



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Rele Proteksi

Rele Proteksi adalah susunan peralatan yang direncanakan untuk dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau mulai merasakan adanya ketidak normalan pada peralatan atau bagian sistem tenaga listrik dan segera secara otomatis memberi perintah untuk membuka pemutus tenaga untuk memisahkan peralatan atau bagian dari sistem yang tergantung dan memberi isyarat berupa lampu dan bel.

Rele proteksi juga dapat merasakan atau melihat adanya gangguan pada peralatan yang diamankan dengan mengukur atau membandingkan besaran-besaran yang diterimanya, misalnya arus, tegang, daya, sudut fase, frekuensi, impedansi dan sebagainya, dengan besaran yang telah ditentukan, kemudian mengambil keputusan untuk seketika atau dengan perlambatan waktu membuka pemutus tenaga. Pemutus tenaga umumnya dipasang pada generator, transformator daya, saluran transmisi, saluran distribusi dan sebagainya supaya masing-masing bagian sistem dapat dipisahkan sedemikian rupa sehingga sistem lainnya tetap dapat beroperasi secara normal.

2.2 Fungsi Rele Proteksi

Tugas rele proteksi berfungsi menunjukkan lokasi dan macam gangguannya. Dengan data tersebut memudahkan analisa dari gangguannya. Dalam beberapa hal rele hanya memberi tanda adanya gangguan atau kerusakan, jika dipandang gangguan atau kerusakan tersebut tidak membahayakan. Rele proteksi pada sistem tenaga listrik berfungsi untuk

- a. Merasakan, mengukur dan menentukan bagian sistem yang terganggu serta memisahkan secepatnya sehingga sistem lain yang tidak terganggu dapat beroperasi secara normal.
- b. Mengurangi kerusakan yang lebih parah dari peralatan yang terganggu



- c. Mengurangi pengaruh gangguan terhadap bagian sistem yang lain yang tidak terganggu di dalam siste tersebut serta mencegah meluasnya gangguan.
- d. Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen, dan juga mutu listriknya baik.
- e. Memperkecil bahaya bagi manusia.¹

2.3. Syarat-syarat Rele Proteksi

Rele merupakan kunci kelangsungan kerja untuk menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik, maka untuk menjaga kandalan dari sistem tenaga listrik, rele harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Kepekaan (*sensitivity*)

Pada prinsipnya rele harus cukup peka sehingga dapat mendeteksi gangguan di kawasan pengamanannya meskipun gangguan yang ada relatif kecil.

2. Keandalan (*reliability*)

Maksud dari keandalan adalah bahwa sebuah rele proteksi harus selalu berada pada kondisi yang mampu melakukan pengamanan pada daerah yang diamankan.

Keandalan memiliki 3 aspek, antara lain :

1. *Dependability*, adalah kemampuan suatu sistem rele untuk beroperasi dengan baik dan benar. Pada prinsipnya pengaman harus dapat diandalkan bekerjanya (dapat mendeteksi dan melepaskan bagian yang terganggu), tidak boleh gagal bekerja. Dengan kata lain *dependability*-nya harus tinggi.

2. *Security*, adalah tingkat kepastian suatu sistem relai untuk tidak salah dalam bekerja. Salah kerja, misalnya lokasi gangguan berada di luar pengamanannya, tetapi salah kerja mengakibatkan pemadaman yang seharusnya tidak perlu terjadi.

¹ Hazairin Samaulah, Dasar-dasar system proteksi tenaga listrik, halaman 1-4



3. *Availability*, adalah perbandingan antara waktu di mana pengaman dalam keadaan siap kerja (*actually in service*) dan waktu total operasinya.

3. Selektifitas (*selectivity*)

Maksudnya pengaman harus dapat membedakan apakah gangguan terletak di daerah proteksi utama dimana pengaman harus bekerja cepat atau terletak di luar zona proteksinya dimana pengaman harus bekerja dengan waktu tunda atau tidak bekerja sama sekali.

4. Kecepatan kerja (*Speed Of Operation*)

Untuk memperkecil kerugian atau kerusakan akibat gangguan, maka bagian yang terganggu harus dipisahkan secepat mungkin dari bagian sistem lainnya. Selang waktu sejak dideteksinya gangguan sampai dilakukan pemisahan gangguan merupakan penjumlahan dari waktu kerja relai dan waktu kerja pemutus daya.

5. Sederhana (*Simplicity*)

Relai pengaman harus disusun sesederhana mungkin namun tetap mampu bekerja sesuai dengan tujuannya.

6. Ekonomis (*Economic*)

Faktor ekonomi sangat mempengaruhi pengaman yang akan digunakan. Namun sebaiknya pilihlah suatu sistem proteksi yang memiliki perlindungan maksimum dengan biaya yang minimum.²

2.4 Penyebab Kegagalan Proteksi

Sistem proteksi tidak dapat sempurna walaupun sudah diusahakan pemilihan jenis rele yang baik dan penyetelan yang baik, tetapi adakalanya masih gagal bekerja.

² <http://blog.umy.ac.id/hidayat/2011/11/09/syarat-relay-proteksi/>



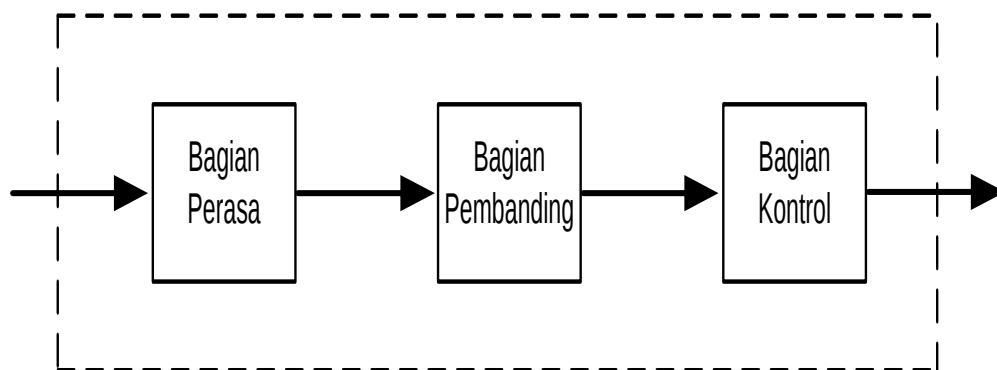
Hal yang menimbulkan kegagalan pengaman dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Kegagalan pada rele sendiri.
- b. Kegagalan suplai arus ke rele. Rangkaian suplai ke rele dari trafo tersebut terbuka atau terhubung singkat.
- c. Kegagalan sistem suplai arus daerah untuk tripping pemutus tenaga. Hal ini dapat disebabkan baterai lemah karena kurang perawatan, terbukanya atau terhubung singkat rangkaian arus searah.
- d. Kegagalan pada pemutus tenaga. Kegagalan ini dapat disebabkan karena kumparan trip tidak menerima suplai, kerusakan mekanis ataupun kegagalan pemutusan arus karena besarnya arus hubung singkat melampaui kemampuan dari pemutus tenaganya.

Karena adanya kemungkinan kegagalan pada sistem pengaman maka harus dapat diatasi yaitu dengan penggunaan pengaman cadangan (*Back Up Protection*).³

2.5 Bagian Umum dari Suatu Rele Proteksi

Rele Proteksi umumnya terdiri dari tiga bagian seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Bagian Umum dari Suatu Proteksi

³ Hazairin Samaulah, Dasar-dasar system proteksi tenaga listrik, halaman 4-5



1. Bagian Perasa (sensing element)

Pada bagian ini, perubahan dari besaran ukur yang dirasakan selanjutnya diteruskan ke bagian pembanding.

2. Bagian Pembanding (comparing element)

Yang akan membandingkan dan menentukan apakah besaran ukur itu masih dalam keadaan normal atau tidak.

3. Bagian Kontrol

Pada bagian ini pembukaan circuit breaker (PMT) atau pemberian tanda/signal diatur dan dilaksanakan.⁴

2.6 Sistem Pengaman

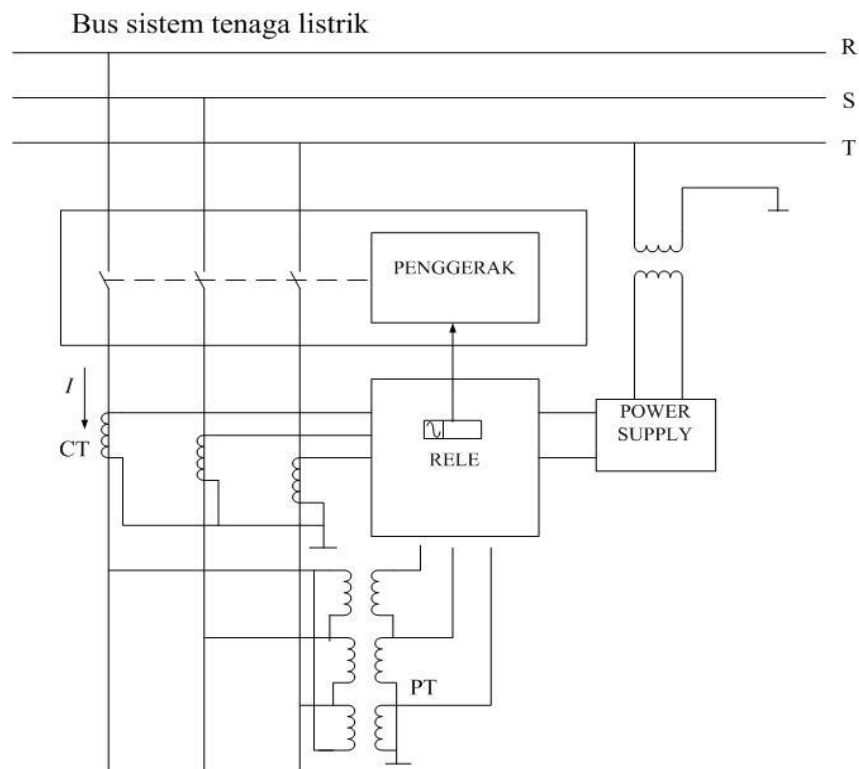
Untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan seperti arus lebih atau hubung singkat, turun dan naiknya tegangan, turun dan naiknya frekuensi dan kegagalan isolasi atau melemahnya isolasi pada sistem tenaga listrik dilakukan dengan memasang alat pengaman atau pelindung, sedangkan untuk menghilangkan gangguan dengan cepat diperlukan sistem proteksi yang tepat dan benar. Oleh karena itu suatu sistem pengaman haruslah mempunyai sifat-sifat dan kriteria operasi yang handal, selektif dan sederhana.

Suatu sistem pengaman terdiri dari alat-alat utama yaitu pemutus tenaga atau CB, peralatan ukur atau transformator ukur terdiri dari transformator arus (CT) dan transformator tegangan (PT) dan rele untuk memonitor besaran gangguan seperti ditunjukkan pada gambar 2.2. gangguan pada sistem tenaga listrik merupakan suatu besaran seperti arus yang telah melampaui batas keadaan normal. keadaan ini dapat mengganggu dan merusakkan peralatan sistem tenaga listrik. Untuk mengatasi persoalan tersebut, sebelum dilakukan pemisahan bagian yang terganggu oleh pemutus tenaga (CB), besaran gangguan harus dapat terdeteksi atau dimonitor oleh suatu peralatan. Peralatan yang dapat memonitor besaran gangguan atau terjadinya gangguan dan pada saat yang sama memberikan

⁴ Ibid, halaman 70



daya pada rangkaian trip pada pemutus tenaga (CB) agar pemutus tenaga pembuka kontakannya adalah Rele.



Gambar 2.2 peralatan dan hubungan sistem pengaman

Naiknya arus atau naik/turunnya tegangan yang disebabkan oleh gangguan dapat digunakan sebagai tanda terjadinya suatu gangguan pada sistem tenaga listrik. gangguan tersebut akan diatasi oleh Rele. Rele yang bekerja sangat cepat untuk memerintahkan pemutus tenaga/cb untuk trip.

2.7 Daerah Pengaman Rele Proteksi

Untuk mendapatkan daerah pengaman yang cukup baik didalam sistem tenaga listrik dibagi didalam sesuatu daerah pengaman yang cukup dengan pemutusan subsistem seminim mungkin.

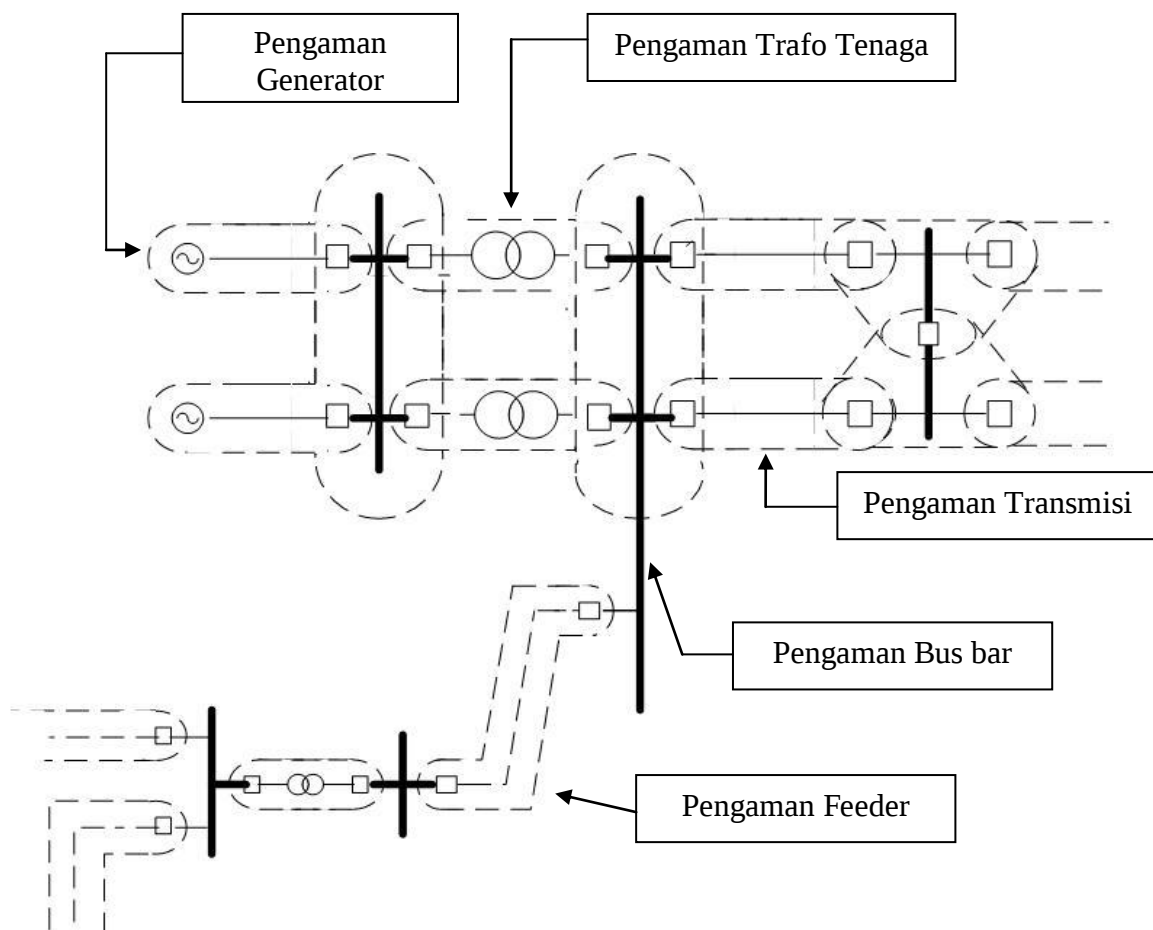
Sistem tenaga listrik yang dibagi dalam daerah pengaman adalah :

1. Generator
2. Transformator Daya
3. Bus bar



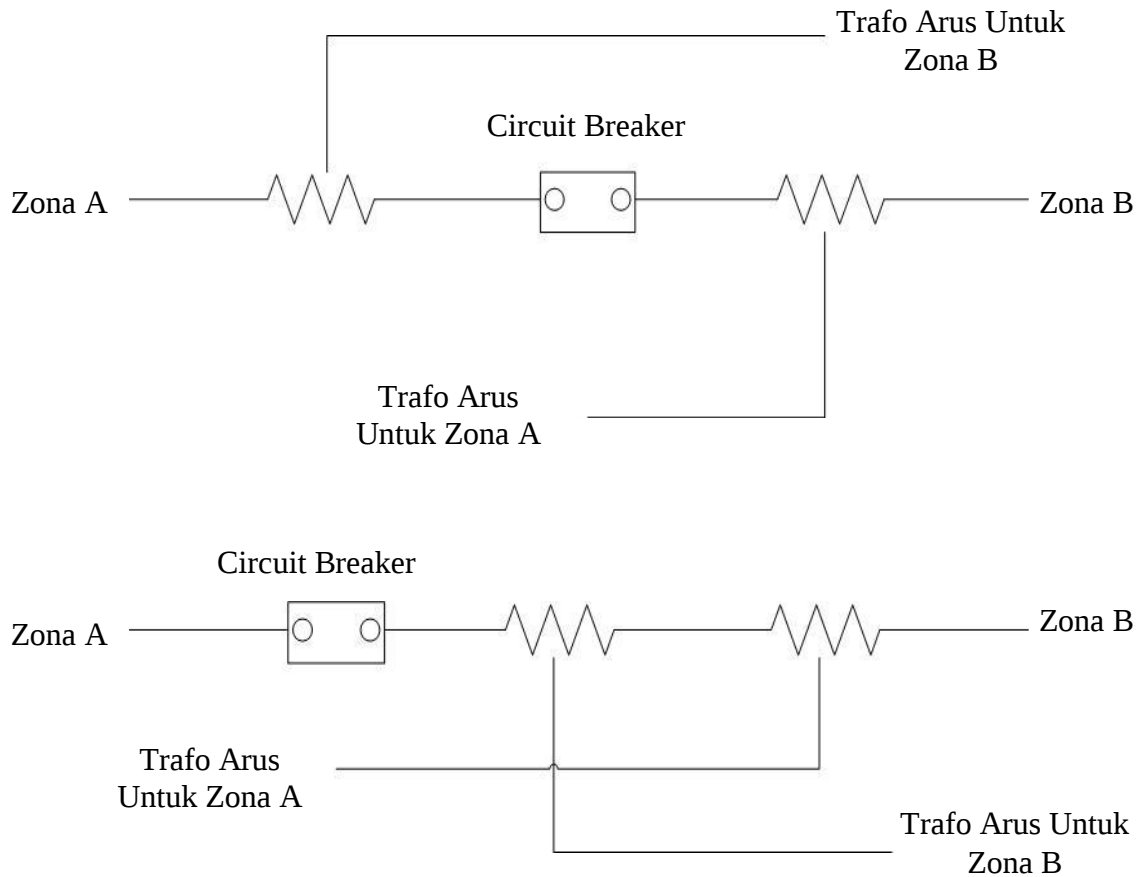
4. Transmisi dan distribusi
5. Motor

Pembagian dalam 5 daerah pengamanan dilaksanakan dengan saling meliputi daerah pengamanan didekatnya (overlapping). Sebagai contoh sistem tenaga listrik dan daerah pengaman diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram satu garis yang menggambarkan pengamanan utama pada sebagian sistem tenaga

Saling meliputi diperlukan guna menghindari kemungkinan adanya daerah yang tidak teramankan. Pelaksanaan saling meliputi dengan cara mnghubungkan rele dengan trafo arus seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Prinsip Saling Meliputi disekitar Pemutus Beban

Daerah pengamanan yang dibicarakan di atas adalah daerah jangkauan dari rele pengaman utama, yang berarti rele pengaman utama yang mendeteksi adanya gangguan hubungan singkat dan meneruskan sinyalnya untuk memutuskan rangkaian dengan pemutus tenaga (*Circuit Breaker*). Bila rele pengaman utama gagal melaksanakan tugasnya, maka harus ada rele pengaman kedua untuk menggantikan / meneruskan fungsi pengamanan. Rele pengaman kedua itu disebut back up relays. Rele pengaman kedua tersebut dapat dipasang pada satu titik lokasi dengan rele pengaman utama atau dapat juga dengan rele pengaman yang terletak disisi selanjutnya yang berdampingan (ditempatkan pada lokasi / stasiun yang berlainan). daerah pengamanan dapat dibagi menjadi 2 bagian :



2.7.1 Pengaman Utama

Pengaman utama ini yang bertanggung jawab untuk menghilangkan gangguan yang terjadi secepat mungkin sementara pemutus daya pada sebagian sistem diusahakan sekecil mungkin.

2.7.2 Pengaman Cadangan,

Pengaman cadangan umumnya mempunyai perlambatan waktu hal ini untuk memberikan kesempatan kepada pengaman utama bekerja terlebih dahulu, dan jika pengaman utama gagal, baru pengaman cadangan bekerja dan rele ini tidak seselektif pengaman utama.

Pada pengaman cadangan dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu :

- a. Pengaman cadangan setempat, yang berfungsi menginformasikan adanya gangguan tersebut kepada seluruh pemutus tenaga (PMT) yang terkait dengan kegagalan sistem proteksi sehingga tenaganya tidak membuka.
- b. Pengaman cadangan remote (*remote*), dalam hal ini bila terdapat suatu kegagalan suatu pengaman maka pengaman disisi hulunya harus dapat mendeteksi dan kemudian bekerja dengan suatu perlambatan waktu.⁵

2.8 Rele Arus Lebih

Rele arus lebih adalah suatu rele dimana bekerjanya berdasarkan adanya kenaikan arus yang melewatinya. Agar peralatan tidak rusak bila dilewati arus yang melebihi kemampuannya, selain peralatan tersebut diamankan terhadap kenaikan arusnya, maka peralatan pengamannya harus dapat bekerja pada jangka waktu yang telah ditentukan.

Berdasarkan pada prinsip kerja dan konstruksinya, maka rele jenis ini termasuk rele yang paling sederhana, murah dan mudah dalam penyetelannya. Relay jenis ini digunakan untuk mengamankan peralatan terhadap gangguan hubung singkat antar fasa, hubung singkat satu fasa ke tanah dan beberapa hal dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih. Digunakan sebagai pengaman utama pada jaringan distribusi dan sub transmisi sistem radial, sebagai pengaman cadangan untuk generator, transformator daya dan saluran transmisi.

⁵ Ibid, Halaman 11-13



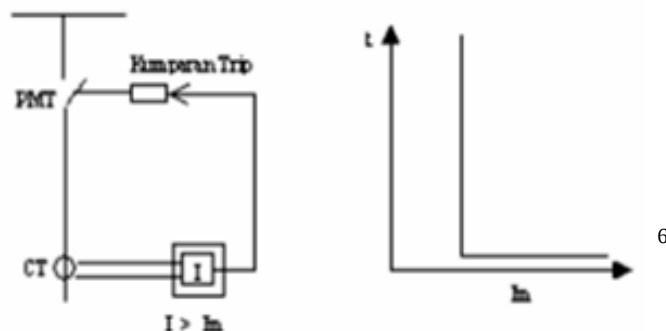
2.8.1 Keuntungan dan Fungsi Rele Arus Lebih

- Sederhana dan murah.
- Mudah penyetelannya.
- Merupakan rele pengaman utama dan cadangan.
- Mengamankan gangguan hubung singkat antar fasa maupun hubung singkat satu fasa ke tanah dan dalam beberapa hal dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih (*overload*).
- Pengamanan utama pada jaringan distribusi dan sub transmisi radial.
- Pengamanan cadangan untuk generator, trafo tenaga dan saluran transmisi.

2.8.2 Karakteristik Waktu Kerjanya

a) Rele Arus Lebih Seketika (*moment*)

Rele arus lebih dengan karakteristik waktu kerja seketika (*moment*) ialah jika jangka waktu rele mulai saat rele arusnya pick up sampai selesainya kerja rele sangat singkat (20~100 ms), yaitu tanpa penundaan waktu. Rele ini umumnya dikombinasikan dengan rele arus lebih dengan karakteristik waktu tertentu (*definite time*) atau waktu terbalik (*inverse time*) dan hanya dalam beberapa hal berderi sendiri secara khusus.



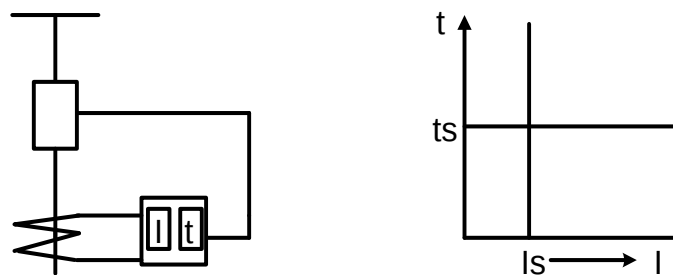
Gambar 2.4 Karakteristik Instantaneous Relay

⁶ (<http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/07/relay-arus-lebih.html>)



b) Rele Arus Lebih Dengan Karakteristik waktu tertentu (Definite Time)

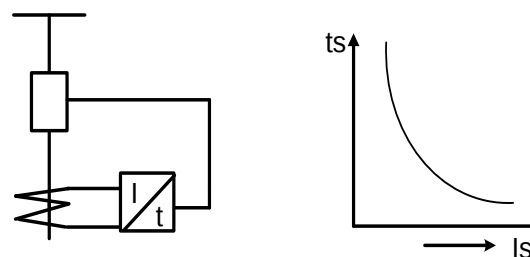
Rele arus lebih dengan karakteristik waktu tertentu ialah jika jangka waktu mulai rele arus pick up sampai selesainya kerja rele diperpanjang dengan nilai tertentu dan tidak tergantung dari besarnya arus yang menggerakkan.



Gambar 2.5 Rele Arus Lebih Dengan Karakteristik Waktu Tertentu (Definite Time)

c) Rele Arus Lebih karakteristik Waktu Terbalik (Inverse Time)

Rele dengan karakteristik waktu terbalik adalah jika jangka waktu mulai rele arus pick up sampai selesainya kerja rele diperpanjang dengan besarnya nilai yang berbanding terbalik dengan arus yang menggerakkan.

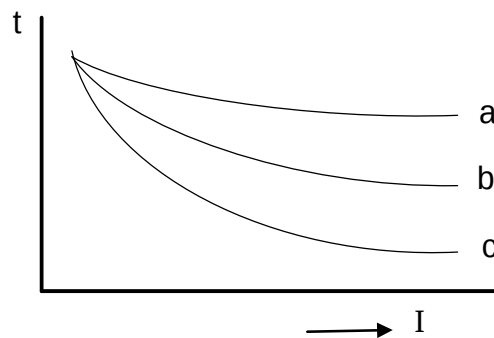


Gambar 2.6 Rele Arus Lebih Karakteristik Waktu Terbalik (inverse time)



Bentuk Perbandingan Terbalik dari waktu arus ini sangat bermacam-macam tetapi dapat digolongkan menjadi :

- Berbanding terbalik (inverse)
- Sangat berbanding terbalik (very inverse)
- Sangat berbanding terbalik sekali (extremely inverse)

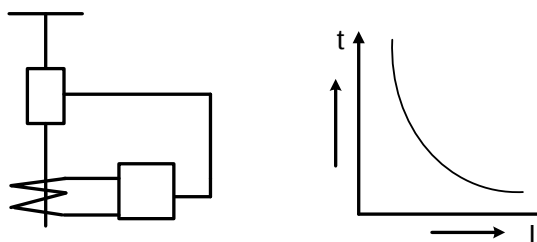


Gambar 2.7 Perbandingan Terbalik Dari Waktu – Arus

d) Arus Lebih Invers Definite Minimum Time (IDMT)

Rele arus lebih dengan karakteristik invers definite minimum time (IDMT) ialah jika jangka waktu rele arus mulai pick up sampai selesainya kerja rele mempunyai sifat waktu terbalik untuk nilai arus yang kecil setelah rele pick up dan kemudian mempunyai sifat waktu tertentu untuk arus yang lebih besar.

Rele arus lebih dengan karakteristik waktu arus tertentu, berbanding terbalik dan IDMT dapat dikombinasikan dengan rele arus lebih dengan karakteristik seketika.



Gambar 2.8 Rele Arus Lebih Dengan karakteristik Waktu arus tertentu ⁷

⁷ Hazairin samaulah, dasar-dasar system proteksi tenaga listrik, hal 53-56



2.9 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Gangguan listrik adalah gangguan karena adanya hubungan secara langsung antar fasa (fasa R-S, fasa R-T, fasa T-S atau fasa R-S-T terhubung secara langsung) atau fasa fasa tanah yang terjadi pada sistem tenaga listrik di jaringan, gardu induk atau di Pusat Listrik, dimana besarnya arus gangguan hubung singkat ditentukan oleh besar kecilnya sumber listrik (generator atau trafo tenaga), impedansi sumber dan impedansi dari jaringan yang dilalui oleh arus gangguan hubung singkat tersebut.

Perhitungan gangguan terdiri dari penentuan besarnya arus yang mengalir di berbagai lokasi pada suatu sistem untuk bermacam – macam jenis gangguan. Data yang diperoleh dari perhitungan ini digunakan juga untuk menentukan setting rele yang mengatur pemutus rangkaian.

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots(2.1)^1$$

I = Arus Gangguan

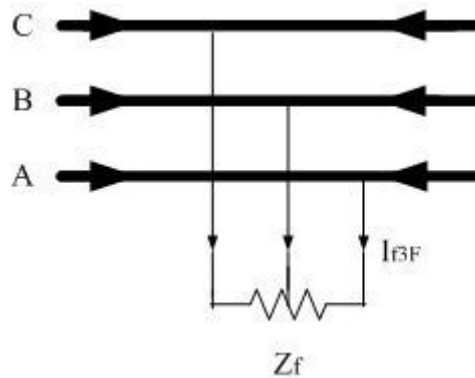
V = Tegangan Sumber

Z = Impedansi dari sumber ke titik gangguan

Rele arus lebih terpasang pada gardu Induk atau pusat listrik dengan tegangan 20 kV, sebagai proteksi / pengaman bila terjadi gangguan arus hubung singkat di jaringan distribusi tenaga listrik. Gangguan yang mungkin terjadi didalam system kelistrikan 3 fasa adalah :

Gangguan 3 Fasa

Gangguan 3 fasa dapat terjadi pada jaringan tenaga listrik, karena terhubungnya ketiga fasanya. Berikut ini adalah gambar arus gangguan 3 fasa.

Gambar 2.9 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa⁸

1. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Impedansi yang digunakan adalah impedansi urutan positif ekivalen Z_1 . Tegangannya adalah E fasa. Perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fasa dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$I_{3fasa} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} = \frac{kv/\sqrt{3}}{Z_{1eq}} \dots\dots\dots (2.2)^9$$

Dimana :

I_{3fasa} = Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

V_{ph} = Tegangan Fasa – Netral = $20 kv/\sqrt{3}$

Z_{1eq} = Impedansi Z_1 Ekivalen

Sebelum menghitung arus gangguan hubung singkat pada system terlebih dahulu hal yang harus dihitung adalah menghitung impedansi sumber, reaktansi trafo, impedansi penyulang, dan impedansi ekivalen jaringan.

Setelah mendapatkan nilai dari hasil perhitungan ketiga hal yang diatas, barulah kita dapat menghitung gangguan arus hubung singkat dan nilai gangguan arus hubung singkat itu digunakan untuk menentukan langkah setting rele arus lebih.

⁸ PT.PLN(Persero) udiklat palembang, perhtungan Setting dan koordinasi proteksi sistem distribusi,hal 28

⁹ Sarimun, Wahyudi, Ir. N.MT. “Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik”,Edisi pertama



2.10 Perhitungan Impedansi Sumber

Beberapa perusahaan listrik memberikan data pada langganan untuk menetapkan pemutus rangkaian bagi instalasi industri atau sistem distribusi yang dihubungkan pada sistem pemakaian di seberang titik. Biasanya data tadi berupa daftar megavoltampere hubung singkat dimana

$$\text{MVA hubung – singkat} = \sqrt{3} \times (\text{kV nominal}) \times I_{sc} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2.3)^{10}$$

Dengan menyelesaikan persamaan diatas dihasilkan :

$$X_s = \frac{(\text{nominal kV})^2}{\text{MVA hubung – singkat}} \dots\dots\dots (2.4)^{11}$$

Perlu diingat bahwa impedansi sumber ini adalah nilai ohm pada sisi 70 kV, karena arus gangguan hubung singkat yang akan dihitung adalah gangguan hubung singkat di sisi 20 kV, maka impedansi sumber tersebut harus dikonversikan dulu ke sisi 20 kV, sehingga pada perhitungan arus gangguan nanti sudah menggunakan sumber 20 kV. Untuk mengkonversikan impedansi yang terletak di sisi 70 KV, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$Z_{2s} = \frac{KV_2^{2(\text{sek})}}{KV_1^{2(\text{pri})}} \times Z_{1s} (\text{sisi 70 kV}) \dots\dots\dots (2.5)^{12}$$

Dimana :

KV_1 = Tegangan transformator tenaga sisi Primer (KV)

KV_2 = Tegangan transformator tenaga sisi Sekunder (KV)

Z_1 = Impendansi transformator tenaga sisi Primer (ohm)

Z_2 = Impendansi transformator tenaga sisi Sekunder (ohm)

¹⁰⁻¹¹ wiliam steveson, Analisa Sistem Tenaga, hal 249

¹² PT.PLN(Persero) udiklat palembang, perhtungan Settting dan koordinasi proteksi sistem distribusi, hal 24



2.11 Perhitungan Reaktansi Trafo

Sebelum menghitung reaktansi trafo, hitung impedansi dasar pada trafo (100%) sisi 20 kV. Data yang dibutuhkan yaitu daya yang digunakan pada trafo dan ratio tegangan pada trafo. Untuk perhitungan impedansi dasar pada trafo (100%) sisi 20 kV digunakan rumus seperti persamaan 2.5 :

$$X_T(\text{pada } 100\%) = \frac{(kV)^2}{(MVA)} \dots \dots \dots (2.6)^{13}$$

Nilai Impedansi urutan positif, negatif ($X_{T1} = X_{T2}$) transformator tenaga :

$$X_{T1} = X_{T1} (\%) \times X_T(\text{pada } 100\%) \dots \dots \dots (2.7)^{14}$$

2.12 Perhitungan Impedansi Penyulang

Impedansi penyulang yang akan dihitung disini tergantung dari besarnya impedansi per km (km/ohm) dari penyulang yang dihitung, dimana nilainya ditentukan oleh jenis penghantar, luas penampang dan panjang jaringan SUTM .

Nilai impedansi penyulang disimulasikan gangguan untuk lokasi 25%, 50%, 75% dan 100% panjang penyulang, sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Impedansi Penyulang} = \text{Panjang Penyulang} \times Z \text{ per km} \dots \dots (2.8)^{15}$$

2.13 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan

Perhitungan impedansi ekuivalen jaringan adalah perhitungan besarnya nilai impedansi ekuivalen urutan Positif dan impedansi ekuivalen urutan negatif dari titik gangguan sampai kesumber.

¹³⁻¹⁴ PT.PLN(Persero) udiklat palembang, perhtungan Setttng dan koordinasi proteksi sistem distribusi,hal 24

¹⁵ jurnal.upi.edu/file/10_YULISTIAWAN_hal.81-93_.pdf



$Z1_{eq}$ dan $Z2_{eq}$ dapat langsung dihitung sesuai lokasi gangguan, dengan menjumlahkan impedansi sumber, impedansi trafo dan impedansi penyulang.. Perhitungan $Z1_{eq}$ dan $Z2_{eq}$ yaitu :

$$Z1_{eq} = Z2_{eq} = Z_s + Z_{tl} + Z_{1penyulang} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.14 Perhitungan Setting Rele Arus Lebih

1. Setelan Arus

Rumus yang digunakan untuk menghitung setelan arus pada sisi primer yaitu :

$$Iset_{(primer)} = 1,05 \times I_{beban} \dots\dots\dots(2.10)^{16}$$

Setelah mendapatkan nilai setelan arus sisi primer, untuk mendapatkan nilai setelah sekunder yang disetkan pada rele arus lebih, maka harus dihitung dengan menggunakan data ratio trafo arus yang terpasang di penyulang tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$Iset_{(sekunder)} = Iset_{(primer)} \times \frac{1}{RasioCT} \dots\dots\dots(2.11)^{17}$$

Dimana

$Iset_{(primer)}$ = Arus yang disetting di primer

$Iset_{(sekunder)}$ = Arus yang disetting di sekunder

Rasio CT = Setting Trafo yang dipasang di penyulang

2. Setelan Waktu (TMS)

Untuk setelah waktu rele *standart inverse* dihitung dengan menggunakan rumus kurva waktu dan arus. Rumus ini bermacam-macam sesuai

¹⁶⁻¹⁷ PT.PLN(Persero) udiklat palembang, perhtungan Setting dan koordinasi proteksi sistem distribusi,hal 32



buatan pabrik pembuatan rele, dalam hal ini diambil rumus kurva waktu dan arus dari standart British, sebagai berikut :

$$Tms = \frac{t \left\{ \left(\frac{I_{fault}}{I_{set}} \right)^{0,02} - 1 \right\}}{0,14} \dots \dots \dots (2.12)^{18}$$

$$t = \frac{\beta \times tms}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}} \right)^{\alpha} - 1} \dots \dots \dots (2.13)^{19}$$

Dimana :

t = waktu dalam (detik)

Tms = Time multiple setting (Tanpa Satuan)

Ifault = besarnya arus gangguan hubung singkat (amp)

Setelan *Over Current Relay (Invers)* diambil arus

Gangguan hubung singkat terbesar.

Iset = Arus Setting

β dan α untuk karakteristik besarnya seperti pada tabel dibawah ini

Karakteristik	β	α
Standar Inverse	0,14	0,02
Very Inverse	13,2	1
Extremely Inverse	80	2
Long Time Inverse	120	1

Tabel 2.1 Karakteristik β dan α



2.15 Pemeriksaan Selektifitas Kerja Rele Arus Lebih

Hasil perhitungan setelan rele arus lebih yang didapat masih harus diperiksa, apakah untuk nilai arus gangguan hubung singkat yang lain. Pemeriksaan ini dilakukan terutama pada rele arus lebih dari jenis standar (normal) *inverse*, karena setelan waktu (T_{ms}) pada rele arus lebih jenis *inverse* bukan menunjukkan lamanya waktu kerja rele tersebut. Lamanya waktu kerja rele ini ditentukan oleh besarnya arus gangguanyang mengalir pada rele. Makin besarnya arus gangguan hubung singkat yang mengalir di rele makin cepat kerja rele tersebut menutup kontaknya, kemudian memberikan tripping PMT.

Pemeriksaan ini dilakukan dengan memasukkan bermacam – macam nilai arus gangguan hubung singkat sesuai hasil perhitungannya, dengan menggunakan persamaan *standar inverse*.