BAB I

PENDAHULUAN

Keandalan dan keberlangsungan suatu sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen sangat tergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Oleh sebab itu dalam perencangan suatu sistem tenaga, perlu dipertimbangkan kondisi gangguan yang mungkin terjadi pada sistem, melalui analisa gangguan.

Dari hasil analisa gangguan dapat ditentukan sistem proteksi yang akan digunakan, spesifikasi switchgear, rating circuit breaker (CB) serta penetapan besaran-besaran yang menentukan bekerjanya suatu relay (setting relay) untuk keperluan proteksi.

Pada unit ini tidak dibahas tentang analisa gangguan karena analisis gangguan telah dibahas pada kuliah sistem tenaga listrik. Disini akan membahas tentang karakter serta gangguan-gangguan pada sistem tenaga listrik meliputi generator, transformator daya, jaringan dan busbar. Disini juga akan membahas tentang sistem proteksi yang digunakan pada sistem tenaga listrik.

1.1. Prinsip Dasar Proteksi

Setelah kita membahas lebih lanjut tentang Prinsip Dasar Proteksi Tenaga Listrik, maka terlebih dahulu kita perlu mengetahui tentang :

a). Proteksi Sistem Tenaga

Yang dimaksud dengan proteksi sistem tenaga listrik adalah sistem proteksi yang dilakukan kepada peralatan-peralatan listrik yang terpasang pada suatu sistem tenaga misalnya generator, transformator jaringan dan lain-lain, terhadap kondisi tidak normal operasi sistem itu sendiri.

Kondisi tidak normal itu dapat berupa antara lain : hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih, frekuensi sistem rendah, asinkron dan lain lain.

b). Fungsi Proteksi

Proteksi berfungsi adalah sebagai berikut,

1. Untuk menghindari ataupun untuk mengurangi kerusakan peralatan-peralatan akibat gangguan (kondisi abnormal operasi sistem).

   Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan maka akan semakin sedikitlah pengaruh gangguan kepada kemungkinan kerusakan alat
2. Untuk cepat melokalisir luas daerah terganggu menjadi sekecil mungkin
3. Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumsi dan juga mutu listrik yang baik.
4. Untuk mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Pengetahuan mengenai arus-arus yang timbul dari pelbagai tipe gangguan pada suatu lokasi merupakan hal yang sangat esensial bagi pengoperasian sistem proteksi secara efektif. Jika terjadi gangguan pada sistem, para operator yang merasakan adanya gangguan tersebut diharapkan segera dapat mengoeprasikan circuit-circuit yang tepat untuk mengeluarkan sistem yang terganggu atau memisahkan pembangkit dari jaringan yang terganggu. Sangat sulit bagi seorang operator untuk mengawasi gangguan-gangguan yang mungkin terjadi dan menentukan CB mana yang diperoperasikan untuk mengisolir gangguan tersebut secara manual.

Mengingat arus gangguan yang cukup besar, maka perlu secepat mungkin dilakukan proteksi. Hal ini perlu suatu peralatan yang digunakan untuk mendeteksi keadaan-keadaan yang tidak normal tersbut dan selanjutnya mengistruksikan circuit-circuit yang tepat untuk bekerja memutuskan rangkaian atau sistem yang terganggu. Peralatan tersebut kita kenal dengan relay.

Ringkasnya proteksi dan tripping otomatik circuit-circuit yang sehubungan mempunyai dua fungsi pokok :

1. Mengisolir peralatan yang terganggu agar bagian-bagian yang lainnya tetap beroperasi seperti biasa.
2. Membatasi kerusakan peralatan akibat panas lebih (over heating), pengaruh gaya-gaya mekanik dst.

Koordinasi antara relay dan circuit breaker (CB) dalam mengamati dan memutuskan gangguan disebut sebagai sistem proteksi. Banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam mempertahankan arus kerja maksimum yang aman. Jika arus kerja bertambah melampaui batas aman yang ditentukan dan tidak ada proteksi atau jika proteksi tidak memadai atau tidak efektif, maka keadaan tidak normal dan akan mengakibatkan kerusakan isolasi.

Pertambahan arus yang berkelebihan menyebabkan rugi-rugi daya pada konduktor akan berkelebihan pula. Perlu diingat bahwa pengaruh pemanasan adalah sebanding dengan kwadrat dari arus :

$H = 1^2 Rt$ *Joules*

Dimana :

H = panas yang dihasilkan (Joule)

I = arus konduktor (ampere)

R = tahanan konduktor (ohm)

t = waktu atau lamanya arus yang mengalir (detik)

Proteksi harus sanggup menghentikan arus gangguan sebelum arus tersebut naik mencapai harga yang berbahaya. Proteksi dapat dilakukan dengan *Sekering* atau *Circuit Breaker*. Proteksi juga harus sanggup menghilangkan gangguan tanpa merusak peralatan proteksi itu sendiri. Untuk ini pemilihan peralatan proteksi harus sesuai dengan kapasitas arus hubung singkat "*breaking capacity*" atau Repturing Capacity.

Disamping itu proteksi yang diperlukan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Sekering atau circuit breaker harus sanggup dilalui arus nominal secara terus menerus tanpa pemanasan yang berlebihan (overheating).
2. Overload yang kecil pada selang waktu yang pendek seharusnya tidak menyebabkan peralatan bekerja

3. Proteksi harus bekerja walaupun pada overload yang kecil tetapi cukup lama sehingga dapat menyebabkan overheating pada rangkaian penghantar.
4. Proteksi harus membuka rangkaian sebelum kerusakan yang disebabkan oleh arus gangguan yang dapat terjadi.
5. Proteksi harus dapat melakukan "pemisahan" (discriminative) hanya pada rangkaian yang terganggu yang dipisahkan dari rangkaian yang lain yang tetap beroperasi.

Proteksi overload dikembangkan jika dalam semua hal rangkaian listrik diputuskan sebelum terjadi overheating. Jadi disini overload action relatif lebih lama dan mempunyai fungsi inverse terhadap kwadrat dari arus.

Proteksi gangguan hubung singkat dikembangkan jika action dari sekering atau circuit breaker cukup cepat untuk membuka rangkaian sebelum arus dapat mencapai harga yang dapat merusak akibat overheating, arcing atau ketegangan mekanik.

1.2. Persyaratan Kualitas Proteksi

Ada beberapa persyaratan yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan sistem proteksi yang efektif yaitu :

a). Selektivitas dan Diskrimanasi

Efektivitas suatu sistem proteksi dapat dilihat dari kesanggupan sistem dalam mengisolir bagian yang mengalami gangguan saja

b). Stabilitas

Sifat yang tetap tidak operasi apabila gangguan-gangguan terjadi diluar zona yang melindungi (gangguan luar).

c). Kecepatan Operasi

Sifat ini lebih jelas, semakin lama arus gangguan terus mengalir, semakin besar kerusakan peralatan. Hal yang paling penting adalah perlunya membuka bagian-bagian yang terganggu sebelum generator-generator yang dihubungkan sinkron kehilangan sinkronisasi dengan sistem selebihnya. Waktu pembebasan gangguan yang tipikal dalam sistem sistem tegangan tinggi adalah 140 ms. Dimana mendatang waktu ini hendak dipersingkat

menjadi 80 ms sehingga memerlukan relay dengan kecepatan yang sangat tinggi (very high speed relaying)

d). Sensitivitas (kepekaan)

Yaitu besarnya arus gangguan agar alat bekerja. Harga ini dapat dinyatakan dengan besarnya arus dalam jaringan aktual (arus primer) atau sebagai prosentase dari arus sekunder (trafo arus).

e). Pertimbangan ekonomis

Dalam sistem aspek ekonomis hampir mengatasi aspek teknis, oleh karena jumlah feeder, trafo dan sebagainya yang begitu banyak, asal saja persyaratan keamanan yang pokok dipenuhi. Dalam sistem-sistem transmisi justru aspek teknis yang penting. Proteksi relatif mahal, namun demikian pula sistem atau peralatan yang dilindungi dan jaminan terhadap kelangsungan peralatan sistem adalah vital. Biasanya digunakan dua sistem proteksi yang terpisah, yaitu proteksi primer atau proteksi utama dan proteksi pendukung (back up)

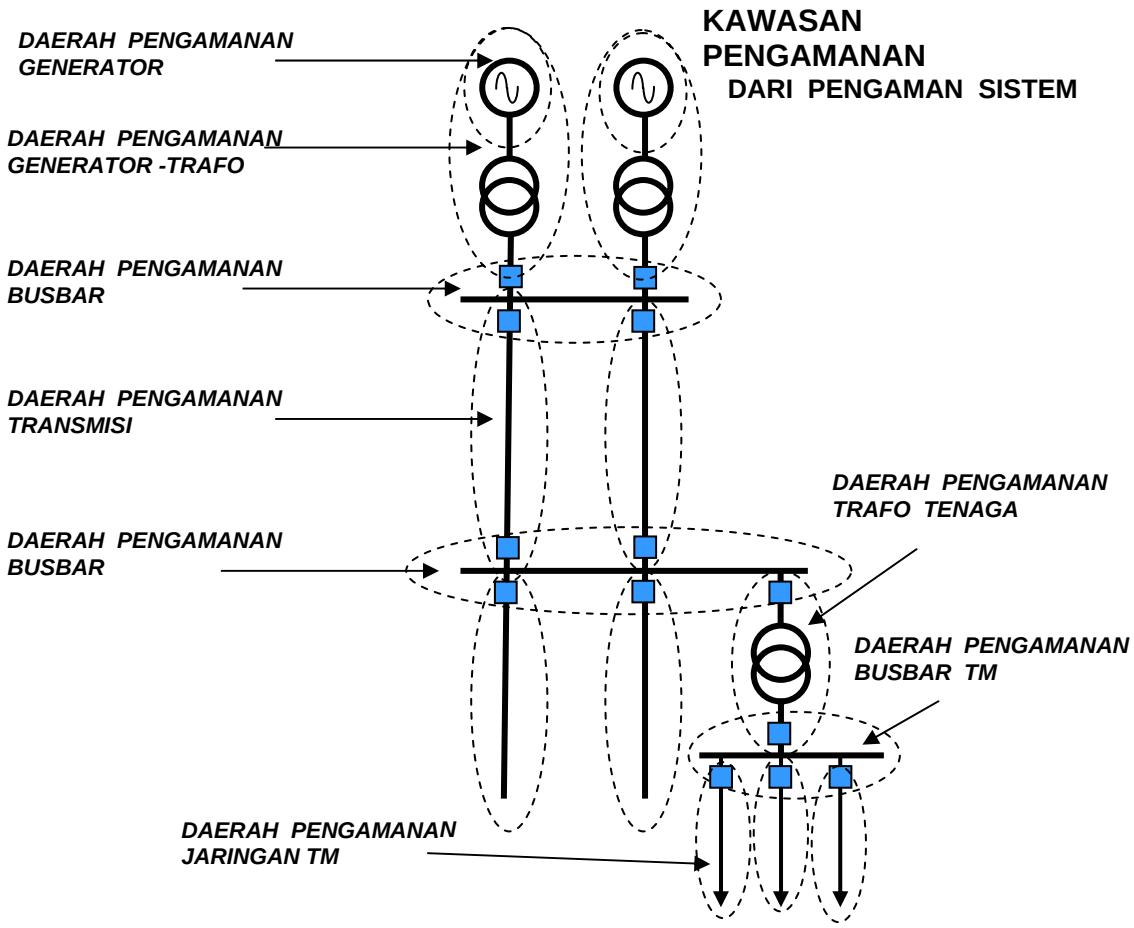
f). Realiabilitas (keandalan)

Sifat ini jelas, penyebab utama dari “outage” rangkaian adalah tidak bekerjanya proteksi sebagaimana mestinya (mal operation).

g) Proteksi Pendukung

Proteksi pendukung (back up) merupakan susunan yang sepenuhnya terpisah dan yang bekerja untuk mengeluarkan bagian yang terganggu apabila proteksi utama tidak bekerja (fail). Sistem pendukung ini sedapat mungkin indenpenden seperti halnya proteksi utama, memiliki trafo-trafo dan rele-rele tersendiri. Seringkali hanya triping CB dan trafo-trafo tegangan yang dimiliki bersama oleh keduanya.

Tiap-tiap sistem proteksi utama melindungi suatu area atau zona sistem daya tertentu. Ada kemungkinan suatu daerah kecil diantara zona-zona yang berdekatan misalnya antara trafo-trafo arus dan circuit breaker tidak dilindungi. Dalam keadaan seperti ini sistem back up (yang dinamakan remote back up) akan memberikan perlindungan karena berlapis dengan zona-zona utama seperti pada gambar berikut ini:



Gambar1 .1. Diagram sistem tenaga dengan daerah proteksi berlapis

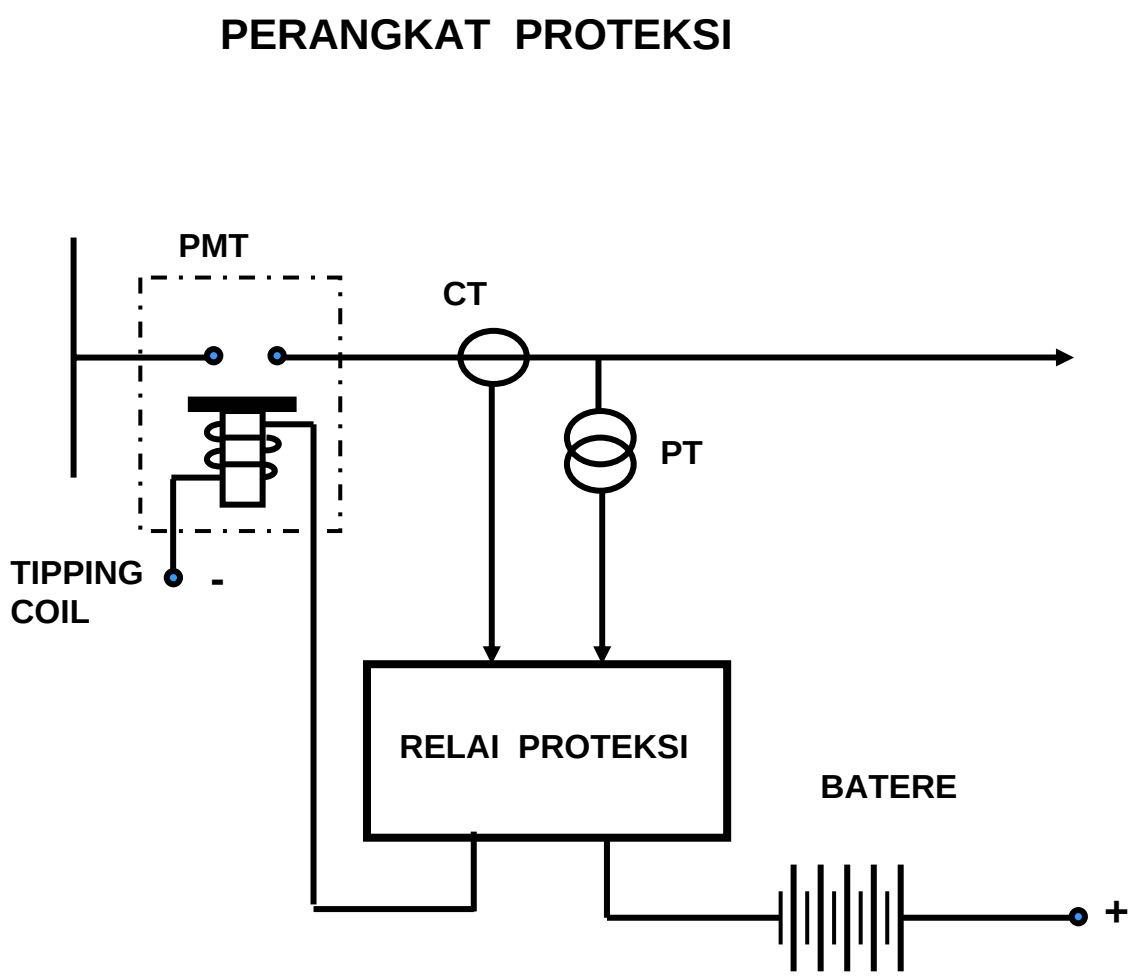
Pada sistem distribusi aplikasi back up digunakan tidak seluas dalam sistem tansmisi, cukup jika hanya mencakup titik-titik strategis saja. Remote back up bereaksi lambat dan biasanya memutus lebih banyak dari yang diperlukan untuk mengeluarkan bagian yang terganggu.

1.3. Komponen-Komponen Sistem Proteksi

Komponen-komponen sistem proteksi terdiri dari :

- Circuit Breaker (PM)
– Relay
– Trafo arus (CT)
– Trafo tegangan (PT)
– Kabel kontrol
– Supplay (batere)

Hubungan komponen-komponen proteksi ini dalam suatu sistem proteksi dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1.2. Diagram rangkaian sistem proteksi

1.4 Difinisi dan istilah-istilah dalam sistem proteksi

Difinisi dalam system proteksi sangat penting untuk memudadahkan kita memahami sitem peroteksi tersebut, dimana istilah istilah itu adalah sebagai berikut:

1**. Protective Relay yaitu:** suatu peralatan yang digunakan unruk mengamankan sistem tenaga untuk pengoperasian sinyal alarm pada kondisi gangguan atau pada kondisi tidak normal.

2. **Auxiliary Relay** yaitu suatu rele yang operasinya dalam merespon membuka atau menutup dari operasi rangkaian membantu rele lain dari penampilan fungsinya. Rele ini bekerjanya instantenous (sesaat)

3. **Burden** yaitu, rele bekerja berdasarkan beban dan Rele ini menggunakan besaran arus dan tegangan (VA) yang dihasilkan oleh rafo arus dan trafo tegangan atau impedansi.

4. **Protective Gear** yaitu, peralatan termasuk relay pengaman, transformator, dan peralatan-peralatan bantu untuk digunakan pada sistem proteksi.

5 **Protective System** yaitu. kombinasi dari protective gear didesain untuk aman pada kondisi yang ditetapkan sebelumnya.

6. **Protective Scheme**. yaitu, susunan dari koordinasi untuk pengamanan dari system tenaga listrik .

7. **Blocking** yaitu, mencegah rele untuk bekerja, itu adalah memiliki sifat sendiri dan ini merupakan ree tambahan.

8. **Pickup** yaitu, suatu rele dikatakan picup apabila terjadinya pertukaran posisi normal ke posisi bekerja atau proses relay bekerja sampai ke proses pemutusan system)

9 **Dropout or reset** yaitu, suatu rele drop out ketika bergerak dari posisi hidup ke posisi tidak bekerja.

10 **Resetting value** yaitu, nilai maksimum dari kuantitas bekerjanya rele yang dan menghungkan kontak rele menutup setelah dioperasikan.

11. **Energizing quantity** yaitu, kuantitas listrik berupa arus atau tegangan hanya salah satu kombinasi dari besaran listriknya untuk mengerjakan rele.

12. **Setting** yaitu nilai actual dari bekerjanya rele atau besaran yang mana rele didesain beroperasi dibawah kondisi yang diberikan.

13 **Instantaneous relay** yaitu, suatu rele yang operasinya secara instant (sesaat) tanpa menggunakan waktu.

14. **Independent time – delay relay yaitu,** suatu waktu tunda rele yang mana waktu tundanya adalah secara bebas dari kuantitas (jumlah) operasinya.

15. **Dependent time - delay relay**. Yaitu suatu waktu tunda rele yang mana waktu tundanya berbeda-beda dengan nilai kuantitas operasinya.

16. **Invers time – delay relay** yaitu, suatu waktu tunda rele yang mana operasi waktunya berfungsi invers dari sifat kuantitas listriknya.

17. **Invers time-delay relay with definite minimum** yaitu, suatu rele dengan waktu tunda invers berubah ubah dengan sifat kuantitas naik untuk nilai yang pasti setelah waktu tunda menjadi waktu dasarnya.
18. **Time delay relay** yaitu, suatu rele yang mempunyai peralatan waktu tunda.

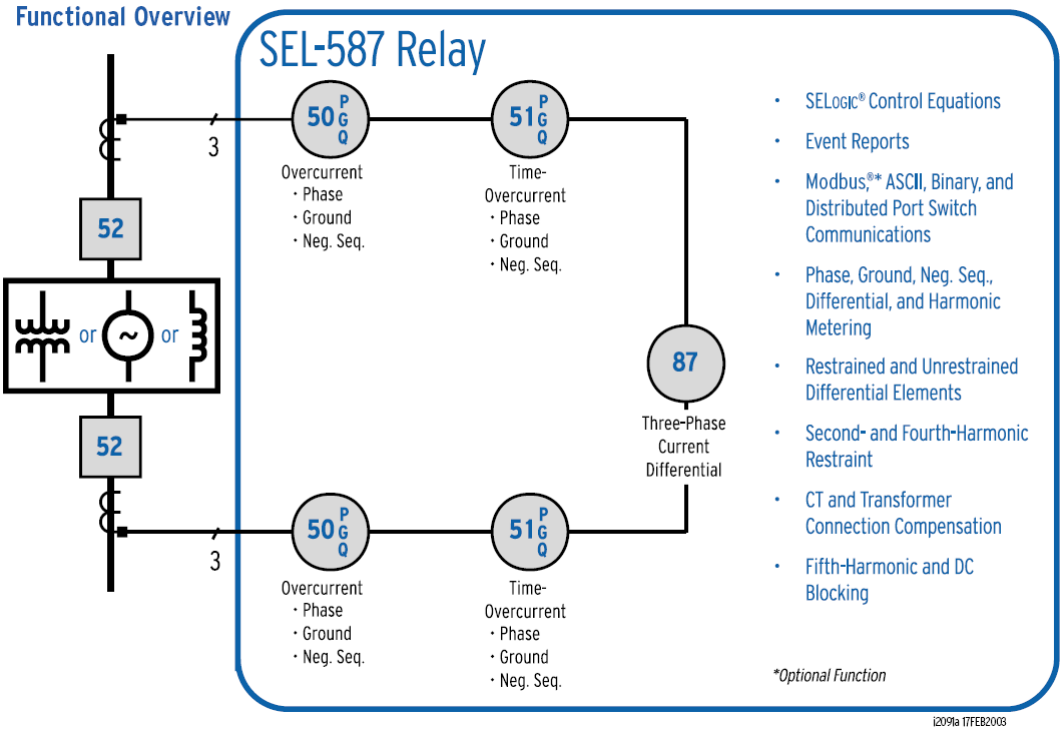
1.5 Susunan penomoran peralatan pada sistem proteksi.

Didalam sistem proteksi untuk membaca gambar single line diakram maka diperlukan penomoran-penomoran dalam gambar untuk memudahkan kita membaca gambar, dimana penomoran tersebut adalah sebagai berikut:

- 2 Time delay starting ,or closing relay
- 21 Distance relay
- 25 Syncrononizing, or syncronism-chek, device.
- 27 Undervoltage relay
- 30 Annunciator relay
- 32 Directional power relay
- 37 Undercurrent or underpower relay
- 46 Reverse-phase or phase balance current relay
- 49 Machine, or transformator, thermal relar
- 50 Instantaneous overcurrent, or rate-of rise, relay
- 51 AC time over current relay
- 52 AC Circuit Breakers
- 55 Power Faktor relay
- 59 Over voltage relay
- 60 Voltage balance relay
- 61 Current balance relay
- 64 Ground foult protective relay
- 67 AC directional over current relay
- 68 Blocking relay
- 76 DC over current relay
- 78 Phasa angle measuring, or uot-of step protective relay
- 79 AC reclosing relay
- 81 Freguensi relay

- 83 Automatic selective control, or transfer, relay
- 85 Carrier, or pilot wire, receiver relay
- 86 Locking out relay
- 87 Differential Protective relay
- 92 Voltage and power directional relay

Contoh pemakaian penomoran dalam system proteksi system tenaga listrik



1.6 Rangkuman

Proteksi dan automatic tripping Circuit Breaker (CB) dibutuhkan untuk:

1. Mengisolir peralatan yang terganggu agar bagian-bagian yang lainnya tetap beroperasi seperti biasa.

2. Membatasi kerusakan peralatan akibat panas lebih (overheating), pengaruh gaya mekanik dan sebagainya. Proteksi harus dapat menghilangkan dengan cepat arus yang dapat mengakibatkan panas yang berkelebihan akibat gangguan

$H = I_2R \times t$ *Joules*

Peralatan proteksi selain sekering adalah peralatan yang dibentuk dalam suatu system koordinasi relay dan circuit breaker. Peralatan proteksi dipilih berdasarkan kapasitas arus hubung singkat ‘Breaking capacity’ atau ‘Repturing Capcity’.

Selain itu peralatan proteksi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Selektivitas dan Diskriminasi
2. Stabilitas
3. Kecepatan operasi
4. Sensitivitas (kepekaan).
5. Pertimbangan ekonomis.
6. Realibilitas (keandalan).
7. Proteksi pendukung (back up protection)

Latihan I

1. Jelaskan dengan singkat mengapa proteksi dibutuhkan.

Jawab :

……
……
……

2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ‘Breaking Capacity’ atau ‘Repturing Capacity’pada sistem proteksi.

Jawab :

……
……
……

3. Jelaskan apa yang dimaksud Slektivitas dan Diskriminasi pada suatu system proteksi

Jawab :

……
……
……

4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan proteksi pendukung (back up protection) pada suatu sistem proteksi.

Jawab :

……
……

5. Sebutkan komponen dasar sistem proteksi

Jawab :

……

……

…….....

.....

.

Kunci Jawaban latihan 1.

Jawaban soal no 1.

a. Untuk mengisolir peralatan yang terganggu agar bagian-bagian yang lainnya tetap beroperasi seperti biasa.

b. Membatasi kerusakan peralatan akibat panas yang berkelebihan (overheating) serta pengarug gaya-gaya mekanik.

Jawaban soal no. 2

Kesanggupan untuk menghilangkan gangguan tanpa merusak peralatan proteksi itu sendiri.

Jawaban soal no. 3

Kesanggupan sistem dalam mengisolir gangguan pada bagian yang mengalami gangguan saja.

Jawaban soal no. 4

Suatu sistem perlindungan berlapis yang dirancang apabila proteksi utama tidak bekerja.

Jawaban soal no. 5

Komponen dasar sistem proteksi:

1. Circuti breaker.
2. Relay
3. Trafo arus (CT)
4. Trafo tegangan (PT)
5. Supply (batere)