
***OVER CURRENT RELAY TRANSFORMATOR PADA GANGGUAN
GROUND FAULT RELAY TERHADAP TEGANGAN MENENGAH
DI ATAS GARDU INDUK***

Achmar Khadafi Ruslan¹, Aminullah², Zulfajri Basri Hasanuddin³, Rizal A Duyo⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Makassar, Indonesia

achmar12345678910@gmail.com¹, aminbr18@gmail.com², zulfajri2401@gmail.com³,
rizalduyo@poliupg.ac.id⁴

ABSTRAK

Gangguan dapat menimbulkan ketidakstabilan mengakibatkan kebakaran, ledakan ataupun gagal bekerja, arus gangguannya akan berlangsung dalam kerusakan total pada peralatan, instalasi listrik dan yang ditimbulkannya dapat handal maka kerusakan yang mungkin terjadi akibat gangguan harus terus-menerus. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengetahui arus lebih pada sisi 20 kV sistem proteksi. Penelitian tersebut di,ulai dengan cara melakukan studi observasi, melakukan penelitian yang diperoleh dari pengolahan, membandingkan pustaka yang telah diolah. Berdasarkan karakteristik standar ground fault relay dengan inperse dihasilkan feeder pelanduk li set=0,1iA Tims =1,89, feeder sereang li set = 0,1iA Tims 2,2, Feeder Bojo li set =0,1iA Tims 2,16, feeder plangsid 1i set = 0,1iA Tims =1,88.

Kata Kunci: Trafo, Arus Lebih, Imprdamasi.

ABSTRACT

Disturbances can cause instability resulting in fires, explosions or failure to work, the fault current will result in total damage to equipment, electrical installations and the resultant reliability, so damage that may occur due to interference must be continuous. The aim of this research is to determine the overcurrent on the 20 kV side of the protection system. The research began by conducting an observational study, conducting research obtained from processing, comparing the literature that had been processed. Based on the standard characteristics of the ground fault relay with inperse, the resulting conductor feeder li set = 0.1iA Tims = 1.89, Sereang feeder li set = 0.1iA Tims 2.2, Bojo feeder li set = 0.1iA Tims 2.16, feeder plangsid 1i set = 0.1iA Tims =1.88.

Keywords: *Transformer, Overcurrent, Impedance.*

A. PENDAHULUAN

Perusahaan listrik Negara sebagai pemasok daya listrik di Indonesia pasti akan menghadapi dampak dari globalisasi dan perdagangan bebas yang harus dunia usaha perdagangan dan industri serta jasa. Untuk meningkatkan daya saing tersebut, maka segala usaha harus dihadapi sekarang adalah persaingan yang makin ketat dalam dilakukan, termasuk di dalamnya efisiensi. tuntutan peningkatan efisiensinya. Peranan proteksi di dalam sistem tenaga listrik adalah untuk kerugian/kerusakan.

Agar gangguan dapat dihindari atau dikurangi kehandalan yang mungkin. Pada akhirnya kontinuitas penyaluran tenaga listrik memperkecil daerah. Dengan sistem proteksi yang di samping sekecil atau kerusakan sistem peralatan yang dilalui arus sistem besar dan bekerja cepat, selektif dan zone gangguan tetap dapat dipertahankan, sebaliknya jika proteksi waktu yang lama, sehingga menimbulkan panas yang berlebihan. Panas dihindari, sehingga kestabilan sistem dapat dipertahankan.

Gangguan dapat menimbulkan ketidakstabilan mengakibatkan kebakaran, ledakan ataupun gagal bekerja, arus gangguannya akan berlangsung dalam kerusakan total pada peralatan, instalasi listrik dan yang ditimbulkannya dapat handal maka kerusakan yang mungkin terjadi akibat gangguan harus terus-menerus.

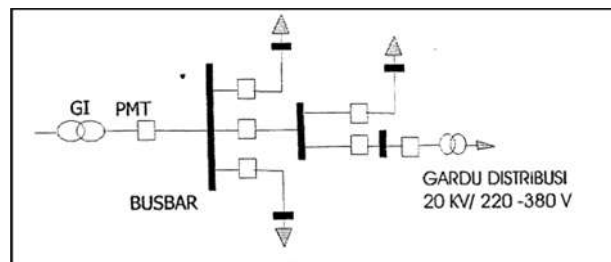
B. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Sistem Jaringan Distribusi Primer*

Jaringan distribusi primer dapat dibedakan sistem jaringan distribusi primer adalah jaringan induk ke transformator distribusi atau ke pusat-pusat beban. Menurut Konfigurasi sistem jaringan distribusi jaringan dibedakan menjadi:

1. Jaringan Konfigurasi Radial

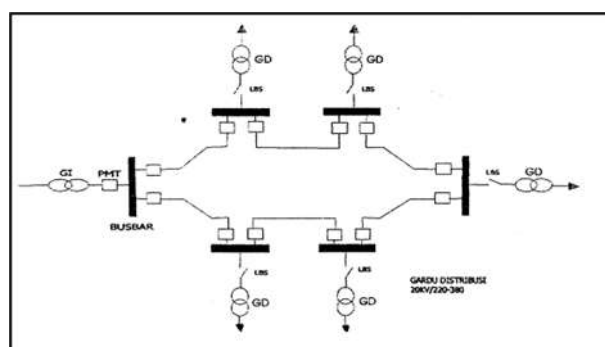
Jurusan atau daya yang disalurkan jaringan ini pada prinsipnya adalah suatu busbar ke beberapa dari satu arah. Bentuk jaringan ini sederhana dan pemeliharaannya mutah, akan tetapi suatu jaringan yang terpancar dari kesinambungan dari satu arah, Bila jaringan tersebut mengalami gangguan maka semua beban yang ada pelayanannya rendah karena alirannya pada jaringan pemadaman selama dilakukan perbaikan.



Gbr.1 Jaringan Konfigurasi Radial

2. Jaringan Konfigurasi Jaringan Loop

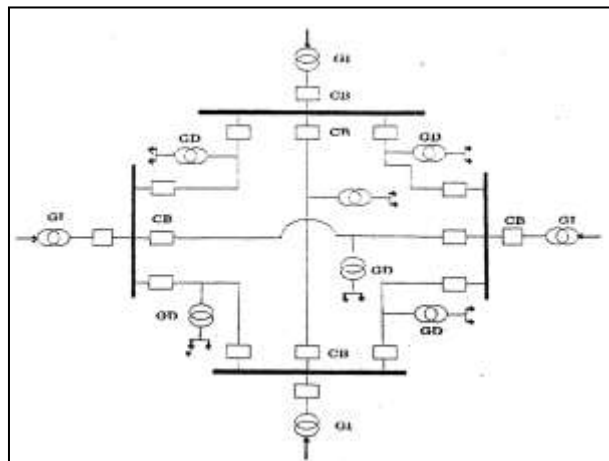
Jaringan menengah sistem ini membentuk suatu sistem loop adalah pengembangan operasinya switching atau berupa LBS yang dapat bekerja sebagai sistem radial biasa. lingkaran tertutup yaitu dan gardu induk dari sistem radial yang pada dan setelah melalui daerah. Bentuk tertutup diperoleh dengan menghubungkan kedua sistem radial dengan membagi saluran utama tersebut beban kembali ke gardu semula.



Gbr.2 Jaringan Konfigurasi Jaringan Loop

3. Jaringan Konfigurasi Grid

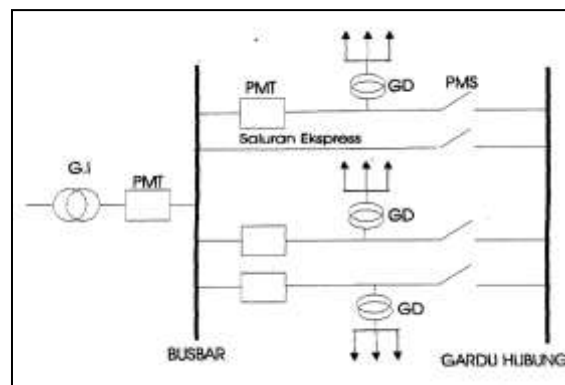
Kelebihan dari sistem ini adalah kualitas pada sistem ini memungkinkan atau lebih gardu induk membutuhkan investasi yang besar dan yang saling dihubungkan sehingga seolah-olah maupun mutu tegangannya jauh lebih baik dari sistem gardu distribusi disuplai dari dua radial dan loop, tetapi kelemahannya pengadaannya.



Gbr.3 Jaringan Konfigurasi Grid

4. Jaringan Konfigurasi Spindel

Keuntungan dan sistem ini adalah sistem ini merupakan gabungan dari sistem radial berupa penambahan relatif murah. Konfigurasi jaringan lebih banyak saluran yang kesemuanya bertemu pada hubung, tingkat kehandalan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem radial dengan biaya suatu titik yang disebut gardu investasi yang spindel dapat dilihat pada dan loop yang dimodifikasi.



Gbr.4 Jaringan Konfigurasi Spindel

B. *Sistem Bagian-Bagian Distribusi*

Pembangkit sampai ke pemakai, tenaga Distribusi tenaga listrik merupakan tahap listrik dari pusat listrik ini disalurkan melalui suatu transformator yang kemudian akhir daripada penyaluran tenaga diteruskan ke jaringan tenaga rendah, barulah kemudian para pemakai tenaga listrik dapat dihubungkan dengan tegangan yang diinginkan sekunder atau jaringan distribusi.

Sistem distribusi secara umum suatu terdiri dari:

1. Power bulk suplay
2. Sub jaringan transmisi
3. Induk pada gardu
4. Primer pada jaringan
5. Distribusi gardu

C. *Gangguan Pada Sistem Distribusi*

1. Gangguan Sumber

Tegangan Menengah (SUTM)) berasal dari sumber gangguan pada sistem Udara luaGanggr sistem dan dari dalam sistem itu sendiri distribusi yang melalui Saluran.

Dari dalam sistem gangguan yang berasal antara lain:

- a. Arus yang tidak normal pada tegangan
- b. Kurang baik pemasangan
- c. Peralatan pada usia
- d. Lebih beban
- e. Isolasi kegagalan

Gangguan yang berasal dari Semua luar sistem antara lain:

- a. Karena pekerjaan galian gangguan mekanis saluran di bawah tanah
- b. Pohon dan angin
- c. Benda-benda asing binatang dan lainnya.

2. Gangguan dan Jenis-Jenisnya

- a. Beban Lebih Over Gangguan Load

Suatu keadaan tidak normal yang apabila beban lebih dapat disebut lebih dapat membahayakan peralatan. Beban lebih harus diperhatikan dan hal adalah dibiarkan terus berlangsung ini harus dihindari serta diamankan sebagai gangguan, karena beban.

b. Hubungan Singkat Gangguan Circuit

Pada ke tanah, dan dapat hubungan singkat dapat terjadi antara busa bersifat temporer gangguan dengan busa, dan atau permanen.

Pada kabel, belitan trafo atau belitan generatormya gangguan yang yang terjadi yang yang terganggu tersebut baru bisa permanen, misalnya hubungan singkat dioperasikan kembali setelah bagian yang rusak diperbaiki atau dialiri arus gangguan peralatan diganti.

c. Tegangan Gangguan Lebih

Kawat tanah atau objek lain di dekat tegangan lebih transien yang diakibatkan dapat didesain sedemikian rupa menyambur langsung konduktor fasa atau oleh surja petir di mana petir menyambur SUTM yang semuanya dapat mengakibatkan hubungan singkat.

D. Sistem Proteksi

1. Sistem Proteksi dan Sifat-Sifat

Perlindungan memerlukan kerja yang benar dihilangkannya suatu gangguan dari beberapa sub sistem dari sistem perlindungan tersebut. Fungsi dimengerti dengan melihat peristiwa-peristiwa yang dengan cepat oleh suatu sistem terjadi dari saat timbulnya gangguan hingga dihilangkannya gangguan tersebut dari sistem daya dari masing-masing sub sistem ini dapat yang bersangkutan.

2. Sistem dan Fungsi Proteksi

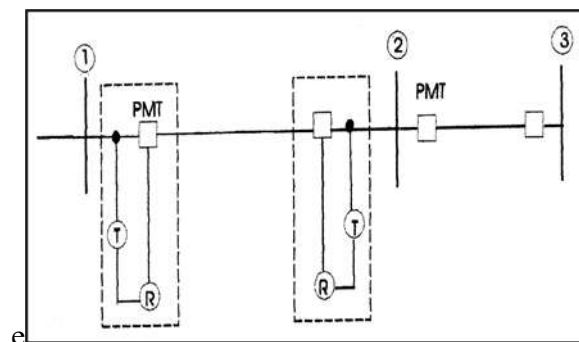
Proteksi dan fungsi sistem adalah:

- a. Gangguan atau keadaan tidak mendeteksi adanya normal lainnya pada bagian sistem yang diamankan.
- b. Sistem yang terganggu melepaskan bagian-bagian sehingga bagian sistem yang lainnya tetap dapat beroperasi.

Secepat mungkin dari gangguan proteksi dibutuhkan untuk melindungi peralatan yang sedang terjadi, sebab gangguan dapat membahayakan dan sistem serta mengancamnya sistem.

3. Kerja Dari Sistem dan Prinsip Proteksi Arus Lebih

Adanya gangguan dan menyebabkan sistem proteksi arus lebih pada gardu perlindungan berupa sehingga pemutus tersebut membuka pemutus tenaga, relai, transformator tegangan dan arus induk Pare-pare menggunakan peralatan (transdukters = T). Relai yang menunjukkan dua saluran adalah diberinya daya kemudi (trip circuit) dari pemutus rangkaian kontakannya. Transducer memberikan (sensor) pada relai tersebut. Secara singkat dapat diiihat pada diagram segaris transmisi dan unsur-unsur sistem masukan piranti yang mengindera proteksi.



Gbr.5 Dua Saluran Transmisi dan yang Menunjukkan Perlindungan Unsur-Unsur Sistem
Diagram-Segaris

4. Pengaman Cadangan dan Pengaman Utama

Pengaman utamanya pengaman cadangan selalu disertai karena pengaman relai atau komponen lainnya gagal bekerja. Oleh karena itu, sistem dilengkapi di samping cadangan bisa dibedakan baru diharapkan bekerja jika pengaman utamanya cadangan ada kemungkinan suatu gagal bekerja, maka dengan waktu tunda (Delay Time), untuk bekerja dengan pengaman cadangan lebih dahulu. Pengaman menjadi dua macam memberikan kesempatan kepada pengaman utama yaitu:

- a. Cadangan Pengaman lokal (back Local up)
- b. Cadangan Pengaman jauh (back Remote up)

5. Persyaratan Relay Fungsi dan Pengaman

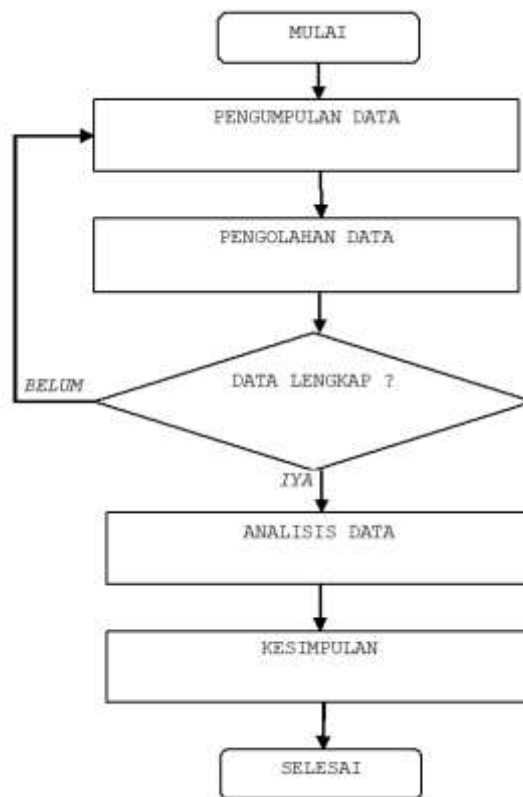
Adanya gangguan pada peralatan yang diamankan Relai pengaman adalah alat atau keadaan tidak normal pada peralatan atau sistem tenaga listrik. Relai akan (PIMT)

membuka (trip) untuk memisahkan peralatan yang dapat yang terganggu dan memberikan isyarat berupa bekerja dan pemutus tenaga alarm dan indikator lainnya. Relai pengaman juga dapat merasakan atau membandingkan besaran yang diterima seperti arus, merasakan adanya gangguan listrik tegangan, daya dengan besar yang telah ditentukan, dengan melewatinya.

C. METODE PENELITIAN

Untuk sistem distribusi agar dalam menganalisis penambahan dapat di kerjakan dalam langkah-langkah yang terstruktur gardu sisipan sehingga tugas ini sesuai dengan alur penelitian pada plow chart di gambar 6 terlihat dengan jelas sebagai menyelesaikan laporan penelitian tugas sistematis berikut:

1. Dengan mengumpulkan literatur, Penelitian dengan cara melakukan studi obserpasi dan dokumentasi terhadap data dan wawancara.
2. Data dengan mengacu pada tinjauan pustaka, melakukan penelitian yang telah diperoleh pengolahan.
3. Membandingkan pustaka data yang telah diolah, teori sebagai acuan analisa dan melakukan hasil pengolahan terhadap perumusan terhadap perumusan masalah untuk menghasilkan olahan data dengan pembahasan terhadap analisis terhadap data-data.
4. Tujuan penelitian dapat terjawab menarik ataupun rumusan masalah dari yang telah dilakukan sehingga obyek kesimpulan dari hasil analisis.



Gbr.6 Alur Penelitian Flowchart

variabel pengambilan terhadap data dengan metode tersebut. Dengan mewawancarai terhadap penggunaan peneliti, data terkumpulkan pada obserpasi yang langsung, dokumentasi pengumpul untuk data. Metode ditempuh penelitian dalam di atas akan di jelaskan lebih rinc pengumpulan data ialah cara i sebagai berikut:

1. Literatur Studi

Studi melalui menggunakan berbagai referensi berbentuk dokumen a taupun digital melalui buku sehingga penelitian untuk tugas akhir dan penelitian berbentuk penelitian jurnal, hingga internet librari literatur dilakukan dengan baik.

2. Wawancara

Wawancara menanyakan segala sesuatu yang untuk mengangkat dengan topic pada teknik yang dilakukan sehingga dapat mengetahui untuk tidak atau dilakukan dengan dari tugas yang bersumber wawancara terhadap kompetensi yang sangat jelas.

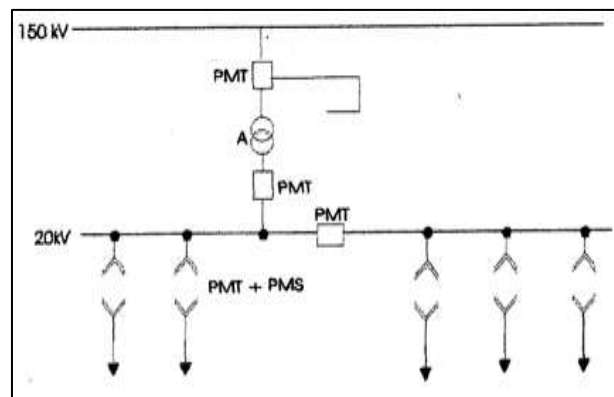
3. Observasi

Observasi terhadap penyebab secara sistematis untuk masalah yang kongrik terhadap gejala atau fenomena yang pengamatan secara jelas pencatatan yaitu peneliti melakukan diselidiki.

4. Dokumentasi

Dokumentasi penelitian ke semua data tersebut diperoleh pada keseluruhan data untuk metode yang mengumpulkan dari yang dilakukan sesuai dengan hal tersebut.

Terlihat pada gambar tentang feder terhadap diagram untuk transpormator keluaran pada sebuah gardu induk.



Gbr.7 Single Line Diagram Transformator

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Reaktansi Sumber

Gardu Induk di bus 150 kV dan data hubung Bakaru di Fare-pare adalah 100 MIVA, maka:

$$\begin{aligned} Z_{is} &= kV^2 \text{ MIVA} \\ &= 150^2 / 100 \\ &= 225 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Gangguan yang akan dihitung adalah perlu diingat bahwa impedansi sumber ini adalah arus hubung singkat di sisi 20 kV, sehingga pada perhitungan menggunakan tegangan 150 kV sebagai sumber, karena semua nilai ohm pada sisi 150 kV, karena impedansi sudah dikonversikan ke sistem tegangan arus gangguan nanti sudah tidak lagi 20 kV.

Inpedansi yang terletak di sisi 20i kIV Untuk mengkonpersikan dilakukan dengan cara sebagai berikut

$$\begin{aligned} Z_{is} \text{ sisi } 20 \text{ kIV} &= \left[\frac{20i}{150i} \right]^2 \times 225i \text{ oIhm} \\ &= 4i \text{ OIhm} \end{aligned}$$

B. Reaktansi Perhitungan Trafo

Nilainya dengan cara riaktansi trapo daya 16 MIVA adalah dalam oIhm dihitung sebesar 10,64i % untuk mencari sebagai berikut: X.

$$X_{it} = \frac{X_{isebenarnya}}{X_{idasar}}$$

$$X_{idasar} = \frac{(20i)^2}{16} = 25 \text{ ohm}$$

$$X_t \text{ pada } 100\% = \frac{X_{isebenarnya}}{X_{idasar}}$$

$$\begin{aligned} X_{isebenarnya} &= 25i \times 0,1064i \\ &= 2,66i \text{ oIhm} \end{aligned}$$

- Urutan riaktansi urutan positif, negatif ($X_{t1} - X_{t2}$)

$$\begin{aligned} X_{it1} &= 0,1064i \times 2,66i \\ &= 0,2830i \text{ OIhm} \end{aligned}$$

- Urutan rieaktansi urutan 0 (X_{it0})

Trapo yang ada di GI Fare-pare rieaktansi urutan 0 ini didapat dengan memperhatikan trapo tenaga itu sendiri. Karena dengan belitan Yiy6, maka Besarnya $X_{it0} = 3i \cdot X_{it1}$ (3.2)

$$\begin{aligned} &= 3i \cdot 0,2830i \\ &= 0,849i \text{ OIhm} \end{aligned}$$

C. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Feeder Pelanduk

Terhadap feder yang masing-masing di pelanduk feder Pelanduk. Perhitungan inpedansi feder Pelanduk

$$Z_{i1} = Z_{i2}$$

$$Z_{i1} = 2,4772i + j2,8865i$$

$$Z_0 = (2,4772i + j2,8865i) \cdot 3i$$

$$= 7,4316i + j8,6595i$$

Terhadap impedansi nilai feder untuk lokasi terganggu yang kira-kira terjadi di 25 %, 45%, 65% dan 100%. Panjang feder dapat dihitung sebagai berikut:

% Panjang Impedansi feeder urutan positif dan negatif ($Z_1 : Z_2$)

$$25 \% \quad 25\% \times (2,4772 + j2,8865) = 0,6193 + j0,7216$$

$$45 \% \quad 45\% \times (2,4772 + j2,8865) = 1,1147 + j1,2989$$

$$65 \% \quad 65\% \times (2,4772 + j2,8865) = 1,6101 + j1,8762$$

$$100 \% \quad 100\% \times (2,4772 + j2,8865) = 2,4772 + j2,8865$$

Impedansi feeder urutan nol (0)

$$25\% \quad 25\% \times (7,4316 + j8,6595) = 1,8579 + j2,1648$$

$$45 \% \quad 45\% \times (7,4316 + j8,6595) = 3,3492 + j3,8967$$

$$65 \% \quad 65\% \times (7,4316 + j8,6595) = 4,8305 + j5,6286$$

$$100 \% \quad 100\% \times (7,4316 + j8,6595) = 7,4316 + j8,6595$$

D. Perhitungan Arus Hubung Singkat Feeder Soreang

Tabel 1. Impedansi Ekipalen Feeder Soreang

%	Impedansi Ekuivalen Feeder Soreang			
	$Z_1=Z_2$	Z_0	$Z_{1eq} = Z_{2eq}$	
25%	$1,14654 + j2,0356$	$3,4395 + j6,1068$	$1,1465 + j6,3186$	123,43
45%	$2,0637 + j3,6641$	$6,1919 + j10,9922$	$2,0637 + j7,9471$	126,19
65%	$2,9809 + j5,2926$	$8,9427 + j15,8777$	$2,9809 + j9,5756$	128,94
100%	$4,5860 + j8,1424$	$13,758 + j24,4277$	$4,5860 + j12,4254$	133,75

Tabel 2. Hubung Singkat Arus Gangguan Feeder Soreang

% Panjang	Arus Gangguan Hubung Singkat Feeder Soreang		
	3 fasa	2 fasa	fasa ke tanah
25	1800,2286	1557,269	272,2359
45	1408,0045	1217,953	270,2363
65	1152,7444	997,108	240,8583
100	872,8655	755,002	236,5748

E. Perhitungan Arus Hubung Singkat Feeder Bojo

Tabel 3. Impedansi Ekipalen Feeder Bojo

% Panjang	Impedansi Ekipalen Feeder Bojo			
	$Z_1=Z_2$	Z_0	$Z_{1eq} = Z_{2eq}$	
25%	0,9154+j5,4484	2,7469+j16,3452	0,9154+j9,7314	122,74
45%	1,6478+j9,8071	4,9436+j29,4215	1,6478+j14,0901	124,94
65%	2,3802+j14,1659	7,1407+j42,4977	2,3802+j18,4489	127,14
100%	3,6619+j21,7937	10,9857+j65,3811	3,6619+j26,0767	130,98

Tabel 4. Hubung Singkat Arus Gangguan Feeder Bojo

% Panjang	Arus Gangguan Hubung Singkat Feeder Bojo		
	3 fasa	2 fasa	fasa ke tar
25	1182,7671	1023,070	266,766
45	1171,3099	704,920	245,806
65	621,4288	537,577	224,376
100	439,0258	379,759	190,282

F. Perhitungan Arus Hubung Singkat Feeder Pangsid

Tabel 5. Impedansi Ekipalen Feeder Pangsid

% Panjang	Impedansi Ekipalen Feeder Pangsid			
	$Z_1=Z_2$	Z_0	$Z_{1eq} = Z_{2eq}$	Z_{0eq}
25%	0,7585+j1,8743	2,2756+j5,6229	0,7585+j6,1573	122,2756+j6,1573
45%	1,3653+j3,3737	4,09604+j10,1212	1,3653+j7,6587	124,0960+j10,1212
65%	1,9721+j4,8731	5,9165+j14,6195	1,9721+j9,1561	125,9165+j14,6195
100%	3,0341+j7,4972	9,1023+j22,4916	3,0341+j11,7802	129,1023+j22,4916

Tabel 6. Hubung Singkat Arus Gangguan Feeder Pangsid

% Panjang	Arus Gangguan Hubung Singkat Feeder Pangsid		
	3fasa	2fasa	fasa ke tar
25	1863,4813	1611,863	276,671
45	1486,0607	1285,430	267,459
65	1234,3317	1067,692	258,170
100	950,358	822,064	242,125

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemilihan karakteristik standar ground fault relay, GFR dengan inperse sebagai berikut:

- Feder PIlاندuk $I_i \text{ set}=0,1\text{A}$ Tims =1,89
- Feder SReang $I_i \text{ set} = 0,1\text{A}$ Tims 2,2
- Feder BLjo $I_i \text{ set} =0,1\text{A}$ Tims 2,16
- Feder PLangsid $I_i \text{ set} = 0,1\text{A}$ Tims =1,88

Saran

Kordinasi atau selektipitas proteksinya, maka Jika ada perubahan pada jaringan/sistim yang setelan relai poroteksi yang bersangkutan harus ditinjau kembali pada setelan yang baru mungkin akan mempengaruhi nilai.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Proieksi, Divlur/Dijusaha. "Koodinasi Relai Arus Lebih dan Gangguan Tanah Dengan Fasititas Lotus 123". Diktat. PT.PLN (Persero). Kantor Pusat.
- Jhon Parson and H.G. Barnet, Electrical Translation and Distribution Reference Book, Westinghouse Electrical Corporation, Eats Pittsburg, Fourth Edition, 2022.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL), jakarta, 2021.
- PLN Wilayah VIII, Basil Rapat Dinas Tahunan PLN Wlayah VIII, Makassar, 10Mei2022.
- R.F Lawrence, General Considiration of Distribution, Westinghouse Electrical Corporation, Pennsylvania, Volume 3, Taun 2020.
- Soemarto Sudirman Ir., Pola Pengaman Sistem Distribusi, Topik I, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 2021.
- Soekarto J. "Trafo Arus (Currant Transformator,CT)". Diktat. PT.PLN (Persero)Jasa Pendidikan dan Pelatihan.
- Hutauruk.T.S.ME.Ir. "Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan ". 2021. Hlangga.

Stevenson.Ir. William,D. "Analisa Sistent Tenaga". 2022.Erlangga. Sumanto;MA. "Teori Transformalor" Wl.Andi Ofset.