



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Proteksi

2.1.1 Pengertian Umum Sistem Proteksi

Sistem proteksi tenaga listrik adalah sebuah sistem yang berfungsi sebagai pengaman ketika terjadi keadaan abnormal pada suatu rangkaian listrik. Sistem proteksi ini biasanya dipasang pada peralatan- peralatan sistem tenaga listrik antara lain generator, saluran transmisi, busbar, transformator, saluran distribusi, dan lain-lain. Dalam kondisi abnormal dapat dikategorikan sebagai berikut hubung singkat, arus lebih, tegangan lebih, frekuensi terganggu dan lain sebagainya.

Proteksi adalah asuransi dari sistem tenaga listrik yang bertujuan agar terciptanya pengaman sistem yang dapat memperkecil kerugian atau kerusakan akibat gangguan dan memaksimalkan keandalan suplai tenaga listrik kepada konsumen.

2.1.2 Fungsi Sistem Proteksi

Fungsi dari sistem proteksi adalah sebagai berikut :

- a. Meminimalisir kerusakan yang terjadi pada sistem tenaga listrik akibat gangguan.
- b. Mencegah kerusakan yang terjadi pada peralatan sistem tenaga listrik akibat gangguan.
- c. Mempersempit daerah gangguan, sehingga gangguan tidak meluas ke daerah yang lain.
- d. Memberikan pelayanan tenaga listrik yang optimal dengan kualitas dan keandalan kepada konsumen.
- e. Melindungi manusia dari sistem tenaga listrik dan objek yang berada pada daerah tersebut terhadap gangguan sistem tenaga listrik

2.1.3 Persyaratan Sistem Proteksi

Ada beberapa kriteria yang perlu di perhatikan dalam sistem proteksi agar sistem proteksi bisa beroperasi dengan efektif antara lain :

1. Kepekaan (*Sensitifitas*)

Kepekaan merupakan suatu tindakan kepekaan rele/relay pada saat terjadi gangguan ketika peralatan-peralatan sedang beroperasi. Pada kondisi ini sensitifitas dalam sistem proteksi ditentukan dengan oleh values atau nilai minimal yang sudah ditetapkan pada sistem proteksi pada saat sistem proteksi sudah beroperasi.

2. Kecepatan (*Speed*)

Pada sistem proteksi harus memiliki kecepatan mendeteksi gangguan pada saat sistem tenaga listrik bekerja. Hal ini merupakan persyaratan yang sangat vital pada sistem proteksi karna berfungsi untuk meningkatkan mutu pelayanan, pengaman untuk manusia, peralatan dan untuk stabilitas operasi. Pada sistem tenaga juga memiliki karakteristik gangguan serta memiliki batas-batas stabilitas dan terkadang sifat gangguan yang sementara, maka dari itu relay yang sebenarnya beroperasi dengan cepat akan diperlambat (*time delay*).

3. Selektifitas dan Diskriminatif

Pada persyaratan ini diharapkan dari sistem proteksi mampu beroperasi selektif memilih bagaian yang harus diisolir apabila rele/relay mendeteksi gangguan yang terjadi. Pada bagian ini bagian yang tidak terkena gangguan dipisahkan dari peralatan yang terkena gangguan. Dalam sistem ini juga harus diskriminatif yaitu pada sistem proteksi harus mampu membedakan kondisi sistem dalam keadaan normal maupun dalam keadaan abnormal yang terjadi pada rangkaian luar sistem proteksi maupun rangkaian dalam proteksinya. Maka dari itu gangguan yang terjadi sekecil apapun akan dapat diatasinya.

4. Keandalan (*Reliability*)

Pada sistem ini akan dikatakan andal ketika berfungsi ketika terjadi gangguan. Akan tetapi pada sistem ini akan dikatakan tingkat keandalannya rendah ketika sistem ini tidak bekerja sebagaimana mestinya dan bekerja ketika tidak dibutuhkan. Keandalan rele/relay akan dikatakan baik memiliki tingkatan nilai yang seharusnya, ada 2 keandalan rele/relay antara lain :

- a. Dependability : berarti rele/relay akan bekerja setiap saat
- b. Security : memiliki pemetaan yaitu tidak boleh bekerja
ketikaseharusnya rele/relay tidak bekerja

5. Ekonomis

Pada perencanaan sistem proteksi tidak lepas dari faktor ekonomis. Relay yang digunakan harus ekonomis akan tetapi tidak mengesampingkan empat hal yang sangat vital seperti diatas tersebut. Pada sistem proteksi mempunyai dua hal yang perlu diperhatikan yaitu proteksi utama dan proteksi bantu. Pada proteksi utama berfungsi untuk membebaskan sistem pada gangguan yang perlu diproteksi secepat mungkin. Pada proteksi pembantu bekerja ketika proteksi utama tidak mampu bekerja melindungi daerah selanjutnya dengan melambatnya waktu yang lebih lama pada rele/relay utama. Biasanya proteksi pembantu dipasang pada bagian trafo arus, trafo tegangan dan pemutus tenaga untuk keandalan yang mutlak 100%.

2.1.4 Pembagian Tugas dalam Sistem Proteksi

Sistem proteksi memiliki pembagian tugas dapat diuraikan menjadi :

- a. Proteksi utama, berfungsi untuk mempertinggi keandalan, kecepatan kerja, dan fleksibilitas sistem proteksi dalam melakukan proteksi terhadap sistem tenaga.
- b. Proteksi pengganti, berfungsi jika proteksi utama menghadapi kerusakan untuk mengatasi gangguan yang terjadi.



- c. Proteksi tambahan, berfungsi untuk pemakaian pada waktu tertentu sebagai pembantu proteksi utama pada daerah tertentu yang dibutuhkan.

2.2 Gangguan pada Transformator Tenaga

2.2.1 Jenis – jenis Gangguan

Jenis gangguan ini jika ditinjau dari sifat dan penyebab terjadi gangguannya akan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis gangguan antara lain :

- a. Tegangan lebih (*Over Voltage*)

Gangguan ini biasanya disebabkan karena tegangan yang mengalir pada komponen melebihi pada batasan nilai *setting*. Pada jenis ini bisa disebabkan karena faktor internal dan faktor eksternal pada sistem. Misalnya:

- Faktor internal

Gangguan ini biasanya terjadi pada isolasi yang disebabkan perubahan mendadak pada kondisi rangkaian atau karena resonansi. Misalnya, perubahan beban terjadi secara tiba-tiba, operasi hubung yang terjadi pada saluran tanpa beban, pelepasan PMT yang mendadak karena hubung singkat, kegagalan isolasi dan lain sebagainya.

- Faktor eksternal

Gangguan ini biasanya terjadi disebabkan karena sambaran petir. Hal ini terjadi karena adanya loncatan energi listrik pada awan yang bermuatan positif dan negatif dari awan ke awan atau dari awan ke tanah. Karena kumpulan awan yang bermuatan listrik mengakibatkan bertemunya muatan positif dan muatan negatif yang berbeda tegangan tersebut.

b. Hubung Singkat

Hubung singkat ialah sebuah gangguan yang terjadi karena adanya hubungan penghantar bertegangan maupun penghantar tidak bertegangan secara langsung tanpa melalui perantara (resistor atau beban) yang semestinya yang mengakibatkan aliran tegangan listrik yang sangat besar (abnormal). Maka dari itu hubung singkat tidak bisa dihindarkan dari sistem tenaga listrik terutama pada jaringan 3 fasa. Meskipun pada peralatan sudah dipasang pengaman atau isolasi semacam apapun, karena penggunaan yang terus menerus mengakibatkan penurunan fungsi pada isolasi yang melindungi sistem. Misalnya karena faktor umur isolasi, keausan pada isolasi, dan lain sebagainya yang menyebabkan penurunan fungsi pada isolasi tersebut. Hal ini yang menyebabkan terjadinya hubung singkat.

Bentuk pada beban isolasi padat maupun cair ketika terjadi gangguan akan menimbulkan busur api, sehingga akan mengakibatkan kerusakan yang tetap, maka gangguan jenis ini adalah gangguan permanen. Pada gangguan yang terjadi pada saluran udara yang terjadi gangguan yang menimbulkan busur api akan tetapi setelah itu bisa padam, maka gangguan itu termasuk jenis gangguan yang temporer atau sementara. Maka dari itu dengan adanya arus gangguan yang sangat besar dan itu akan sangat membahayakan peralatan untuk mengamankan daerah peralatan yang terganggu agar tidak terjadi kerusakan yang sangat vital maka dilengkapi dengan pemutus tenaga atau sering disebut *circuit breaker* (CB).

Gangguan hubung singkat yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik 3 fasa antara lain:

- Satu fasa dengan tanah
- Fasa dengan fasa
- Fasa dengan fasa dan pada waktu bersamaan dari fasa ke 3 dengan tanah

- Tiga fasa dengan tanah.
- Hubung singkat 3 fasa.

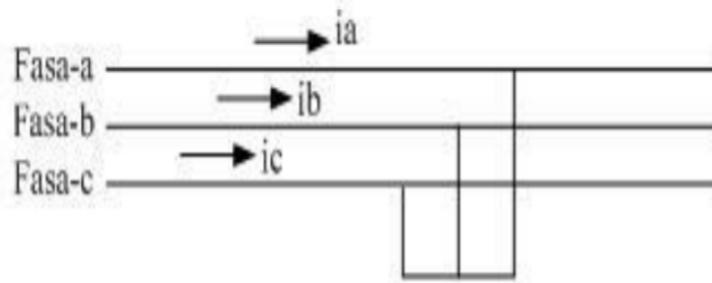
Gangguan empat jenis yang pertama tidak akan menimbulkan gangguan yang tidak simetris akan tetapi untuk dua gangguan selanjutnya akan menimbulkan gangguan simetris. Pada hal ini perhitungan sangat dibutuhkan untuk mengetahui kemampuan pemutus tenaga yang digunakan dan sebagai koordinasi pada rele yang akan digunakan pada sistem.

c. Beban lebih (Over load)

Gangguan ini biasanya terjadi akibat pemakaian daya listrik yang melewati batasannya atau jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit. Pada gangguan ini biasanya terjadi pada generator dan trafo daya. Akan tetapi biasanya gangguan beban lebih ini memiliki ciri yang berakibat pada pemanasan yang berlebih pada peralatan isolasi yang mengakibatkan penurunan fungsi atau bahkan kerusakan pada peralatan isolasi itu sendiri. Pada penyaluran energi listrik pada konsumen yang menggunakan trafo sekunder akan dipasang rele beban lebih yang berfungsi sebagai pengaman ketika terjadi beban yang digunakan oleh konsumen melebihi pasokan listrik atau melebihi kapasitas trafo.

2.2.2 Dasar Perhitungan Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa

Gangguan hubung singkat tiga fasa termasuk dalam klasifikasi gangguan simetris, dimana arus maupun tegangan setiap fasanya tetap seimbang setelah gangguan terjadi. Sehingga pada sistem seperti ini dapat dianalisa hanya dengan menggunakan urutan positif saja. Gangguan hubung singkat tiga fasa dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Untuk menentukan arus dasar sebelum mencari nilai arus hubung singkat maka dapat menggunakan rumus :

$$I_{base} = \frac{MVA_{base}}{\sqrt{3} \times KV_{base}} \times 1000 \text{ Ampere} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

MVA_{base} : Kapasitas daya dasar (MVA)

I_{base} : Arus dasar (Ampere)

KV_{base} : Tegangan dasar (Volt)

Untuk mencari nilai arus hubung singkat pada gangguan hubung singkat tiga fasa ini dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$I_{3fasa} = \frac{E}{Z_{1eq}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

E = Tegangan di titik gangguan sesaat sebelum terjadinya gangguan (pu)

Z_{1eq} = Impedansi ekivalenurutan positif (Ω)

2.3 Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Berikut ini adalah komponen-komponen ketenagaan yang umum untuk digunakan pada suatu sistem proteksi tenaga listrik:

2.3.1 Trafo Arus (*Current Transformer*)

Trafo arus atau biasa disebut *Current transformer* (CT) adalah trafo yang mengubah arus listrik skala besar ke skala yang lebih kecil jenis trafo ini yaitu trafo instrumen. Trafo ini banyak digunakan untuk keperluan pengukuran dan perlindungan. Komponen utama CT adalah kumparan induktif. Unjuk kerja CT akan dipengaruhi oleh aliran arus atau beban yang terhubung padanya. Jika arus yang mengalir tidak sefase dengan tegangan, maka dikatakan faktor dayanya tidak sama dengan 1.0. Faktor daya dapat mengikut atau mendahului dan kerugian yang diserap oleh trafo tidaklah tetap.

CT digunakan karena dalam pengukuran arus tidak mungkin dilakukan secara langsung pada arus beban atau arus gangguan, hal ini disebabkan arus sangat besar dan bertegangan sangat tinggi. Karakteristik CT ditandai oleh *current transformer ratio* (CT) yang merupakan perbandingan antara arus yang di lewatkan oleh sisi primer dengan arus yang di lewatkan oleh sisi sekunder.

2.3.2 *Potential Transformer*

Potential Transformer adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi menurunkan tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah yang sesuai dengan *setting* relai. Dalam sistem tenaga listrik dikenal berbagai macam tipe dan konstruksi dari trafo sesuai dengan aplikasinya. Untuk aplikasi peralatan proteksi sistem tenaga listrik khususnya relai, trafo digunakan untuk mengatur besaran kuantitas sistem (arus atau tegangan) dan mentransformasikan ke level yang lebih rendah sebagai input pengukuran untuk relay. Trafo ini dikenal dengan sebutan *instrument transformer* yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus.

Trafo tegangan yang digunakan untuk peralatan proteksi mempunyai prinsip yang sama dengan trafo daya pada sistem tenaga listrik. Perbedaan utama antara potensial transformator dan trafo tegangan adalah *potential* trafo memiliki *rating* daya yang sangat kecil, dengan tegangan tinggi di sisi primer dan tegangan rendah di sisi sekundernya yaitu berkisar antara 100-120 Volt rms. Trafo tersebut digunakan untuk memberikan *sample* pengukuran tegangan sistem ke peralatan proteksi. *Potential trafo* berfungsi untuk memperkecil besaran tegangan pada sistem tenaga listrik menjadi besaran tegangan untuk sistem pengukuran atau proteksi dan dapat mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer.

Untuk memperkecil besaran tegangan pada sistem tenaga listrik menjadi besaran tegangan untuk sistem pengukuran atau proteksi dan dapat mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer dan mentransformasikan ke level yang lebih rendah sebagai input pengukuran untuk relai. Trafo tegangan yang digunakan untuk peralatan proteksi mempunyai.

2.3.3 Relai Proteksi

Relai proteksi susunan peralatan pengaman yang dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau ketidak stabilan sistem yang kemudian secara otomatis dapat memberikan respon berupa sinyal untuk menggerakkan sistem mekanisme pemutus tenaga agar dapat terpisah pada bagian yang terganggu. Relai proteksi digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan pada sistem tenaga listrik, terutama untuk :

- a. Memberikan tanda bahaya
- b. Memutuskan bagian sistem yang tidak normal
- c. Melepas pemutus tenaga apabila gangguan dianggap berbahaya

2.4 *Over Current Relay (OCR)*

2.4.1 *Pengertian Over Current Relay (OCR)*

Relai arus lebih adalah suatu relai yang bekerjanya berdasarkan kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengamanan tertentu dan dalam jangka waktu tertentu, sehingga relai ini dapat dipakai sebagai pola pengaman arus lebih. Relai ini pada dasarnya mengamankan adanya arus lebih yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat atau beban lebih. Relai arus lebih akan bekerja bila besarnya arus input melebihi suatu harga tertentu (arus kerja) yang dapat diatur dan dinyatakan menurut kumparan sekunder dari trafo arus. Relai arus lebih akan memberi isyarat kepada PMT (Pemutus Tenaga) bila terjadi gangguan hubung singkat untuk membuka rangkaian sehingga kerusakan alat akibat gangguan dapat dihindari.

Pada proteksi transformator daya, relai arus lebih digunakan sebagai tambahan bagi relai differensial untuk memberikan tanggapan terhadap gangguan luar. Relai arus lebih yang digunakan adalah relai arus lebih tanpa perlambatan waktu, relai arus lebih dengan karakteristik waktu yang berbanding terbalik dengan besar arus dan relai lebih dengan komponen arah.

Pengamanan dengan menggunakan relai arus lebih mempunyai beberapa keuntungan yaitu :

- a. Dapat mengamankan arus lebih yang terjadi karena hubung singkat atau beban lebih.
- b. Dapat berfungsi sebagai pengaman utama dan juga merupakan pengaman cadangan.
- c. Harganya relatif murah.

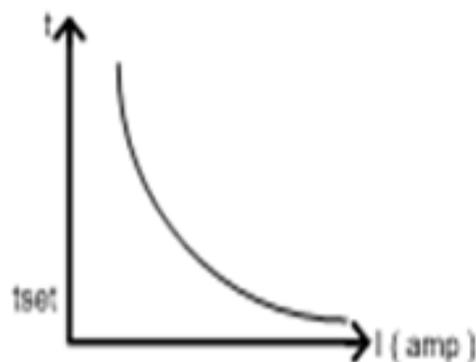
2.4.2 Jenis Relay berdasarkan Karakteristik Waktu

Over Current Relay (OCR) dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah :

1. *Over Current Relay* (OCR) Inverse

Adalah *Over Current Relay* (OCR) yang waktunya kerjanya tergantung dari arus gangguan. Relai ini akan memberikan perintah kepada PMT (pemutus tenaga) pada saat terjadi gangguan bila besar gangguannya melampaui arus penyetelannya dan jangka waktu relai ini mulai *pick up* sampai kerja waktunya diperpanjang berbanding terbalik dengan besarnya arus.

Sifat atau karakteristik dari relai inverse adalah relai baru akan bekerja bila yang mengalir pada relai tersebut melebihi besarnya arus setting (I_s) yang telah ditentukan. Dan lamanya waktu relai bekerja untuk memberikan komando tripping adalah paling lambat sesuai dengan waktu setting (tms) yang dipilih. Pada relai ini waktu bekerjanya (*Time Trip*) tidak sama dengan waktu setting (tms). Karena sangat tergantung dengan besarnya arus yang mengerjakan relai tersebut, sehingga makin besar arus yang mengerjakan relai tersebut maka makin cepat waktu kerja (*Time Trip*) dari relai tersebut.



Gambar 2.2 Karakteristik Inverse

Relai dapat dikelompokkan lagi menjadi 4 kelompok antara lain :

- a. *Standard Inverse*
- b. *Very Inverse*

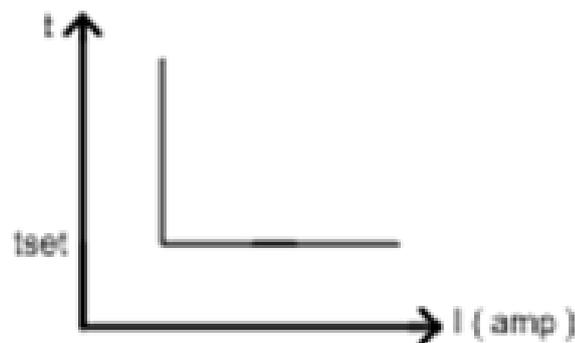
c. *Extremely Inverse*

d. *Long Time Inverse*

2. **Over Current Relay (OCR) Definite**

Adalah *Over Current Relay* (OCR) yang waktu kerjanya tidak tergantung dari arus gangguan. Relai ini memberikan perintah kepada PMT (Pemutus Tenaga) pada saat terjadi gangguan bila besar gangguannya melampaui arus penyetelannya, dan jangka waktu relai ini mulai *pick up* sampai kerja diperpanjang dengan waktu tidak tergantung besarnya arus.

Sifat atau karakteristik dari relai definite adalah relai baru akan bekerja bila yang mengalir pada relai tersebut melebihi besarnya arus setting (I_s) yang telah ditentukan. Dan lamanya selang waktu relai bekerja untuk memberikan komando tripping adalah sesuai dengan waktu setting (t_{ms}) yang diinginkan. Pada relai ini waktu bekerjanya (*Time Trip* = t_{ms}) tetap konstan, tidak dipengaruhi oleh besarnya arus yang mengerjakan relai tersebut.

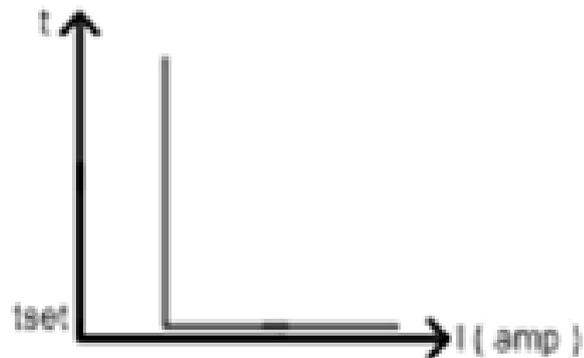


Gambar 2.3 Karakteristik Definite

3. **Over Current Relay (OCR) Instantaneous**

Adalah *Over Current Relay* (OCR) yang bekerja tanpa waktu tunda. Relai ini akan memberikan perintah kepada PMT (Pemutus Tenaga) pada saat terjadi gangguan bila besar arus gangguannya melampaui arus penyetelannya, dan jangka waktu kerja mulai *pick up* sampai kerja sangat singkat tanpa penundaan waktu (20 – 60 mdet).

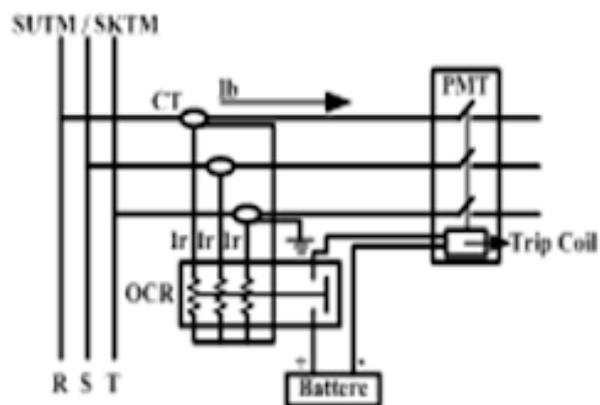
Karena relai ini tanpa perlambatan, maka koordinasi mendapatkan selektifitas didasarkan tingkat beda arus. Adapun jangkauan relai ini karena bekerjanya seketika atau tanpa perlambatan waktu supaya selektif maka tidak boleh menjangkau pada keadaan arus gangguan maksimum.



Gambar 2.4 Karakteristik Instantaneous

2.4.3 Prinsip Kerja *Over Current Relay* (OCR)

Prinsip kerja *Over Current Relay* (OCR) yang bekerjanya berdasarkan besaran arus lebih akibat adanya gangguan hubung singkat dan memberikan perintah *trip* ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya sehingga kerusakan alat akibat gangguan dapat dihindari.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja *Over Current Relay*



2.4.4 Setting Over Current Relay (OCR)

A. Arus Setting

Arus *setting* OCR *Standard Inverse* pada sisi primer dan sisi sekunder transformator tenaga terlebih dahulu harus dihitung arus nominal transformator tenaga. Arus setting untuk relay OCR baik pada sisi primer maupun pada sisi sekunder transformator tenaga adalah :

$$I_{set(primer)} = (1,0 - 1,2) \times I_n \text{ Trf} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$I_n \text{ Trf} = \frac{S}{V \sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.4)$$

sedangkan untuk arus *setting* OCR *instan* pada penyulang menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I_{set(primer)} = (1,0 - 1,2) \times 1/Z \times I_n \text{ Trf} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$I_{set (primer)}$: Arus *setting* primer

I_{nom} trafo : Arus nominal Trafo HV/MV

S : Kapasitas Trafo

V : Tegangan

Z : Impedansi trafo urutan positif

Table 2.1 Batasan setelan OCR trafo

URAIAN	PENYULANG	INCOMING TRF	Sisi HV TRF
Jenis	OCR	OCR	OCR
Karakteristik	SI	SI	SI
Setelan arus	$(1.0 - 1.2) \times I_{nCT}$ $(1.0 - 1.2) \times CCC$ *)	$(1.0 - 1.2) \times I_{nTrf MV}$ $(1.0 - 1.2) \times CCC$ *)	$(1.0 - 1.2) \times I_{nTrf (HV)}$
Waktu kerja (HS fasa-fasa di bus 20 kV)	0.2 - 0.4 detik	0.7 - 1.0 detik	1.2 - 1.6 detik
Setelan arus Momen	$0.5 \times (1/2 \times I_{nTrf MV})^{**}$	$0.8 \times (1/2 \times I_{nTrf MV})$	Di blok
Waktu arus momen	Instan	0.4 - 0.5 detik (def)	

B. Waktu *Setting*

Setelan waktu kerja standar inverse didapat dengan menggunakan kurva waktu dan arus. Secara matematis dapat ditentukan dengan rumus:

$$tms = \frac{t \left(\frac{I_{3f20}}{I_{set}} \right)^{\alpha - 1}}{k} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

- tms : Parameter waktu yang ditetapkan
- T : Waktu kerja
- I_{3f20} : Arus hubung singkat fasa - fasa
- Iset : Arus *setting* primer
- k, α : Konstanta Standar IEC 60255

2.5 Software Mathcad

2.5.1 Pengertian Mathcad

Dalam sistem proteksi sendiri pengelolaan sistemnya sekarang sudah menggunakan sebuah software pendukung yang dapat mengelola sistem secara terprogram untuk memudahkan pengelolaan sistem tersebut. PT. PLN (persero) unit pelayanan transmisi (UPT) Palembang sendiri menggunakan sebuah software resmi yang bernama mathcad.

Berdasarkan Buku User Guide Mathcad 14.0 tahun 2007. Mathcad adalah standar industri alat perhitungan teknis untuk insinyur di seluruh dunia. Mathcad memberikan semua kemampuan pemecahan, fungsionalitas, dan ketahanan yang dibutuhkan untuk perhitungan, manipulasi data, dan karya desain engineering. perhitungan standarisasi dan penggunaan kembali melalui Mathcad memastikan kepatuhan standar. Dengan menggabungkan perhitungan, grafik, teks, dan gambar dalam satu dokumen, Mathcad memungkinkan menangkap pengetahuan dan publikasi bahwa pengelolaan bantuan proyek-proyek besar. Mathcad memungkinkan Anda untuk mendokumentasikan perhitungan Anda dalam bahasa matematika, karena Mathcad menggabungkan mesin komputasi yang kuat, diakses melalui notasi matematika konvensional, dengan prosesor fitur lengkap kata dan pembuatan grafik.

Data yang dihitung oleh mathcad berupa:

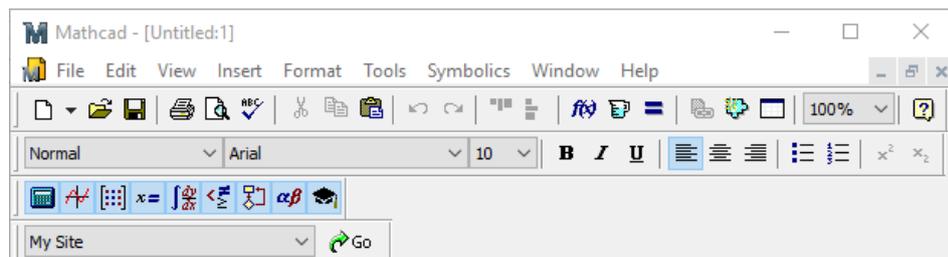
1. Arus nominal dan arus hubung singkat
2. Kurva ketahanan transformator
3. Setting sisi 150/20 kv
4. Setting incoming
5. Setting peyulang
6. Setting SBEF

Dan data grafik yang ditampilkan berupa :

1. Koordinasi setting transformator dan penyulang gangguan phasa-pahasa
2. Koordinasi setting transformator dan penyulang gangguan phasa-tanah

2.5.2 Ruang *Interface* pada Software Mathcad

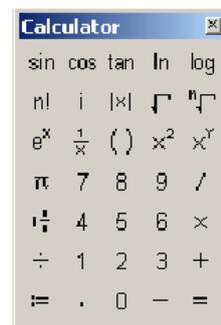
Berikut merupakan ruang *interface* yang terdapat dalam MathCAD. Diantaranya adalah *calculator toolbar*, *graph toolbar*, *vector* dan *matrix toolbar*, *evaluation toolbar*, *calculus toolbar*, *Boolean toolbar*, *programming toolbar*, *greek symbol toolbar* dan *symbolic keyword toolbar*.



Gambar 2.6 *Toolbar* pada MathCAD

Bagian-bagian dari *Toolbar* Math antara lain :

1. *Calculator Toolbar*, untuk melakukan perhitungan sederhana



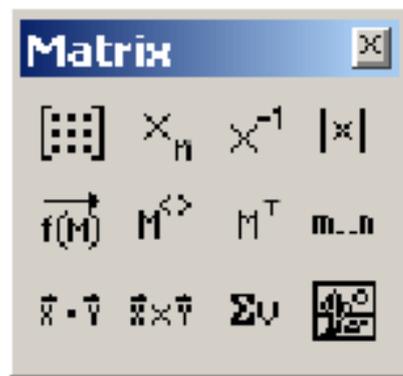
Gambar 2.7 *Calculator Toolbar*

2. *Graph Toolbar*; untuk meplot atau membuat grafik



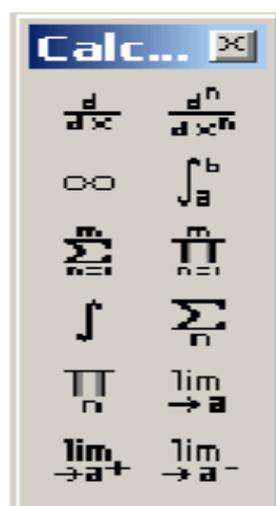
Gambar 2.8 *Graph Toolbar*

3. *Matrix Tollbar*, untuk operasi matriks



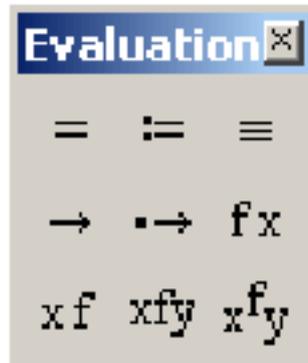
Gambar 2.9 *Matrix Toolbar*

4. *Calculus Toolbar*



Gambar 2.10 *Calculus Toolbar*

5. Evaluation Toolbar



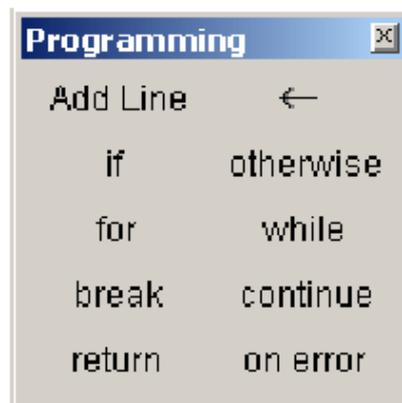
Gambar 2.11 Evaluation Toolbar

6. Boolean Toolbar



Gambar 2.12 Boolean Toolbar

7. Programming Toolbar



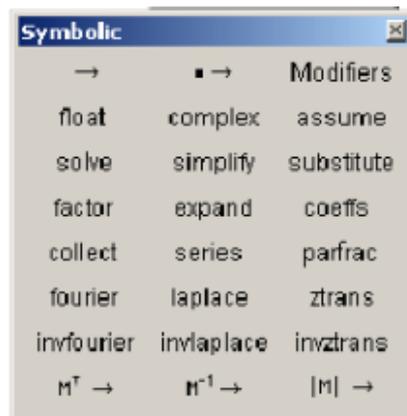
Gambar 2.13 Programming Toolbar

8. Greek Symbol Toolbar



Gambar 2.14 Greek Symbol

9. Symbolic Keyword Toolbar



Gambar 2.15 Symbolic Keyword