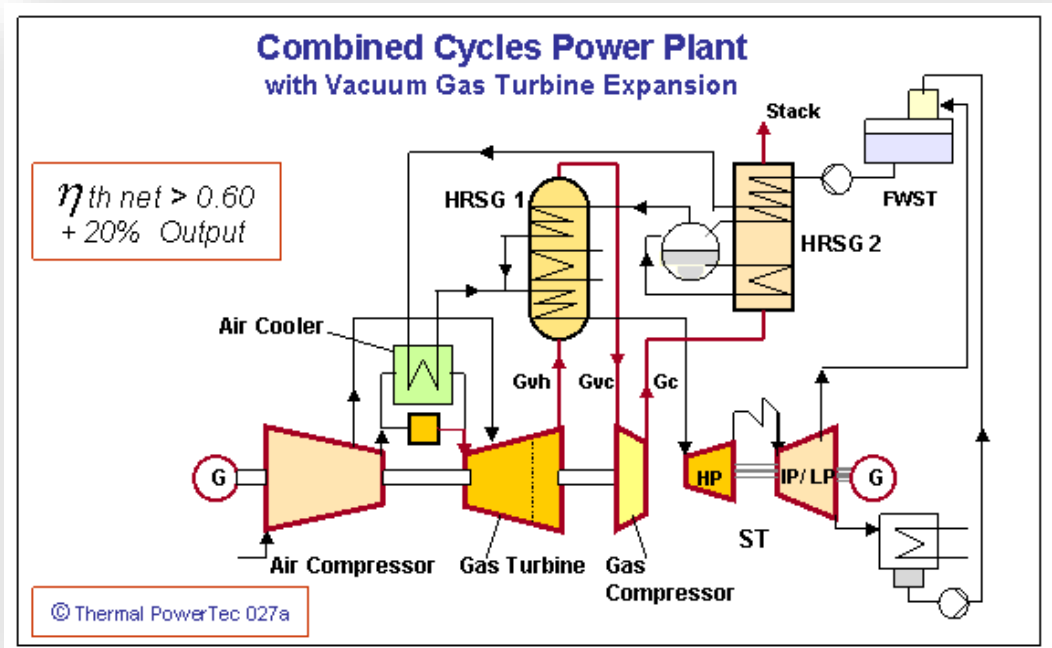
Selain komponen – komponen utama HRSG di atas, HRSG juga dilengkapi peralatan bantu lainnya yang fungsinya sangat menunjang kinerja HRSG, antara lain:

- Drum uap

Sebagai wadah yang berfungsi memisahkan campuran air – uap dan keluarannya berupa uap jenuh kering (*saturated steam*), yang kemudian dialirkan ke superheater.

- Cerobong asap

Sebagai laluan yang membantu tarikan gas buang ke atmosfer. Cerobong asap terdiri dari diffuser, diverter dan silencer.



Gambar 2.2 Diagram PLTGU dengan HRSG Single Pressure



5. Kondensor^[3]

Kondensor adalah untuk mengembalikan exhaust steam dari turbin ke face cairnya agar dapat dipompakan kembali ke boiler dan digunakan kembali. Kondensor terbagi diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu Jet Kondensor dan Surface Kondensor. Pada Jet Kondensor, uap dikondensasikan dengan air pendingin. Secara alami, temperature dan air pendingin adalah sama ketika melewati kondensor. Oleh karena itu, proses kondensasi tidak bisa dilakukan kembali secara langsung untuk penggunaan sebagai tekanan air menuju boiler. Disisi lain pada permukaan kondensor, tidak ada kontak langsung antara uap yang dikondensasikan dan sirkulasi pada cooling water. Sedangkan pada Surface Kondensor, air pendingin yang melalui tabung dan uap yang melalui sekelilingnya. Melewati tabung air pendingin disikulasikan. Oleh piring penyekat, jumlah air dibagi menjadi dua bagian, terletak dibagian tabung atas dimana air pendinginnya sedikit lebih panas. Uap pembuangannya dari turbin masuk menuju kondensor dari atas dan menuju tabung yang lebih panas. Dan akhirnya terkondensi pada tabung pendingin bagian bawah dan dikirim oleh pompa ekstraksi menuju boiler melalui economizer.

2.3 Siklus Turbin Gas^[4]

Turbin gas merupakan alat yang mengkonversi energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanis melalui proses pembakaran, kemudian energi mekanis tersebut dikonversi oleh generator menjadi energi listrik.

Prinsip kerja sistem ini adalah udara atmosfer masuk ke dalam kompresor yang berfungsi menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut, sehingga temperaturnya naik. Kemudian udara bertekanan tinggi itu masuk ke dalam ruang bakar. Di dalam ruang bakar disemprotkan bahan bakar ke dalam arus udara tersebut, sehingga terjadi proses pembakaran.

Proses pembakaran tersebut berlangsung pada tekanan konstan, sehingga bisa dikatakan bahwa ruang bakar hanyalah digunakan untuk

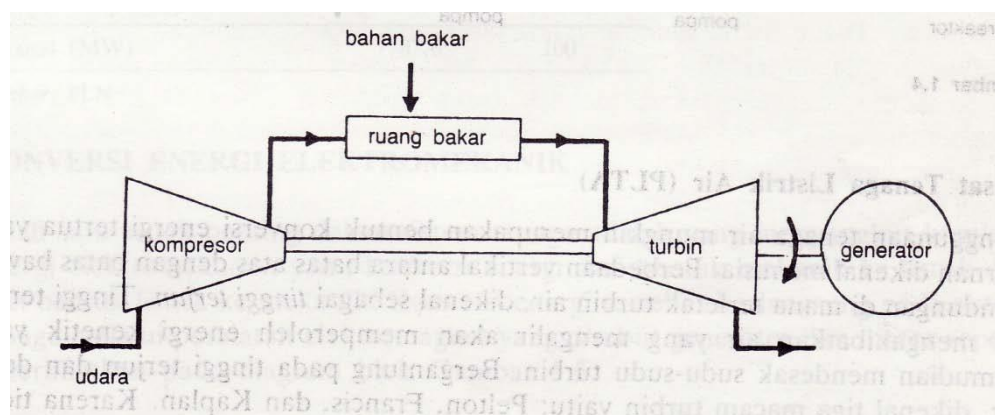
³Nag.Pk.Power.Plant Engineering Second Edition.2002,Hal 52

⁶Shylyakin.P. Turbin Uap.1993.Hal 24



menaikkan temperatur udara. Gas pembakaran yang bertemperatur tinggi itu kemudian masuk ke dalam turbin gas dimana energinya dipergunakan untuk memutar sudu turbin $\pm 60\%$ dari daya yang dihasilkan turbin untuk memutar kompresornya sendiri, sisanya baru digunakan untuk memutar generator.

Siklus ideal ini terdiri dari 2 proses isobar yang terjadi diruang bakar dan proses pembuangan gas bekas, serta 2 proses isentropik yang terjadi pada kompresor dan ekspansi gas pada turbin.



Gambar 2.3 Siklus Turbin Gas Terbuka

2.4 Siklus Turbin Uap

Turbin merupakan suatu penggerak dimana mengubah energi potensial dari uap yang dihasilkan menjadi energi kinetik yang akan berubah menjadi putaran poros turbin ide dari pembautan turbin uap ini diketahui kira-kira tahun 120 SM. Hero di Alexandria membuat prototip yang bekerja pada prinsip reaksi. Yang terdiri dari bejana yang berisikan air, penampang berbentuk bola, pipa-pipa, dan dikeluarkan melalui nosel. Beberapa abad kemudian pada tahun 1629, Giovanni Branca memberikan gambaran pada sebuah mesin yang terdiri dari ketel uap, nosel, roda yang memiliki sudu-sudu, poros dan roda gigi. Uap yang dihasilkan didalam ketel akan dialirkan ke nosel dalam kecepatan tinggi sehingga akan memutar roda dan akhirnya menggerakkan mesinnya tersebut. Dan pada



akhirnya berkembanglah hingga saat ini. Turbin uap saat ini secara dapat digolongkan menjadi 3 macam yaitu turbin implus, reaksi dan gabungan.

Adapun turbin implus mengubah energi potensial supaya menjadi energi kinetik didalam nosel. Uap yang keluar dari dalam nosel dengan kecepatan mutlak memasuki sudu-sudu turbin. hal ini disebabkan oleh putaran cakram turbin, kecepatan uap pada jalan masuk ke laluan sudu akan mempunyai relative terhadap laluan sudu, nilai yang berbedada, dan juga arahnya berbeda. Kecepatan ini dikenal sebagai kecepatan relative. Sedangkan turbin reaksi pada umumnya dibuat hanya sebagai turbin nekatingkat. Dalam turbin reaksi mengalami ekspansi baik pada suhu pengarah maupun sudu gerak sehingga mengarahkan dorongan pada sudu dalam arah aksial. Untuk mengurangi dorongan aksial ini biasanya dipasang sudu-sudu gerak pada drum yang juga berfungsi sebagai rotor. Sudu-sudu pengarah dipasang pada stator turbin.

2.5 Siklus Gabungan (Combine Cycle)^[5]

Siklus gabungan adalah suatu siklus yang memanfaatkan gas buang dari turbin gas (PLTGU) untuk memanaskan air dalam ketel, dengan menggunakan heat exchanger berupa HRSG dan uap yang dihasilkan HRSG tersebut digunakan untuk menggerakkan generator listrik

Gas turbin dari turbin gas keluar pada umumnya 500°C. Disebabkan tekanan rendah, suhu tinggi (entalpi tinggi) ini, gas buang tidak dapat dimanfaatkan menjadi fluida kerja. Regenerator dapat digunakan untuk memanfaatkan gas terbuang ini dengan cara memanaskan gas keluar dari kompressor sebelum masuk ke ruang bakar. Beberapa halangan dalam penggunaan regenerator:

1. Regenerator mengakibatkan penurunan tekanan antara outlet kompressor dan inlet ruang bakar yang menyebabkan naiknya kerja kompressor karena untuk tekanan inlet turbin yang tertentu. Outlet

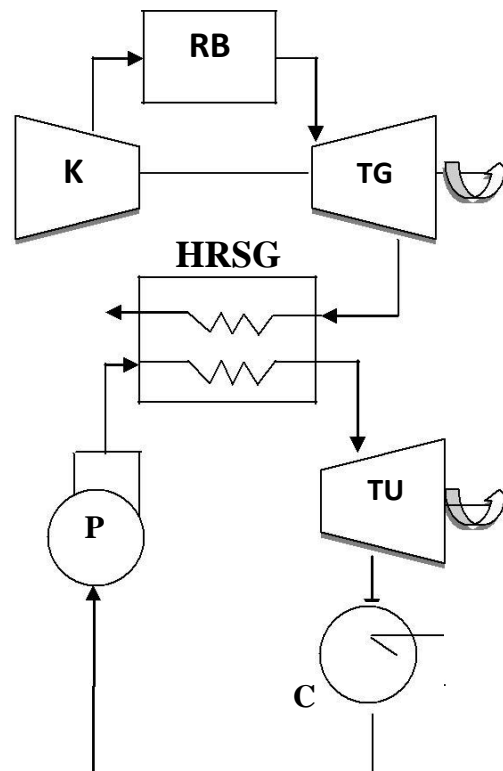
⁵Pandjaitan.Bonar.Praktikum-praktikum Sistem Tenaga Listrik.2002.Hal 52-54



compressor tekanannya harus lebih tinggi.

2. Regenerator menimbulkan naiknya tekanan luar (back pressure) turbin yang menyebabkan turunnya kerja turbin.
3. Regenerator sulit untuk melayani debit aliran yang tinggi.

Pada gambar 2.4 berikut menampilkan skema pembangkit daya dengan menggunakan HRSG.



Gambar 2.5 Pembangkit daya siklus gabungan

Keterangan:

P = Pompa

HRSG = Heat Recovery Steam Generator

TU = Turbin Uap

C = Condenser

K = Kompresor

RB = Ruang Bakar

TG = Turbin Gas



Pembangkitan daya seperti gambar 2.3 diatas, disamping menghasilkan efisiensi yang tinggi dan keluaran daya yang lebih besar siklus gabungan bersifat luwes, mudah dinyalakan dengan beban tak penuh, cocok untuk operasi beban. besar dan turbin bersiklus mempunyai efisiensi dalam daerah beban yang luas. Kelemahannya berkaitan dengan keruwetannya, karena pada dasarnya instalasi ini menggabungkan dua teknologi didalam satu kompleks pembangkit daya.

2.6 Sistem Proteksi^[6]

Sistem Proteksi adalah susunan perangkat proteksi secara lengkap yang terdiri dari perangkat utama dan perangkat perangkat lain yang dibutuhkan untuk melakukan fungsi tertentu berdasarkan prinsip-prinsip proteksi sesuai dengan defenisi yang terdapat pada standar IEC 6255-20. Dengan demikian sekarang bagaimana caranya supaya gangguan yang terjadi seminim mungkin berakibat terhadap konsumen. Sedikit dan sesingkat mungkin. Salah satu cara ialah dengan sistem pengaman yang baik,dalam hal ini disamping perangkat kerasnya (relenya) juga terdapat perangkat lunaknya diantaranya penyetelnya. Apabila penyetelan rele ini tidak benar, maka dapat tidakselektif atau akan terjadi salah kerja (miss trip). Secara umum rele proteksi harus bekerja sesuai dengan yang diharapkan dengan waktu yang cepat sehingga tidak akan mengakibatkan kerusakan secara dini atau walaupun terjadi gangguan tidak menimbulkan pemadamana bagi konsumen.

Rele proteksi adalah susunan peralatansng direncanakan untuk dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau mulai merasakan adanya yang tidak normal pada peralatan atau bagian dari sistem tenaga listrik dan segera secara otomatis memberi perintah untuk membuka pemutus tenaga untuk memisahkan peralatan atau bagian dari sistem yang terganggu dan memberi isyarat berupa lampu atau bel. Rele proteksi dapat merasakan adanya gangguan pada peralatan yang diamankan dengan mengukur atau membandingkan besaran-

⁶Samaullah.Hazairin.Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik.2002.Hal 52



besaran yang diterima misalnya arus, tegangan, data, sudut rese, frekuensi, impedansi dan sebagainya dengan besaran yang telah ditentukan kemudian mengambil keputusan untuk seketika ataupun dengan perlambatan waktu membuka pemutus tenaga. Dengan data tersebut memudahkan analisa dari gangguannya.

2.6.1 Syarat Sistem Proteksi⁷

Sistem Proteksi tentu haruslah memiliki ketentuan-ketentuan yang berlaku diantaranya yaitu:

1. Faktor 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.

2. Selektifitas

Selektifitas suatu proteksi adalah kemampuan 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 yang harus diamankan.

3. 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 daerah proteksinya seperti adanya arus beban lebih dan arus ganggusn lebih. Dengan kata lain, stabilitas dapat juga didefinisikan sebagai kemampuan untuk tetap konsisten hanya bekerja pada daerah proteksi dimana dia dirancang tanpa terpengaruh oleh

⁷Samaullah.Hazairin.Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik.2004.Hal 5-7



berbagai parameter luar yang tidak merupakan besaran yang perlu dipertimbangkan.

4. Kecepatan

Fungsi dari suatu sistem proteksi adalah untuk mengisolasi gangguan secepat dan sesegera mungkin. Tujuan utamanya adalah mengamankan kontinuitas pasokan daya dengan menghilangkan setiap gangguan sebelum gangguan tersebut berkembang ke arah yang membahayakan stabilitas dan hilangnya sinkronisasi sistem yang akhirnya dapat meruntuhkan sistem tersebut. Oleh karena itu proteksi harus bekerja secepat mungkin sehingga gangguan tersebut tidak merambat bahkan merusak peralatan yang ada.

5. Sensitifitas

Sensitifitas adalah istilah yang sering dikaitkan dengan harga besaran penggerak minimum, seperti level arus minimum, tegangan, daya dan besaran lainnya. Artinya, semakin rendah besaran parameter penggerak maka perangkat tersebut dikatakan semakin sensitif

2.6.2 Cara Kerja Sistem Proteksi⁸

Fungsi utama peralatan atau pelindung adalah melepaskan atau memisahkan peralatan yang terganggu dari sistem keseluruhannya guna memperkecil kerusakan yang dapat terjadi dan sebanyak mungkin mempertahankan kontinuitas penyediaan tenaga listrik. Peralatan pengaman harus melakukannya dalam waktu yang secepatnya sehingga perlu seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Hal ini dilakukan dengan rele pengaman.

2.7 Pembagian Tugas sistem Proteksi

Karena Adanya kemungkinan pada sistem pengaman maka harus dapat diatasi yaitu dengan penggunaan pengaman cadangan (back up protection). Dengan demikian pengaman menurut fungsinya dapat dikelompokkan menjadi

⁸ Samaullah.Hazairin.Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik.2004.Hal 9



1. Pengaman Utama

Pengaman utama pada umumnya selektif dan bahkan jenis tertentu mempunyai sifat mutlak, misalnya rele diferensial dan digunakan sebagai pengaman utama atau inti.

2. Pengaman Cadangan

Pengaman cadangan umumnya memiliki perlambatan waktu, hal ini untuk memberikan kesempatan kepada pengaman utama untuk bekerja dahulu, dan jika pengaman utama gagal baru pengaman cadangan bekerja dan rele ini tidak selektif dengan pengaman utama. Pada pengaman ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

a. Pengaman Cadangan Setempat, yang berfungsi menginformasikan adanya gangguan tersebut kepada seluruh pemutus tenaga (PMT) yang terkait dengan kegagalan sistem proteksi sehingga pemutus tenaganya terbuka.

b. Pengaman Cadangan Remot (Remote), dalam hal ini bila terdapat suatu kegagalan suatu pengaman maka pengaman disisi hulunya harus dapat mendeteksi dan kemudian bekerja dengan suatu perlambatan waktu. Disamping itu hal diatas pada sistem pengaman (Protection Zone), dalam hal ini semua komponen peralatan dalam sistem tenaga listrik harus termasuk didalam daerah pengamanan, sehingga tidak ada daerah yang mati.

2.8 Jenis-Jenis Rele Proteksi^[9]

2.8.1 Rele Arah

Pada dasarnya rele ini menggunakan prinsip dasar rele induksi dengan satu besaran input. Pada rele arah ini besarn input terdiri dari besar penggerak arus, dan pembanding arus dan tegangan.

⁹ Samaullah.Hazairin.Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik.2004.Hal22-26



Gambar 2.5 Relé Arah

2.8.2 Relé Diferensial

Relé Diferensial mempunyai bentuk yang bermacam-macam tergantung dari peralatan yang diamankan. Pengertian diferensial itu sendiri mengandung unsur membedakan satu dengan yang lainnya, semua besaran yang masuk relé. Batasan relé Diferensial menurut Mason adalah “Relé Diferensial adalah suatu relé yang bekerja bila ada perbedaan vector dari dua besaran listrik atau lebih yang melebihi besaran yang telah ditentukan.

Dengan demikian setiap relé, bila dihubungkan dengan cara tertentu dapat dibuat bekerja seperti relé diferensial. Dengan kata lain tidak begitu banyak susunan relé yang telah dihubungkan dengan cara tertentu dalam sirkuit yang membuat relé tersebut bekerja sebagai relé diferensial.



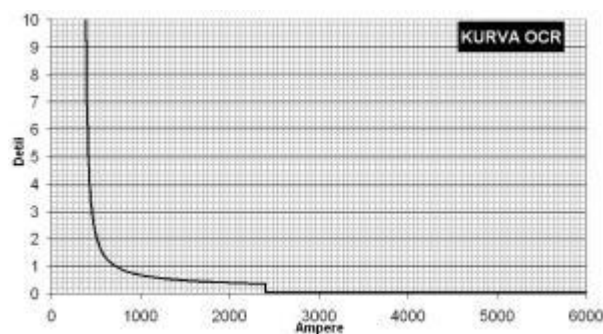


Gambar.2.6 Rele Diferensial

2.8.2 Rele Arus Lebih (OCR)

Rele arus lebih – OCR memproteksi instalasi listrik terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan untuk memproteksi terhadap gangguan fasa tanah digunakan rele Rele Arus Gangguan tanah atau Ground Fault Relay (GFR). Prinsip kerja GFR sama dengan OCR, yang membedakan hanyalah pada fungsi dan elemen sensor arus. OCR biasanya memiliki 2 atau 3 sensor arus (untuk 2 atau 3 fasa) sedangkan GFR ahnya memiliki satu sensor arus (satu fasa).

Waktu kerja rele OCR maupun GFR tergantung nilai setting dan karakteristik waktunya. Elemen tunda waktu pada rele ini pada 2, yaitu elemen low set dan elemen high set. elemen low set bekerja ketika terjadi gangguan dengan arus hubung singkat yang relatif kecil, sedangkan elemen high set bekerja ketika terjadi gangguan dengan arus hubung singkat yang cukup besar



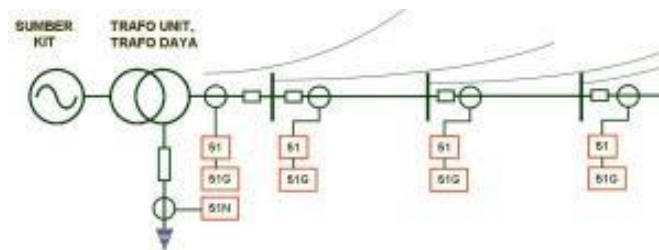
Gambar 2.7 Grafik karakteristik waktu tunda rele OCR

pada gambar di atas, elemen low set disetting dengan menggunakan karakteristik inverse. Sedangkan elemen high set menggunakan karakteristik definite. Pembentukan kurva waktu tunda rele dimaksudkan agar ketika terjadi gangguan dengan arus hubung singkat yang cukup besar (dalam grafik di atas ketika terjadi gangguan dengan arus > 2400A) maka rele akan segera memerintahkan Pemutus tenaga (PMT) untuk trip.

Rele OCR dan GFR dipasang sebagai alat proteksi motor, trafo, penghantar transmisi, dan penyulang. Posting kali ini menulsi tentang OCR dan GFR sebagai



proteksi trafo dan penyulang. Sebagai alat proteksi maka penggunaa rele harus memenuhi persyaratan proteksi yaitu : cepat, selektif, serta handal. Rele harus disetting sedemikian rupa sehingga dapat bekerja secepat mungkin dan meminimalkan bagian dari sistem yang harus padam. Hal ini diterapkan dengan cara mengatur waktu kerja rele agar bekerja lambat ketika terjadi arus gangguan kecil, dan bekerja semakin cepat apabila arus gangguan semakin besar, hal inidisebut karakteristik inverse. Karakteristik inverse dibedakan menjadi 4 seperti yang saya tulis dalam [posting](#) saya terdahulu, yaitu SI-VI-EI-LTI.



Gambar 2.8 Koordinasi waktu kerja rele

pada gamabr diatas, terlihat bahwa rele yang berada dipangkal berfungsi sebagai pengaman cadangan bagi rele yang berada didepannya. semakin jauh letak gangguan dari pangkal, maka arus gangguan akan semakin kecil, maka rele di pangkal akan bekerja lebih lama dari pada rele yang di depannya ketika terjadi gangguan yang berada di ujung. Oleh karena itu disusun aturan penyetaln rele OCR.

2.8.3 Rele Tegangan

Rele ini bekerja menggunakan tegangan sebagai besaran uku, disini rele akan bekerja bila tegangan yang terdeteksi melebihi atau dibawah tegangan settingnya. Oleh karena itu rele tegangan diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu Over Voltage Relay (OVR) rele yang bekerja berdasarkan kenaikan tegangan yang mencapai atau melebihi nilai settingnya, Under Voltage Relay (UVR) yang bekerja berdasarkan turunya tegangan atau dibawah nilai settingnya.

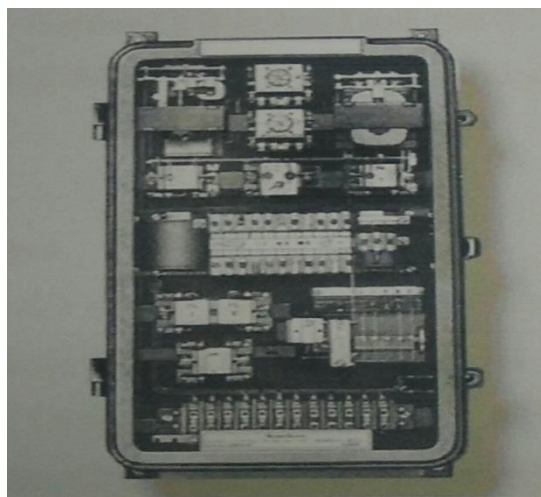


Gambar 2.9 Rele Tegangan (OVR)

Sumber : <http://sg.rd-online.com/web/p/monitoring-releys/361126/>

2.8.4 Rele Jarak

Dalam Rele jarak terdapat keseimbangan antara tegangan dan arus perbandingannya dinyatakan dalam impedansi- impedansi yang merupakan ukuran listrik untk suatu saluran transmisi. Pada umumnya yang disebut impedansi dapat berupa tahanan resistansi (R), reaktansi (X) atau kombinaai dari keduanya. Dalam terminology rele pengaman, impedansi rele mempunyai karakteristik yang berhubungan dengan seluruh komponen impedansi.



Gambar 2.10 Rele Jarak

Sumber. https://www.pacw.org/nocache/issue/spring_2008_issue/history/distance_protection_the_early_developments/complete_article/1/print.html



2.8.4 Rele Over Speed

Over Speed adalah sebuah kejadian dimana putaran pada turbin melebihi dari putaran nominalnya. Dimana biasanya rele over speed ini memiliki toleransi putaran sebesar 10-12%. Dimana jika suatu putaran nominal turbin 3000rpm maka sebesar sekitar 3300 rpm rele akan bekerja.



Gambar 2.11 Rele Over Speed

Sumber : Dokumentasi , PT.PLN (Persero) Sektor Pembangkit Keramasan

2.9 Sistem Pemutus Hubungan Pada Over Speed¹⁰

Secara umum turbin uap dilengkapi dengan dua peralatan trip putaran lebih (over speed tripping) untuk mengulangi sampai tingkat minimum, yang disebabkan oleh sistem proteksi yang tidak bekerja. Karena salah satu kondisi operasional yang berbahaya ialah terjadinya putaran lebih (over speed), yaitu putaran yang berlaku diatas putaran yang berlaku diatas putaran yang direncanakan . Biasanya kelebihan putaran yang ditoleransi adalah sebesar 10%. Dimana alat proteksi akan bekerja jika putaran melewati putaran nominalnya.

Putaranlebih (over speed) = n nominal + toleransi(pers 2.2)

Dimana : n nominal =putaran nominal turbin uap dan toleransi 10%

¹⁰A.Muin Syamsir.Pesawat-Pesawar Konversi Tenaga(Turbin Uap.2011.Hal539



Politeknik Negeri Sriwijaya
