

ANALISA SISTEM PROTEKSI RELAI SEPAM PADA FEEDER A08 DI GARDU INDUK MSS TAL PT.BUKIT ASAM (PERSERO).TBK

SUBIANTO

Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Palembang

ABSTRAK

Rele peroteksi adalah susunan peralatan pengaman yang dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau ketidakstabilan system yang kemudian secara otomatis dapat memberikan respon berupa sinyal untuk menggerakkan system mekanisme pemutusan tenaga agar dapat terpisah pada bagian yang terganggu. Rele peroteksi digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan pada sistem tenaga listrik terutama untuk memberikan tanda bahaya, memutuskan bagian system yang tidak normal serta melepas pemutus tenaga apabila gangguan dianggap berbahaya.

Tujuan dari Penelitian ini adalah agar dapat mengetahui dan mengerti sistem proteksi distribusi tenaga listrik, memahami cara perhitungan relai arus lebih, serta mengetahui perbandingan setting relai arus lebih pada relai sepam exsiting dengan hasil perhitungan di PT. Bukit Asam (Persero).Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim. Dengan adanya hasil perhitungan yang didapat, maka dapat dibandingkan data yang ada dengan data real di lapangan serta dengan telah dianalisa.

Kata Kunci : Relai, Arus lebih, Impedansi

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit ke beban diinginkan berlangsung secara kontinue. Sistem tenaga listrik kemungkinan akan mengalami gangguan dalam pengoperasiannya, terutama secara internal yaitu gangguan yang berasal dari jaringan sistem tenaga listrik tersebut, seperti gangguan hubungan singkat, beban lebih, dan lain-lain. Untuk mengamankan jaringan dari kenaikan arus (arus lebih) yang melampaui nilai nominal peralatan pada jaringan listrik.^[4,5]

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk merupakan suatu perusahaan yang menggunakan listrik untuk memenuhi semua beban di Tambang Bukit Asam, terutama peralatan-peralatan tambang seperti : Bucket Wheel Excavator (BWE), Belt Wagon (BW), Spreader, Belt Conveyor, Shovel electric, Excavator electric dan lain sebagainya.

Main Switch Station (MSS) merupakan gardu induk sistem distribusi listrik Tambang Air Laya dan sekitarnya yang menerima energi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap PLTU 3 X 10 MW PTBA dengan tegangan 20 KV serta dari (PLTU) Bukit Asam dengan tegangan 20 KV dengan kontrak beli 21,25MVA dan disalurkan ke semua beban di Tambang Bukit Asam secara Continue dan sinkron antara kedua sumber listrik tersebut. Tenaga listrik yang disupply dari MSS memerlukan keandalan yang tinggi untuk menghindari kerugian yang sangat besar dalam proses produksi, sehingga setiap penyaluran tenaga listrik ke beban memerlukan sistem proteksi. Sistem proteksi merupakan beberapa perangkat yang bekerja bersama-sama untuk melaksanakan pengamanan pada jaringan listrik.^[1]

1.2. Tujuan Penelitian

Mengetahui dan mengerti sistem proteksi distribusi tenaga listrik pada PT. Bukit Asam (Persero) Tbk serta memahami cara perhitungan relai arus lebih yang akan dipakai sekaligus bisa mengetahui perbandingan setting relai arus lebih pada relai sepam exsiting dengan hasil perhitungan nya.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, dapat mengetahui cara kerja sistem proteksi relai arus lebih pada sepam relai serta dapat pula mengetahui penentuan setting relai arus lebih pada sepam relai.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruang lingkup yang terbatas, hanya dilakukan pada

1. menghitung arus setting relai arus lebih, pada jaringan 20 kV terutama pada Feeder A08 Jalur MTB pada gardu induk MSS TAL yang digunakan untuk mendistribusikan tenaga listrik ke tambang batubara PT Bukit Asam (persero) Tbk Tanjung Enim
2. Membandingkan antara hasil perhitungan dan realisasi setting relai sepam dilapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA ^[7,8,9,10]

2.1. Rele Proteksi

Rele peroteksi adalah susunan peralatan pengaman yang dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau ketidakstabilan system yang kemudian secara otomatis dapat memberikan respon berupa sinyal untuk menggerakkan system mekanisme pemutusan tenaga agar dapat terpisah pada bagian yang terganggu. Rele peroteksi digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan pada sistem tenaga listrik terutama untuk :

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

2.2. Tujuan Sistem Proteksi

Gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik hampir seluruhnya merupakan gangguan hubung singkat, yang akan menimbulkan arus yang cukup besar. Semakin besar sistemnya semakin besar gangguannya. Arus yang besar bila tidak segera dihilangkan akan merusak peralatan yang dilalui arus gangguan. Untuk melepaskan daerah yang terganggu itu maka diperlukan suatu sistem proteksi, yang pada dasarnya adalah alat pengaman yang bertujuan untuk melepaskan atau membuka sistem yang terganggu, sehingga arus gangguan ini akan padam. Adapun tujuan dari sistem proteksi antara lain :

- Untuk menghindari atau mengurangi kerusakan akibat gangguan pada peralatan yang terganggu atau peralatan yang dilalui oleh arus gangguan.
- Untuk melokalisir (mengisolir) daerah gangguan menjadi sekecil mungkin.
- Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen. Serta memperkecil bahaya bagi manusia.

2.3. Syarat – Syarat Rele Proteksi ^[10]

Proteksi dalam system tenaga listrik baru bisa dikatakan baik bila mempunyai persyaratan sebagai berikut :

- a. Dapat diandalkan ada 3 aspek :
 - Dependability

- Security
 - Availabilty
- b. Selektif
 - c. Waktu kerja rele cepat
 - d. Peka / sensitive
 - e. Ekonomis dan sederhana

2.4. Generator ^[8,10]

Generator adalah suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan masukan tenaga mekanik. Jadi disini generator berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik yang mempunyai prinsip kerja sebagai berikut: Bilamana rotor diputar maka belitan kawatnya akan memotong gaya- gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbullah arus listrik, arus melalui kabel/kawat yang ke dua ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar.

Bagian-bagian generator :

- a Rotor
- b Stator

Macam generator berdasarkan tegangan yang dibangkitkan generator dibagi menjadi 2 yaitu :

- a. Generator Arus Bolak-Balik (AC)
- b. Generator Arus Searah (DC)

Berdasarkan sistem pembangkitannya generator AC dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

- a. Generator 1 fasa
- b. Generator 3 fasa

2.5. Transformator Daya

Transformator daya merupakan suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.

2.6. Pemutusan Rangkaian (CB/PMT)

Sebagai pemutus rangkaian merupakan alat yang didesain bukan untuk sering dipakai, tetapi mampu menampung dan memutus arus termasuk arus yang salah sampai dengan kemampuan batas reaktif tinggi.

Fungsi utama dari peralatan daya (Circuit Breaker) pada setiap tenaga adalah :

- a. Memungkinkan suatu sistem (transmisi dan distribusi) dihubungkan dan dilepaskan dari sistem lainnya dan aman.
- b. Memungkinkan bagian dari sistem yang terganggu dipisahkan secara otomatis dengan cepat dan aman.

Sebuah CB harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Membuka dan menutup dalam waktu yang sesingkat mungkin dalam berbagai kondisi jaringan.
- b. Menghantarkan arus listrik yang ditentukan.
- c. Mampu menahan arus hubung singkat, baik termal maupun mekanis.
- d. Mempertahankan tegangan terhadap tanah dan kotak-kontak terbuka baik dalam kondisi bersih maupun tercemar.
- e. Tidak menimbulkan tegangan berlebihan (over voltage) yang besar sewaktu membuka dan menutup.

2.7. Transformator Pengukuran

Transformator pengukuran dibedakan menjadi 2 yaitu :

- a. Transformator Tegangan
- b. Transformaor Arus

Transformator berfungsi untuk menurunkan arus yang lebih besar pada tegangan tinggi atau menengah menjadi arus kecil pada tegangan yang biasa disebut arus sekunder.

2.8. Rele Arus Lebih

Rele arus lebih yang berfungsi merasakan adanya arus lebih dan kemudian memberi perintah kepada pemutus beban untuk membuka. Rele arus lebih ini umumnya digunakan pada sistem tegangan menengah sampai tegangan tinggi.

Pengamanan dengan menggunakan rele arus lebih mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

1. Pengamanannya sederhana.
2. Dapat sebagai pengaman utama dan berfungsi juga sebagai pengaman cadangan
3. Harganya relative murah.

2.9. Gangguan Hubung Singkat

Analisa gangguan hubung singkat adalah analisa kelakuan dari sistem distribusi tenaga listrik pada keadaan gangguan hubung singkat. Hasil langsungnya adalah arus dan tegangan akibat dari gangguan tersebut, sedangkan tujuannya adalah :

1. Memeriksa atau mendapatkan besar daya hubung singkat pada setiap rel daya (busbar) yang ada. Dengan mengetahui besar daya hubung singkat itu, dapat ditentukan besar kapasitas alat pemutus daya yang sesuai untuk setiap saluran fasa rel daya tersebut.
2. Mendapatkan besar arus hubung singkat mengalir pada setiap peralatan (saluran, transformator dan lain-lain) untuk menentukan setting.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kawasan PT Bukit Asam (Persero) Tbk yang meliputi pertambangan, perkantoran, pemukiman, serta fasilitas-fasilitas lainnya di kawasan PTBA Tanjung Enim. Main Switch Station (MSS) merupakan tempat penerimaan tenaga listrik dari 2 sumber yakni PLN dengan daya beli 21,25MVA dan PLTU Mulut Tambang milik sendiri (PLTU 3x10 MW Tanjung Enim), serta sebagai tempat pusat distribusi energi listrik ke seluruh Tenaga Listrik yang disuplai dari pembangkit dengan tegangan 20 KV diturunkan menjadi 20/6 kV di MSS atau gardu induk utama oleh 3 buah transformer dengan kapasitas masing-masing 8 MVA (2 Trafo bekerja, 1 sebagai cadangan) hal ini dilakukan untuk mengisi panel system 6 KV guna menunjang kebutuhan supply listrik 6 KV pada equipment yang ada di tambang. Energi listrik yang masuk dari PLN dan PLTU milik sendiri masuk melalui MSS melalui 3 feeder yaitu A06, A15, A17 dengan kapasitas tegangan 20 KV.

Di MSS terdapat 20 buah panel saklar untuk distribusi tegangan 20 kV, serta 16 panel saklar untuk pendistribusian tegangan 6 kV dan satu sistem saklar tegangan rendah. Switch Station 20 kV maupun 6 kV adalah berupa 2 lemari penghubung yang digandengkan bertolak belakang, dibuat ganda untukantisipasi apabila salah satu switch nya halangan serta sebagai pembagi beban antar busbar sehingga dapat seimbang.

3.2. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh disusun kemudian dilakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan hasil yang kemudian dianalisa. Pengolahan data yang dilakukan meliputi:

Panjang saluran distribusi ^[1]

Tabel 1. Panjang Saluran Pada Jaringan 6 kV

No feeder	Panjang (kms), (m)	R (ohm/Km)	X (Ohm/Km)
B01	76	0,2070	0,0930
B02	87	0,2070	0,0930
B03	87	0,2070	0,0930
B04	89	0,2070	0,0930
B05	125	0,2740	0,0970
B06	87	0,2070	0,0930
B07	368	0,0920	0,0850
B10	356	0,0920	0,0850
B11	600	0,0920	0,0850
B12	340	0,0920	0,0850
B13	600	0,0920	0,0850
B14	340	0,2740	0,0970
B15	230	0,2740	0,0970
B16	200	0,2740	0,0970

Sumber : data table saluran MSS TAL

Tabel 2. Panjang Saluran Pada Jaringan 20 kV

No feeder	Panjang (kms),(m)	R (ohm/Km)	X (Ohm/Km)
A02	1570	0,0750	0,0879
A03	1700	0,0920	0,0850
A04	544	0,3800	0,1050
A05	675	0,3800	0,1050
A07	672	0,7500	0,1150
A08	2100	0,134	0,315
A08	1780	0,210	0,094
A09	575	0,2740	0,0970
A12	583	0,2740	0,0970
A 14	565	0,2740	0,0970
A18	1553	0,0750	0,0879
A19	1368	0,0920	0,0850
A20	1415	0,0920	0,0850

Sumber : data table saluran MSS TAL

3.3. Peralatan proteksi ^[7,9]

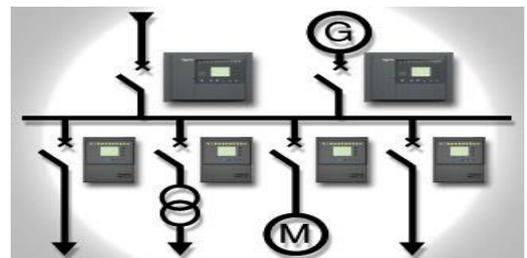
Relay-relay yang digunakan antara lain ialah:

1. Relay proteksi tipe STKK
2. Relay proteksi tipe PM2gnO
3. Relay proteksi tipe ISM



Gambar 1. Relay Tipe STKK dan ISM di Panel 20 kV MSS ^[1,2]

4. Relai Proteksi Digital SEPAM ^[1,2]



Gambar 2. Relay Proteksi Digital SEPAM di Panel 20 kV MSS

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Arus Hubung Singkat Dan Perhitungan Arus Dan Waktu Setting Rele Arus Lebih Tipe Sepam dan ISM Pada Feeder Jaringan 20 kV

A. Perhitungan Arus Hubung Singkat Pada Feeder A08 di jaringan 20 kV:

SUTM, KABEL AAACS 240 MM² : ^[1]

$$R_L = 0,134 \text{ ohm / Km}$$

$$X_L = 0,315 \text{ ohm/ Km}$$

$$L = 2,100 \text{ Km}$$

SKTM, KABEL NTSCGWEOU 3 X 95 MM² : ^[1]

$$R_L = 0,210 \text{ ohm / Km}$$

$$X_L = 0,094 \text{ ohm/ Km}$$

$$L = 1,780 \text{ Km}$$

1. Impedansi sumber (Z_P) ^[4,5]

$$Z_p = 0,15 \times \frac{12 \text{ MVA}}{12 \text{ MVA}} = 15 \text{ Pu}$$

2. Impedansi Trafo (Z_T) ^[4,5]

$$\text{Diketahui : } Z_T = 9,15 \%$$

$$Z_T = \frac{9,15}{100}$$

$$Z_T = 0,091 \text{ pu}$$

$$Z_T = 0,091 \times \frac{12 \text{ MVA}}{15 \text{ MVA}} = 0,072$$

3. Impedansi Saluran (ZL) Pada Feeder A08 di jaringan 20 kV ^[4,5]

a. Impedansi saluran udara kabel AAACS 240mm²

Untuk mencari saluran dalam satuan per unit (pu) dapat dicari dengan menggunakan rumus : $Z_1 \text{ (ohm)} = L \times (R_L + j X_L)$

$$= 2,100 \times (0,134 + j 0,315)$$

$$= 2,100 \times \sqrt{0,134^2 + 0,315^2}$$

$$= 2,100 \times \sqrt{0,116}$$

$$= 0,715 \text{ ohm}$$

$$Z_L = \frac{Z_1 \text{ (ohm)} \times MVA_{\text{Dasar}}}{KV^2}$$

$$Z_L = \frac{0,715 \times 12 \text{ MVA}}{20^2 \text{ KV}^2}$$

$$Z_L = \frac{8,58}{400}$$

$$Z_L = 0,02 \text{ pu}$$

b. Impedansi saluran udara kabel NTSCGWEOU 3 X 95mm²

Untuk mencari saluran dalam satuan- per unit (pu) dapat dicari dengan menggunakan rumus : $Z_1 \text{ (ohm)} = L \times (R_L + j X_L)$

$$= 1,780 \times (0,210 + j 0,094)$$

$$= 1,780 \times \sqrt{0,210^2 + 0,094^2}$$

$$= 1,780 \times \sqrt{0,052}$$

$$= 0,409 \text{ ohm}$$

$$Z_L = \frac{Z_1 \text{ (ohm)} \times MVA_{\text{Dasar}}}{KV^2}$$

$$Z_L = \frac{0,409 \times 12 \text{ MVA}}{20^2 \text{ KV}^2}$$

$$Z_L = \frac{4,90}{400}$$

$$Z_L = 0,01 \text{ pu}$$

Jadi : $Z_{\text{total}} = Z_P(\text{sumber}) + Z_T(\text{trafo}) + Z_L(\text{saluran SUTM}) + Z_L(\text{saluran SKTM})$

$$Z_{\text{total}} = 0,277 + 0,091 + 0,02 + 0,01$$

$$Z_{\text{total}} = 0,252 \text{ pu}$$

Jadi Besaran Impedansi total pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah 0,252 pu Untuk Menghitung besaran arus hubung singkat fasa perlu diketahui dahulu tegangan (pu) trafo daya sisi sekunder, untuk itu diperlukan rumus:

$$E \text{ (pu)} = \frac{KV \text{ Sebenarnya}}{KV \text{ Dasar}}$$

Dimana :

$$KV \text{ Dasar} = 20 \text{ KV}$$

KV Sebenarnya = 20 KV

$$E (pu) = \frac{20 KV}{20 KV} = 1 pu$$

$Z_1 = Z_2 = Z_0 = Z \text{ total}$

$Z \text{ total} = Z_1$

maka : besaran arus hubung singkat 3 fasa pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah :

$$I_{3\phi} = \frac{E}{Z_1}$$

Dimana :

$Z_1 = \text{Impedansi urutan Positif}$

$$I_{3\phi} = \frac{1}{0,252} = 3,996 pu$$

Untuk besaran arus hubung singkat 2 fasa pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah:

$$I_{2\phi} = \frac{E}{Z_1 + Z_2}$$

Dimana :

$Z_1 = \text{Impedansi urutan Positif}$

$Z_2 = \text{Impedansi urutan negative}$

$$I_{2\phi} = \frac{1}{0,252 + 0,252} = 1,984 pu$$

Untuk besaran arus hubung singkat 1 fasa ke tanah pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah:

$$I_{0\phi} = \frac{E(pu)}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

Dimana :

$Z_1 = \text{Impedansi urutan Positif}$

$Z_2 = \text{Impedansi urutan Negatif}$

$Z_3 = \text{Impedansi urutan nol}$

Jadi : $Z_1 = Z_2 = Z_0 = Z \text{ total}$ maka :

$$I_{0\phi} = \frac{1}{0,252 + 0,252 + 0,252} = 1,322 pu$$

Untuk Menghitung arus hubung singkat dalam amper, maka harus dicari arus dasar (I_b) dengan rumus :

$$I_{dasar} = \frac{P (MVA)}{\sqrt{3} \times V (KV) \times \cos \phi}$$

$$I_{dasar} = \frac{12 (MVA)}{\sqrt{3} \times 20 (KV) \times 0,8}$$

$$I_{dasar} = 433,5 \angle 36,9^\circ A$$

besarnya arus hubung singkat pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah:

$$I_{3\phi} = 3,96 pu \times 433,5 A = 1716,6 A$$

$$I_{2\phi} = 1,984 pu \times 433,5 A = 860,06 A$$

$$I_{0\phi} = 1,322 pu \times 433,5 A = 573,087 A$$

Jadi besaran arus hubung singkat pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah 1716,6 A pada arus hubung singkat 3 fasa, dan 860,06 A besaran arus hubung singkat 2 fasa, dan 573,087 A pada besaran hubung singkat 1 fasa ke tanah.

B. Perhitungan Arus Setting Rele Arus Lebih pada Feeder A08 di jaringan 20 kV

Maka arus setting rele arus lebih pada feeder A08 di jaringan 20 Kv :

$$I_s = \frac{Kfk}{kd} I \text{ dasar}$$

$$I_s = \frac{1,1}{0,9} \times 433,5 \text{ A} = 529,83 \text{ A}$$

$$I_s = 529,83 \text{ A} \times \frac{5}{250}$$

$$= 10,5 \text{ A}$$

Dari hasil besaran arus setting diatas dan data arus nominal rele kita dapat menentukan arus setting pada rele arus lebih tipe ISM dengan $I_n = 10,5/5 \text{ A}$.

$$I_s = \frac{10,5 \text{ A}}{5 \text{ A}} = 2,1 \text{ A}$$

Jadi besaran arus seting pada rele arus lebih di feeder A08 pada jaringan 20 kV adalah 2,1 A untuk tipe rele ISM, sedangkan untuk sepam rele tanpa perlu dikali dengan ratio CT, sehingga settingnya sebesar 433,5 A

C. Perhitungan Setting Waktu Rele Arus Lebih Pada Feeder A08 di Jaringan 20 kV

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Iset primer} &= 1,05 \times I \text{ dasar jaringan } 20 \text{ kV} \\ &= 1,05 \times 433,5 \text{ A} \\ &= 455,175 \text{ A} \end{aligned}$$

Arus gangguan (IF) 3 fasa pada feeder A08 = 1716,6 A

Iset primer = 455,175 A

t (waktu keja rele) = 2 detik

Dari hasil data-data diatas kita dapat menentukan perhitungan setting waktu rele arus lebih. Pada feeder A08 di jaringan 20 kV sebagai berikut :

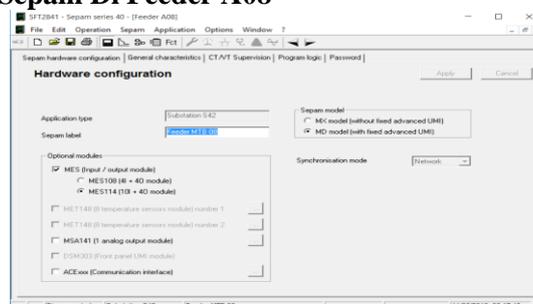
$$Tms = \frac{T \times \left[\frac{I_{fault}}{I_{set}} \right]^{0,02} - 1}{0,14}$$

$$Tms = \frac{2 \times \left[\frac{1716,6}{455,175} \right]^{0,02} - 1}{0,14}$$

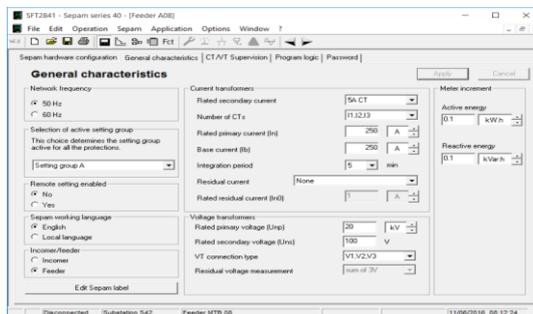
$$Tms = 0,384 \text{ ms}$$

Jadi besaran setting waktu rele arus lebih pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah $Tms = 0,384 \text{ ms}$

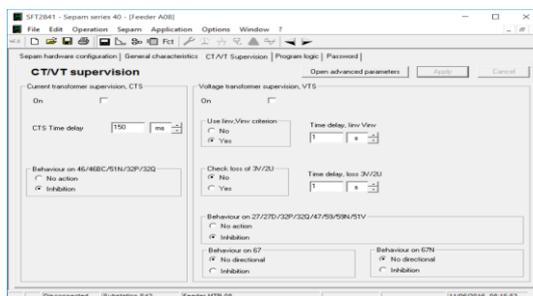
4.2 Data Setting Rele Sepam Di Feeder A08



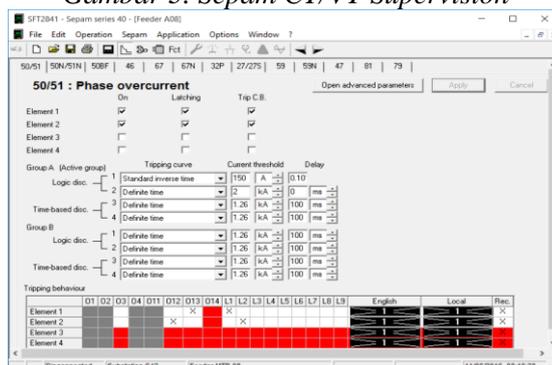
Gambar 1. Sepam Configuration



Gambar 2. Sepam Characteristics



Gambar 3. Sepam CT/VT Supervision



Gambar 4. Sepam setting Overcurrent dan TMS

Maka dapat disajikan data perbandingan sebagai berikut :

Table : Perbandingan Perhitungan dan Realisasi di Lapangan

Characteristics	Data perhitungan	Data setting di Sepam
I_{Base}	433,5 A	250 A
Setting _{Overcurrent}	529,8 A	150 A
Tms	0,384	0,101

Dari data table dapat dianalisa bahwa terdapat perbedaan antara data hasil perhitungan dengan realisasi setting Sepam rele yang ada dilapangan, hal ini mungkin disebabkan dalam penentuan setting rele sepam tidak diperhitungkan parameter-parameter jaringan, impedansi sumber, trafo dll sehingga realisasi setting dilapangan terdapat perbedaan dengan perhitungan.

5. PENUTUP

Berdasarkan dari hasil perhitungan, maka kita dapat mengambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan hasil perhitungan besaran arus hubung singkat pada feeder A08 di jaringan 20 kV adalah 1716,6 A pada arus hubung singkat 3 fasa, dan 860,06 A besaran arus hubung singkat 2 fasa, dan 573,0 87 A pada besaran hubung singkat 1 fasa ke tanah.
2. Berdasarkan hasil perhitungan setting arus pada rele arus lebih tipe Sepam di Feeder A08 pada jaringan 20 kV besaran setting arus untuk Feeder A08 = 529,8 A dengan besaran ratio trafo arus 250/5A dan setting waktu rele arus lebih 0,384 ms hal ini terdapat perbedaan antara data hasil perhitungan dengan realisasi setting Sepam rele yang ada dilapangan, hal ini mungkin disebabkan dalam penentuan setting rele sepam tidak diperhitungkan parameter-parameter dalam menentukan tipe jaringan, impedansi sumber, impedansi trafo dan impedansi saluran sehingga realisasi setting dilapangan terdapat perbedaan dengan perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Data dari PT.Bukit Asam (Persero).Tbk
2. Pandjaitan Bonar, 2012, *Praktik-Praktik Proteksi System Tenaga Listrik*,. Yogyakarta, Andi Offset.
3. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/41134/3/Chapter%20II.pdf>, diakses tanggal 02 juni 2016
4. Kamal Idris, Ir., *Analisa sistem tenaga*, edisi keempat, penerbit erlangga jakarta 1983
5. Hutauruk, T.S., *Analisa sistem tenaga listrik*, departemen elektroteknik ITB, 1979
6. Arismunandar, Artono, Dr, M.A.Sc, "*Teknik Tenaga Listrik*" Jilid II dan III, Penerbit PT. Pradya Paramitra, Jakarta, 1982
7. Marsudi, Djiteng, Ir, : "*Pembangkit Tenaga Listrik*" Penerbit Erlangga, Ciracas, Jakarta
8. Samaulah, Hazirin, Ir, H, M. Eng, Ph.D, "*Dasar-dasar Proteksi Tenaga Listrik*" Penerbit UNSRI, 2000
9. Stevenson, William, D, Jr. "*Analisa Sistem Tenaga Listrik*" Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984
10. Tobing, Bonggas L, "*Peralatan Tegangan Tinggi*" Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003