Analisis *Setting Ground Fault Relay* (GFR) Terhadap Sistem Pentanahan Netral *Transformator* Menggunakan Metode *Neutral Grounding Resistor* (NGR) pada Penyulang PLN Rayon Kuala Pembuang Kalimantan Tengah

Mochamad Dwi Kuncahyo
NIM. 1312050
mdwikuncahyo@gmail.com

Yusuf Ismail Nakhoda
Dosen Pembimbing 1

Ni Putu Agustini Dosen
Pembimbing 2

***Abstrak*—Terdapat banyak sekali gangguan pada jaringan distribusi seperti hubung singkat 3 fasa ke tanah, satu fasa ke tanah, hubung singkat dua fasa dan hubung singkat dua fasa ke tanah. Salah satunya yang sering terjadi pada sistem 20 kV Rayon Kuala Pembuang yaitu hubung singkat 1 fasa ke tanah. Sistem pengamanan yang digunakan untuk mengisolasi gangguan yaitu penggunaan rele *Ground Fault Relay* (GFR) dimana GFR tidak dapat bekerja jika tidak ada sistem pentanahan netralnya. Penggunaan pentanahan netral solid dan *Neutral Grounding Ressistor* (NGR) digunakan dalam penelitian ini guna mengetahui setting rele yang tepat ketika terjadi gangguan 1 fasa ke tanah serta melakukan perbandingan antara sistem pentanahan netral yang digunakan dalam setting rele GFR. Hasil analisa hubung singkat dengan pentanahan solid diketahui arus gangguan maksimum sebesar 0,694 kA, sedangkan dengan pentanahan NGR diketahui arus gangguan maksimum sebesar 0,510 kA. Setting waktu kerja rele yang didapat dari sistem pentanahan solid yaitu 0,4 s pada KLP 1 dan 0,29 s pada KLP 2. Setting waktu kerja rele yang didapat dari sistem pentanahan NGR yaitu 0,29 s pada KLP 1 dan 0,302 s pada KLP 2. Dalam hal ini penggunaan NGR lebih efektif sebagai pentanahan netral karena bisa mereduksi besar arus hubung singkat yang terjadi sehingga tidak membahayakan peralatan dan manusia di sekitar.**

***Kata kunci*—*Ground Fault Relay* (GFR), *Solid, Neutral Grounding Resistor* (NGR).**

I. PENDAHULUAN

Terdapat banyak sekali gangguan pada jaringan distribusi seperti hubung singkat 3 fasa ke tanah, satu fasa ke tanah, hubung singkat dua fasa dan hubung singkat dua fasa ke tanah. Salah satunya yang sering terjadi pada sistem 20 kV Rayon Kuala Pembuang yaitu hubung singkat 1 fasa ke tanah**.** Dalam gangguan ini *Ground Fault Relay* (GFR) mempunyai peran penting dalam melokalisir gangguan yang terjadi. Rele gangguan tanah adalah suatu rele yang bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai setting pengaman tertentu dan dalam jangka waktu tertentu bekerja apabila terjadi gangguan hubung singkat fasa ke tanah. [1] GFR sendiri tidak dapat berfungsi secara optimal jika tidak ada sistem pentanahan netralnya. Dengan penambahan pentanahan netral *solid (*yang terpasang oleh PLN) dam (*Neutral Grounding Resistor*) NGR pada *transformator* yang berfungsi untuk meredam gangggguan serta menganalisa dan membatasi arus gangguan yang masuk ke *transformator* agar tidak terlalu besar sehingga tidak mengganggu fasa yang lain sehingga GFR dapat berfungsi sesuai settingannya.

Penelitian ini membahas tentang setting GFR yang tepat ketika terjadi gangguan satu fasa ke tanah serta mengetahui pengaruh penggunaan NGR pada netral transformator dan juga pentanahan yang sudah existing (Solid) untuk membatasi arus gangguan yang terjadi.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*

Yang dimaksud dengan proteksi terhadap tenaga Iistrik ialah sistem pengamanan yang diIakukan ternadap peralatan-peralatan listrik, yang terpasang pada sistem tenaga Iistrik tersebut. Misalnya *generator*, *transformator*, Jaringan transmisi / distribusi dan lain-lain ternadap kondisi operasi abnormal dari sistem itu sendiri. Yang dimaksud dengan kondisi abnormal tersebut antara lain dapat berupa hubung singkat, tegangan lebih/kurang, beban Iebih, frekuensi sistem turun/naik. [2]

B. *Fungsi Sistem Proteksi*

Adapun tujuan dari sistem proteksi antara lain : [12]

- 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.

C. *Rele Proteksi*

Rele adalah suatu alat yang apabila diberi energi oleh besaran-besaran sstem yang tepat dapat memberi indikasi suatu kondisi abnormal. Klasifikasi rele berdasarkan fungsinya yaitu: [4]

1. *Overcurrent Relay*
   Rele ini berfungsi mendeteksi kelebihan arus yang mengalir pada zona proteksinya.
2. *Differential Relay*
   Rele ini berkeja dengan membandingkan arus sekunder transormator arus (CT) yang terpasang pada terminal-

terminal peralatan listrik dan rele ini aktif jika terdapat perbedaan pada arus sirkulasi.

3. *Directional Relay*
   Rele ini berfungsi mengidentifikasi perbedaan fasa arus yang satu dengan yang lain atau perbedaan fasa antar tegangan.Rele ini dapat membedakan apakah gangguan yang terjadi beradadi belakang (*reverse fault*) atau didepan (*forward fault*).
4. *Distance Relay*
   Rele ini berfungsi membaca impedansi yang dilakukan dengan cara mengukur arus dan tegangan pada suatu zona apakah sesuai atau tidak dengan batas *setting*-nya.
5. *Ground Fault Relay*
   Rele ini bekerja untuk mendeteksi gangguan ke tanah atau lebih tepatnya dengan mengukur besarnya arus residu yang mengalir ke tanah.

D. Metode Pentanahan Netral

Sistem pentanahan netral menggunakan beberapa metode *grounding* pada satu atau beberapa titik. Metode ini dapat dibagi menjadi dua kategori umum: *solid grounding* dan *impedance grounding*. *Impedance grounding* dapat dibagi lagi menjadi beberapa subkategori: *reactance grounding, resistance grounding*, dan *ground fault neutralizer grounding.* [5]

1. Solid Grounding

Solid grounding mengacu pada hubungan konduktor sistem, biasanya netral generator, transformator daya, atau grounding trafo langsung ke tanah, tanpa impedansi intervensi yang disengaja. Namun, kedua impedansi sumber dan impedansi tidak disengaja dalam koneksi ke ground harus dipertimbangkan ketika mengevaluasi *grounding* tersebut. [3]

2. Reactance Grounding

Istilah *Reactance Grounding* menjelaskan kasus di mana reaktor terhubung antara sistem netral dan tanah. *Reactance Grounding* biasanya diaplikasikan untuk membatasi besarnya *ground-fault* yang relatif dekat dengan besarnya *threephase fault.* Penggunaan *neutral grounding reactors* untuk memberikan batasan gangguan ini akan sering ditemukan karena penggunaannya yang lebih murah daripada menggunakan *resistor grounding* jika besarnya arus yang diinginkan sampai beberapa ribu ampere. . [3]

3 *Resistance Grounding*

Dalam sistem *Resistance grounding*, netral dari transformator atau generator terhubung ke tanah melalui resistor. Seperti yang biasa dipasang, resistansi memiliki besaran ohmic yang jauh lebih tinggi daripada sistem reaktansi di resistor. Akibatnya, arus *line-to ground fault* akan dibatasi oleh resistor itu sendiri. . [3]

Dalam hal ini NGR termasuk dari jenis pentanahan *Resistance* karena menggunakan *resistor* guna mereduksi arus gangguan yang terjadi.

Alasan untuk membatasi arus dengan *resistance grounding* adalah sebagai berikut. [3]

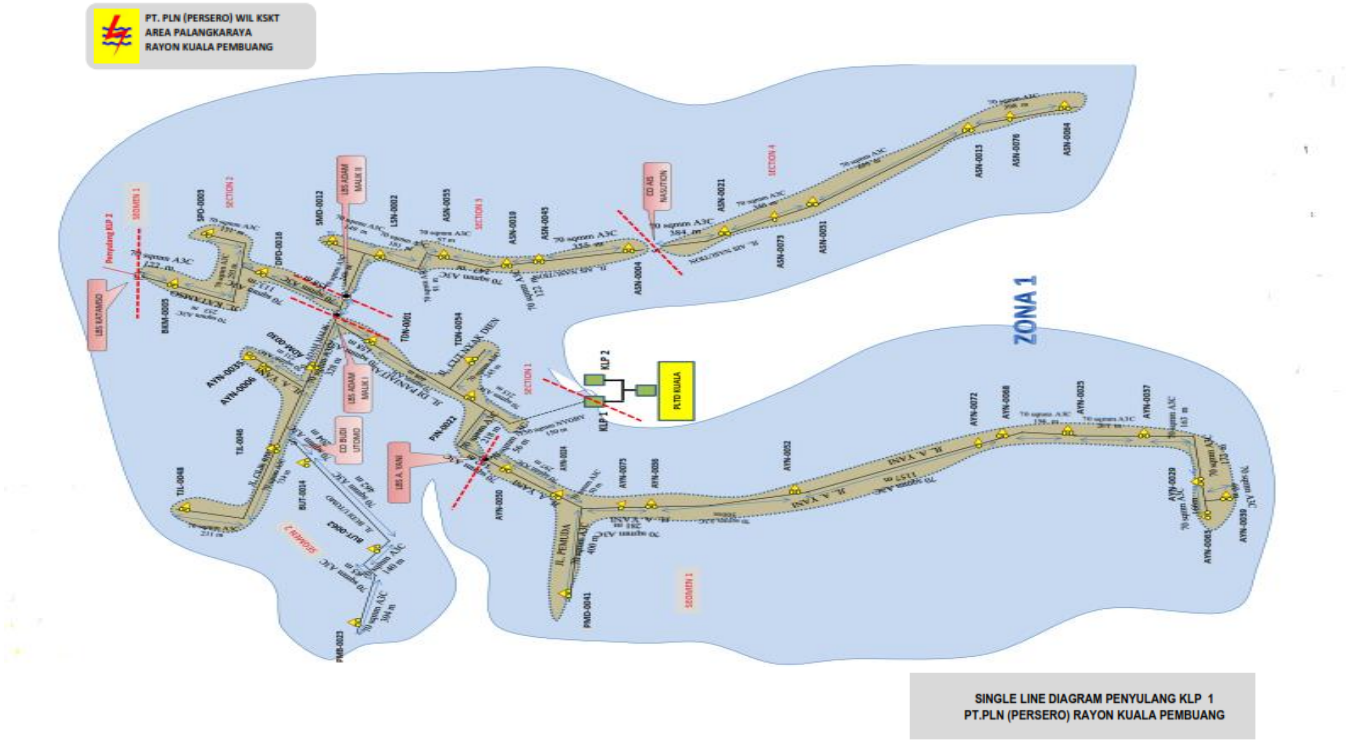
- Untuk mengurangi kebakaran serta melelelehnya peralatan listrik saat gangguan seperti *switchgear, transformer*, kabel, dan *rotating machine.*
- Untuk mengurangi tekanan mekanis di sirkuit dan peralatan yang mencatat arus gangguan.
- Untuk mengurangi bahaya *electric-shock* untuk personil yang disebabkan oleh arus liar *ground-fault* di jslur *ground-return.*
- Untuk mengurangi bahaya ledakan arc atau flash untuk personil yang mungkin telah sengaja menyebabkan gangguan atau kebetulan berada di dekat dengan gangguan.

III. METODOLOGI

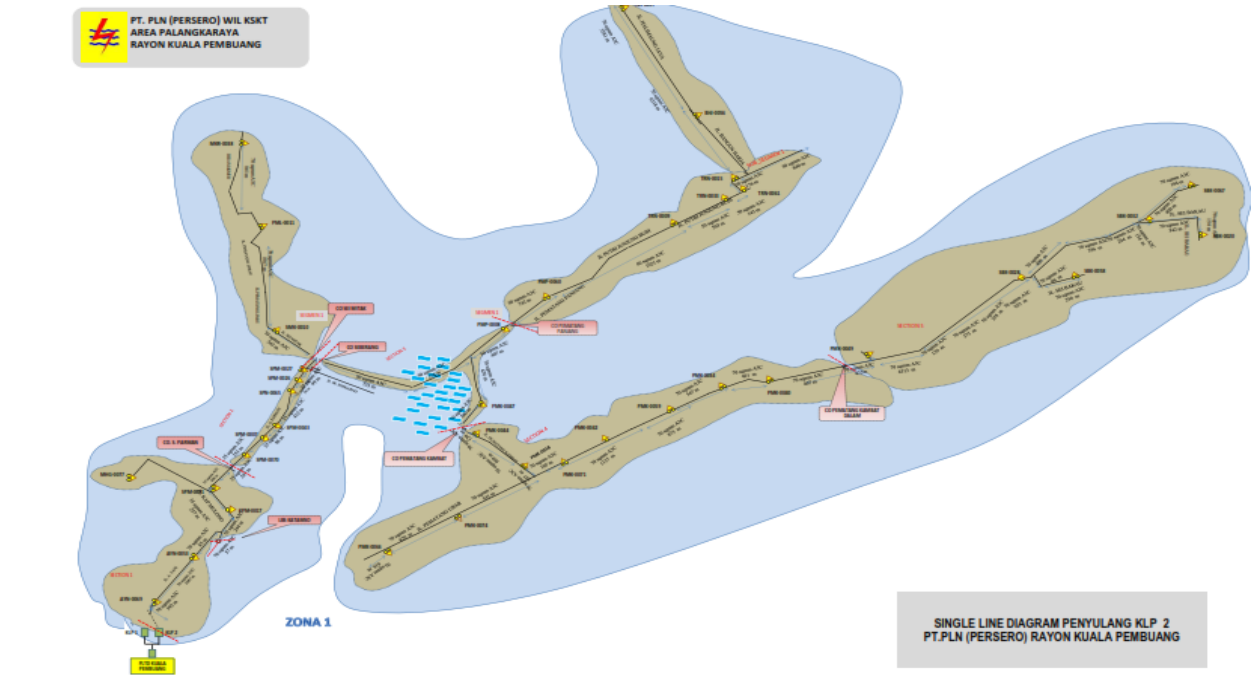
Pengujian dan penelitian ini dimulai dengan survei data di PT. PLN (Persero) Area Palangka Raya dan PT. PLN Rayon Kuala Pembuang. Simulasi *Short Circuit* dan *Star-Protective Device Coordination* pada sistem kelistrikan wilayah Kuala Pembuang tersebut menggunakan software ETAP Power Station. Untuk survei data, PT. PLN Rayon Kuala Pembuang mengarahkan pengambilan data yang dibutuhkan seperti data-data teknis seperti data Pembangkit, *Single Line Dagram, Transformator,* Beban, dan Rele Proteksi.

PLN Rayon Kuala Pembuang merupakan sistem *isolated* dimana memiliki 6 buah pembangkit dengan kapasitas masing-masing 600 kW, kemudaian disokong oleh 3 buah *transformator step-up* 400V/20kV dengan kapasitas masing-masing 2000 kVA. Sistem Kuala Pembuang memiliki dua penyulang aktif yang siap menyalurkan suplai listrik ke pelanggan yaitu KLP 1 dan KLP 2, dimana penyulang-penyulang tersebut melayani beban rumahan saja. Di penyulang-penyulang tersebut juga banyak terdapat *transformator step-down* sebagai trafo distribusi 20 kV/400 V dengan kapasitas yang beragam mulai dari 25 kVA sampai 200 kVA guna melayani beban rumahan pelanggan di Kuala Pembuang.

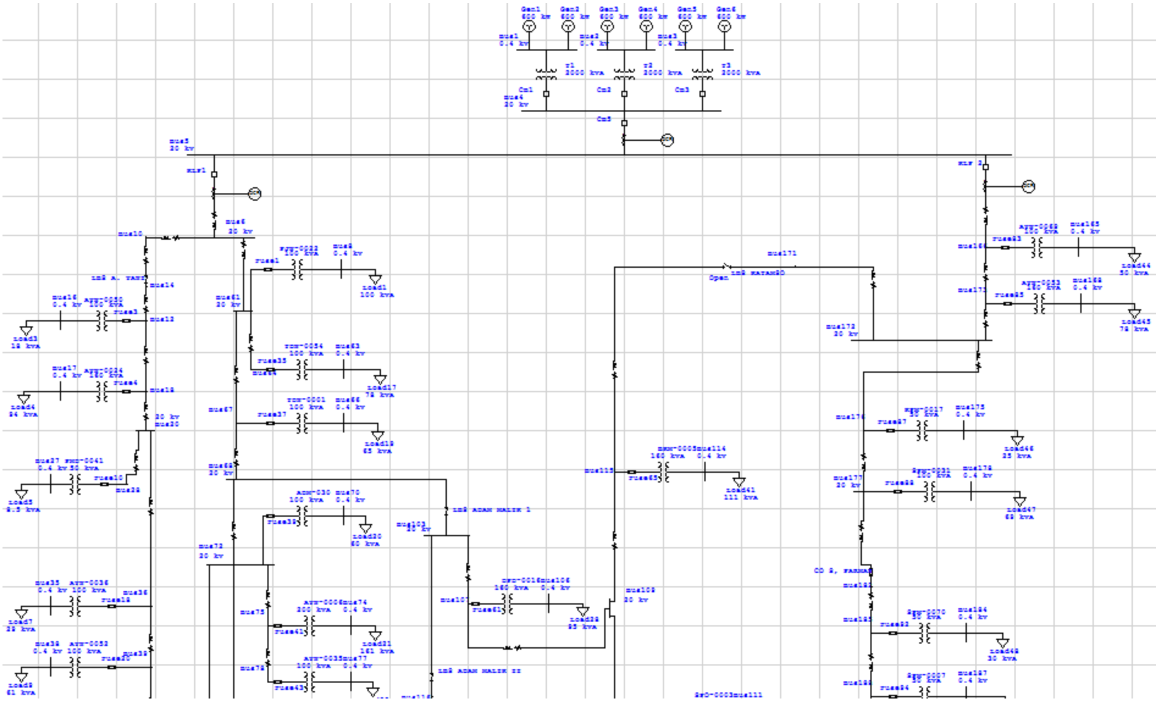
Mode simulasi *setting* rele yang akan dilakukan adalah *Short Circuit* dan *Star-Protective Device Coordination*. Untuk mengetahui keadaan sebelum adanya gangguan pada sistem dapat menggunakan *Load Flow*, sedangkan untuk *Short Circuit* dan *Star-Protective Device Coordination* dapat digunakan untuk mengetahui performa sistem sebelum dan sesudah ada gangguan, terutama sistem proteksi. Untuk rele yang di *setting* yaitu GFR dan metode pentanahan yang digunakan yaitu *solid dan* NGR.



Gambar 1. Single Line Diagram Penyulang KLP 1 PLN Rayon Kuala Pembuang (Sumber: PT. PLN Rayon Kuala Pembuang)



Gambar 2. Single Line Diagram Penyulang KLP 2 PLN Rayon Kuala Pembuang (Sumber: PT. PLN Rayon Kuala Pembuang)



Gambar 3. Single Line Diagram Pln Rayon Kuala Pwmbuang pada *Software ETAP Power Station*

A. *Software ETAP Power Station*

ETAP merupakan *software* untuk power sistem yang bekerja berdasarkan plant (project). Setiap plant harus menyediakan peralatan atau alat-alat pendukung yang berhubungan dengan analisa yang akan dilakukan.seperti generator,data motor,data kabel dll.Sebuah plant terdiri dari sub sistem kelistrikan yang memerlukan sekumpulan komponen yang saling berhubungan. Dalam *power station* setiap plant harus menyediakan data base. ETAP didesain untuk dapat menangani berbagai kondisi dan topologi sIstem tenaga listrik baik di sisi konsumen industri maupun untuk menganalisa performa sistem di sisi *utility* atau *power grid* ,kabel *(cable raceways)*, pentanahan *GIS*,desain panel koordinasi proteksi (*protective device coordination/selectivity*), dan AC/ DC *control* sistem diagram. [10]

B. *Perhitungan Setting Rele Pengaman*

Untuk melakukan perhitungan setting relay arus lebih hal pertama yang perlu diketahui adalah parameter yang diset pada relay pengaman adalah arus dan waktu. Untuk menentukan besar arus dan waktu kerja relay diperlukan data-data dari peralatan yang diamankan oleh relay untuk dihitung menggunakan persamaan berikut : [11]

- I_p = 0,1 x If fasa terkecil ……………..……………......(1)
- $I_s = I_p$ x rasio CT…….……………………….….…........(2)

  I_s = arus setting sekunder

  I_p = arus setting primer
- Persamaan umtuk menghitung waktu kerja relay:

  $$TMS = \frac{0{,}3 \text{ x } \left[\left(\frac{If\ 1\ phasa}{I\ set\ primer}\right)-1\right]}{0{,}14}$$ …...........................……….(3)
- *Normal Inverse Time-Delayed Characteristic*

  $t = \frac{0{,}14}{I^{0.02}-1}$ x TMS …………………......…………….....(4)
- *Very Inverse Time-Delayed characteristic*

  $t = \frac{13{,}5}{I-1}$ x TMS………………….…………...……….......(5)
- *Extremely Inverse Time-Delayed characteristic*

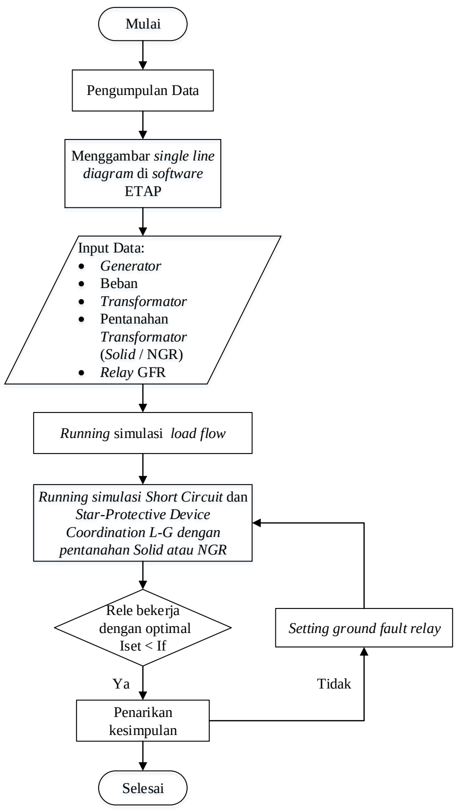
  $t = \frac{80}{I^2-1}$ x TMS ……………………………….…….........(6)
- *Long Inverse Time-Delayed characteristic*

  $t = \frac{54}{I-1}$ x TMS……………………..……....……..…….(7)
- *Definite Inverse Time-Delayed characteristic*

  t = 2 x TMS……………………….……………….(8)

Dalam penelitian ini menggunakan kurva karakteristik *Normal Inverse Time-Delayed.*

C. *Flowchart*



Gambar 4. *Flowchart* Analisis Setting GFR

IV. Analisa Hasil

Dalam penelitian *setting* rele GFR ini menggunakan dua jenis sistem pentanahan yaitu *solid* dan NGR. Dimana kedua jenis pentanahan tersebut berpengaruh terhadap arus hubung singkat ketika terjadi gangguan serta *setting* rele GFR.

A. Analisa Hubung Singkat dengan Sistem Pentanahan Existing (Solid)

Analisa hubung singkat yang harus dilakukan sebelum kita melakukan *setting* rele, hasil simulasi hubung singkat dengan pentanahan *solid*:

Tabel 1
Besar Arus Gangguan Satu Fasa ke Tanah Setiap Penyulang yang di Suplai Oleh Trafo DKK Dengan Metode Pentanahan *Solid Grounding*.

Penyulang	Arus Hubung Singkat (L-G)	
	Pangkal	Ujung
KLP 1	0,694 kA	0, 569 kA
KLP 2	0, 694 kA	0, 326 kA

Dengan metode pentanahan *solid*, dapat dilihat bahwa arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah tidak dibatasi sama sekali. Sehingga diketahui ketika terjadi gangguan 1 fasa ke tanah arus gangguan di pangkal saluran yaitu mencapai 0, 694 kA pada penyulang KLP 1 dam KLP 2. Dan pada ujung penyulang di ketahui arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah lebih kecil daripada di pangkal saluran yaitu 0, 569 kA pada penyulang KLP 1 dan 0, 326 kA pada penyulang KLP 2. Hal ini disebabkan karena besar arus gangguan 1 fasa ke tanah di pengaruhi oleh jarak, semakin jauh jarak maka arus gangguan 1 fasa ke tanah akan semakin kecil dan semakin dekat dengan *transformator* maka arus gangguan akan semakin besar.

B. Analisa Hubung Singkat dengan sistem pentanahan NGR

Analisa hubung singkat yang harus dilakukan sebelum kita melakukan *setting* rele, hasil simulasi hubung singkat dengan pentanahan NGR:

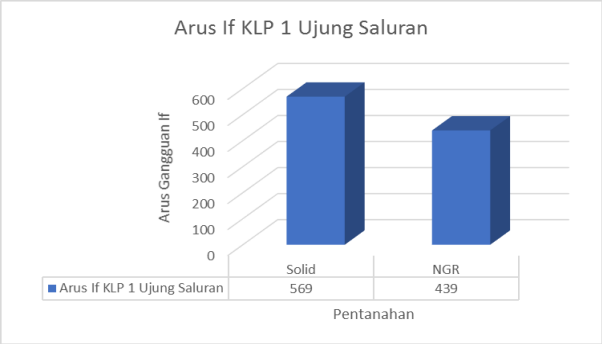
Tabel 2
Besar Arus Gangguan Satu Fasa ke Tanah Setiap Penyulang yang di Suplai Oleh Trafo DKK dengan Metode Pentanahan *NGR*

Penyulang	Arus Hubung Singkat (L-G)	
	Pangkal	Ujung
KLP 1	0,510 kA	0,439 kA
KLP 2	0,510 kA	0,275kA

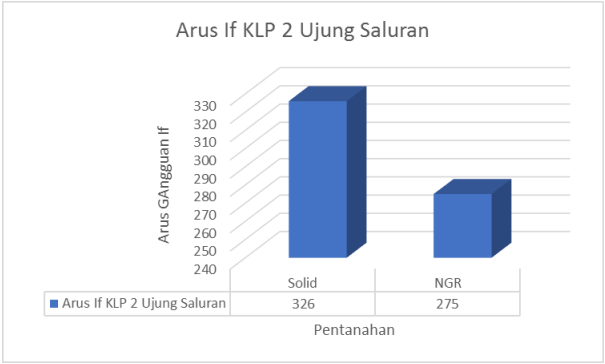
Dengan metode pentanahan NGR, dapat dilihat bahwa arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah di minimalisir oleh tahanan resistor yang ada sehingga tidak terlalu besar. Diketahui ketika terjadi gangguan 1 fasa ke tanah arus gangguan di pangkal saluran yaitu mencapai 0, 510 kA pada penyulang KLP 1 dam KLP 2. Dan pada ujung penyulang di ketahui arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah lebih kecil daripada di pangkal saluran yaitu 0,439 kA pada penyulang KLP 1 dan 0,275 kA pada penyulang KLP 2.

Tabel 3
Besar Arus Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Setiap Penyulang Yang Disuplai Oleh Trafo DKK Dengan Metode Pentanahan *Solid* Dan *Ngr*

Penyulang	Arus Gangguan Hubung Singkat (L-G)			
	Solid		*Nutral Grounding Resistor*	
	Pangkal	Ujung	Pangkal	Ujung
KLP 1	0,694 kA	0, 569 kA	0,510 kA	0,439 kA
KLP 2	0, 694 kA	0, 326 kA	0,510 kA	0,275 kA



Gambar 5. Grafik Perbandingan Arus Gangguan di Ujung Penyulang KLP 1 Mengunakan Pentanahan *Solid* dan NGR



Gambar 6. Grafik Perbandingan Arus Gangguan di Ujung Penyulang KLP 2 Menggunakan Pentanahan *Solid* dan NGR

C. Hasil Perhitungan dan Setting Rele GFR Pentanahan Solid

Untuk menentukan *setting* rele GFR diambil dari arus gangguan hubing singkat 1 fasa ke tanah di ujung saluran (terkecil), dengan CT yang digunakan adalah 200 : 5, maka hasil dari perhitungan *setting* rele pengaman adalah sebagai berikut:

Tabel 4
Hasil Perhitungan Waktu Kerja Rele GFR Dengan Metode Pentanahan *Solid*

Penyulang	*Outgoing* Penyulang		
	TMS	t	Rasio CT
KLP 1	0,11	0,4	200 : 5
KLP 2	0,135	0,29	200 : 5

Penyulang	*Incoming*		
	TMS	t	Rasio CT
KLP 1	0,34	0,701	200 : 5
KLP 2			

D. Hasil Perhitungan dan Setting Rele GFR Pentanahan NGR

Untuk menentukan *setting* rele GFR diambil dari arus gangguan hubing singkat 1 fasa ke tanah di ujung saluran (terkecil), dengan CT yang digunakan adalah 200 : 5, maka hasil perhitungan setting rele pengaman adalah sebagai berikut:

TABEL 5
HASIL PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELE GFR DENGAN METODE PENTANAHAN NGR

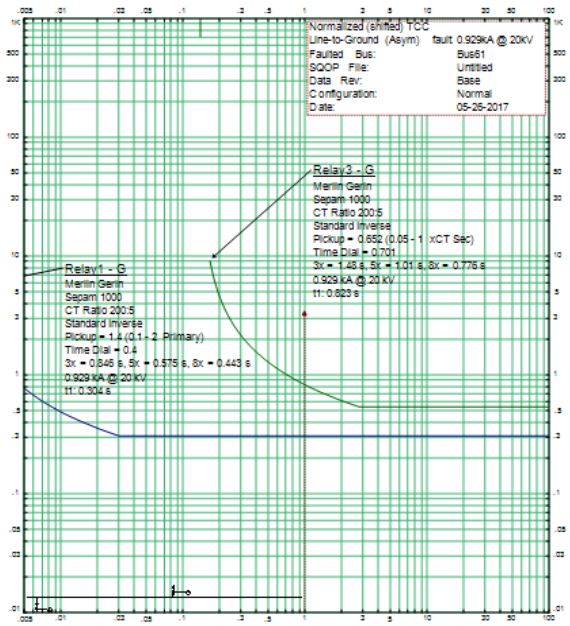
Penyulang	*Outgoing* Penyulang		
	TMS	t	Rasio CT
KLP 1	0,101	0,29	200 : 5
KLP 2	0,13	0,302	200 : 5

Penyulang	*Incoming*		
	TMS	t	Rasio CT
KLP 1	0,32	0,7	200 : 5
KLP 2			

E. Kurva Kerja Rele GFR Pentanahan Solid

Dengan menggunakan pentanahan *solid* didapat arus primer dan sekunder rele pada KLP 1 sebesar Ip = 56,9 A dan Is = 1,4 A dengan waktu kerja rele t = 0,4 s. Untuk KLP 2 didapat arus primer dan sekunder rele pada KLP 2 sebesar Ip = 32,6 A dan Is = 0,815 A dengan waktu kerja rele t = 0,29 s. Dan untuk incoming didapat arus primer Ip = 26,08 A serta arus sekunder Is = 0,652 A dimana waktu kerja rele t = 0,701 s. Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan data *setting* yang mana dapat menampilkan kurva seperti gambar settingan dibawah ini ketika disimulasikan:

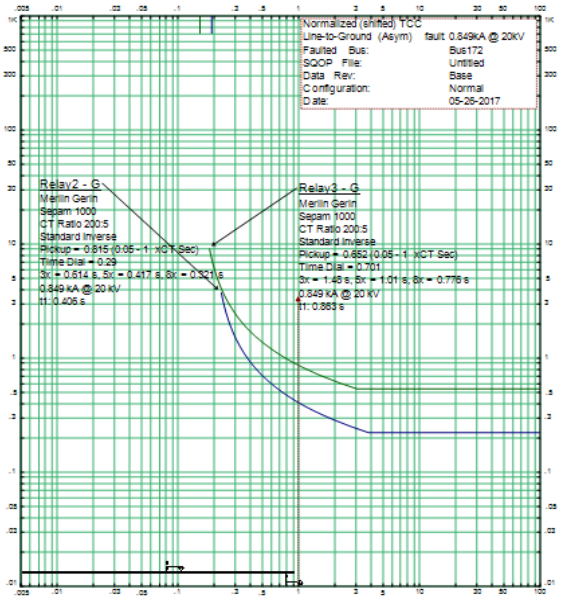
- *Penyulang KLP 1*



Gambar 7. Kurva Kerja Rele GFR Penyulang KLP 1

Dari hasil perhitungan yang sudah di simulasikan, untuk rele yang memutus pertama adalah rele 1 pada waktu 0,304 s, dan rele yang memutus kedua rele 3 pada waktu 0,823 s. Dapat kita lihat pada hasil perhitungan ulang rele sudah terkoordinasi dengan baik dimana rele 1 sebagai pengaman utama penyulang mengamankan pertama kali saat terjadi gangguan dan rele 3 sebagai *backup*.

- *Penyulang KLP 2*



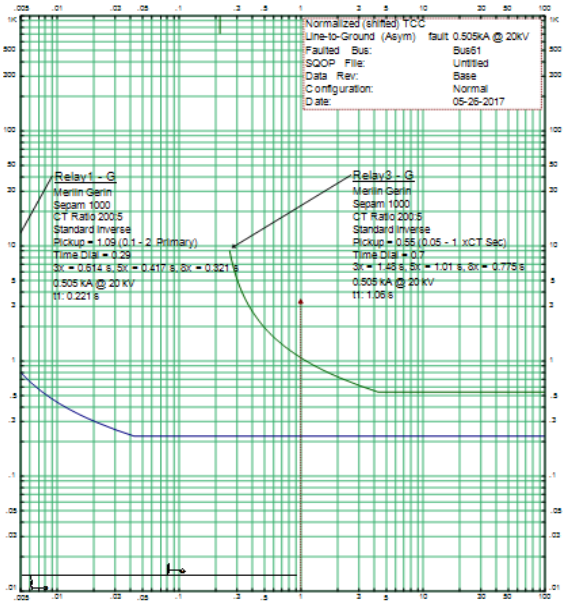
Gambar 8. Kurva Kerja Rele GFR Penyulang KLP 2

Dari hasil perhitungan yang sudah di simulasikan, untuk rele yang memutus pertama adalah rele 2 pada waktu 0,406 s, dan rele yang memutus kedua rele 3 pada waktu 0,853 s. Dapat kita lihat pada hasil perhitungan ulang rele sudah terkoordinasi dengan baik dimana rele 2 sebagai pengaman utama penyulang mengamankan pertama kali saat terjadi gangguan dan rele 3 sebagai *backup*.

F. Kurva Kerja Rele Pentanahan NGR

Dengan menggunakan pentanahan NGR didapat arus primer dan sekunder rele pada KLP 1 sebesar Ip = 43,9 A dan Is = 1,09 A dengan waktu kerja rele t = 0,29 s. Untuk arus primer dan sekunder rele pada KLP 2 sebesar Ip = 27,5 A dan Is = 0,7 A dengan waktu kerja rele t = 0,302 s. Dan untuk incoming didapat arus primer Ip = 22 A serta arus sekunder Is = 0,55 A dengan waktu kerja rele t = 0,7 s. Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan data *setting* yang mana dapat menampilkan kurva seperti gambar settingan dibawah ini ketika di simulasikan:

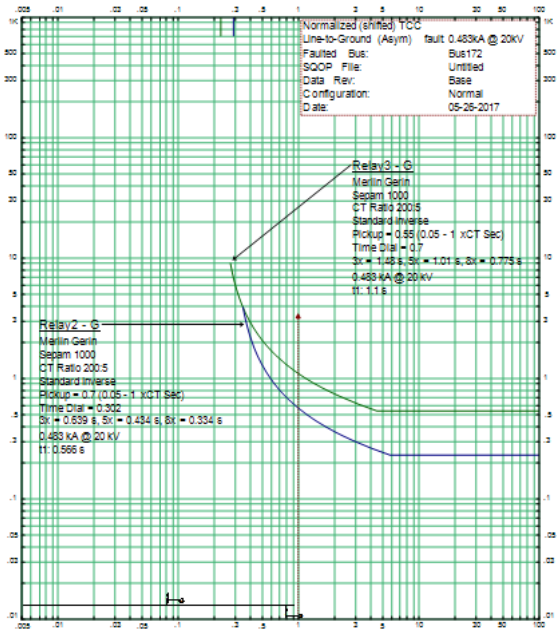
- *Penyulang KLP 1*



Gambar 9. Kurva Kerja Rele GFR Penyulang KLP 1

Dari hasil perhitungan ysng sudah di simulasikan, untuk rele yang memutus pertama adalah rele 1 pada waktu 0,221 s, dan rele yang memutus kedua rele 3 pada waktu 1,05 s. Dapat kita lihat pada hasil perhitungan ulang rele sudah terkoordinasi dengan baik dimana rele 1 sebagai pengaman utama penyulang mengamankan pertama kali saat terjadi gangguan dan rele 3 sebagai *backup*.

- *Penyulang KLP 2*



Gambar 10. Kurva Kerja Rele GFR Penyulang KLP 2

Dari hasil perhitungann yang sudah di simulasikan, untuk rele yang memutus pertama adalah rele 2 pada waktu 0,555 s, dan rele yang memutus kedua rele 3 pada waktu 1,1 s. Dapat kita lihat pada hasil perhitungan ulang rele sudah terkoordinasi dengan baik dimana rele 2 sebagai pengaman utama penyulang mengamankan pertama kali saat terjadi gangguan dan rele 3 sebagai *backup*.

G. Perbandingan Setting Rele Dengan Pentanahan Solid dan Pentanahan NGR

TABEL 6
KONDISI RELAY GFR PADA SETTINGAN AWAL (*SETTING* PLN)
PENTANAHAN *SOLID* (*EXISTING*)

Penyulang	ID	*Relay*	*Setting Relay*
KLP 1	GFR	Sepam 1000	Is = 1,5 A Td = 0,3 s Kurva = SIT Rasio CT = 200:5
KLP 2	GFR	Sepam 1000	Is = 1,5 A Td = 0,3 s Kurva = SIT Rasio CT = 200:5

TABEL 7
SETTING RELAY GFR PADA SIMULASI PENTANAHAN SOLID

Penyulang	ID	*Relay*	*Setting Relay*
KLP 1	GFR	Sepam 1000	Is = 1,4 A Td = 0,4 s Kurva = SIT Rasio CT = 200:5
KLP 2	GFR	Sepam 1000	Is = 0,815 A Td = 0,29 s Kurva = SIT Rasio CT = 200:5

TABEL 8
SETTING RELAY GFR PADA SIMULASI PENTANAHAN NGR

Penyulang	ID	*Relay*	*Setting Relay*
KLP 1	GFR	Sepam 1000	Is = 1,09 A Td = 0,29 s Kurva = SIT Rasio CT = 200:5
KLP 2	GFR	Sepam 1000	Is = 0,7 A Td = 0,302 s Kurva = SIT Rasio CT = 200:5

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian mengenai analisis setting GFR dengan metode pentanahan netral *Solid* dan NGR dapat diambil kesimuplan sebagai berikut:

1. Pada dasarnya untuk setting rele GFR dengan metode pentanahan *Solid Grounding* atau *Neutral Grounding Resistor* tidak terpaut terlalu jauh untuk settingan waktunya, dalam hal ini *setting*an yang digunakan dilapangan (Pentanahan *Solid*) sudah mampu melokalisir gangguan. Hasil simulasi dengan kondisi di lapangan tidak terlampau jauh perbedaannya, yang membedakan yaitu arus hubung singkat yang terjadi. Dimana metode pentanahan *Solid* memiliki arus gangguan hubung singkat lebih besar dibandingkan dengan metode pentanahan *Neutral Grounding Resistor*. Hal ini disebabkan karena adanya tahanan resistor pada neutral *transformator* yang membatasi arus gangguan yang masuk ke transformator ketika ada gangguan hubung singkat. Besar kecilnya arus

hubung singkat juga tergantung dari jarak gangguan serta panjang saluran.

2. Dari hasil perhitungan dan simulasi setting rele GFR menggunakan pentanahan *Solid* didapat arus primer Ip = 1,4 A dan Td = 0,4 s pada KLP 1 dimana tidak terpaut jauh dengan setting rele GFR dengan pentanahan *existing (solid)* PLN yaitu Ip = 2 A dan Td = 0,3 s. Begitu juga pada perhitungan dan simulasi setting rele GFR pada KLP 2 dimana Ip = 0,815 A dan Td = 0,29 s tidak terpaut jauh dengan setting rele GFR dengan pentanahan *existing (solid)* PLN yaitu Ip = 2 A dan Td = 0,3 s.
3. Dari hasil perhitungan dan simulasi *setting* rele GFR menggunakan pentanahan NGR didapat arus primer Ip = 1,09 A dan Td = 0,29 s pada KLP 1, dan pada perhitungan serta simulasi *setting* rele pada KLP 2 didapat arus primer Ip = 0,7 A dan Td = 0,302 s. Hasil perhitungan tidak terpaut jauh dari perhitungan *setting* rele menggunakan metode pentanahan *solid grounding.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] Tirza Nova, Syahrial, 2013 "Perhitungan Setting Rele OCR dan GFR pada Sistem Interkoneksi Diesel Generator di Perusahaan "X "," Institut Teknologi Nasional Bandung.

[2] Taqiyyudin Alawiy Muhammad, 2206, "Proteksi Sistem Tenaga Elektrik Seri Relay Elektromagnetis", Universitas Islam Malang.

[3] IEEE *Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems,* IEEE Std 142 -2007.

[4] Amira, Asnal Effenfi, 2014, "Studi Analisa Gngguan Hunung Singkat 1 Fasa Ke Tanah Pada SUTT 150 KV Untuk *Setting* Rele OCR (Aplikasi GI PIP-Pauh Limo)", Institut Teknologi Padang, Volume 3 No. 2; Juli 2014.

[5] A.R. Sultan, M.W. Mustafa, M.Saini , 2012, "*Ground Fault Currents in Unit Generator-Transformer at Various NGR and Transformer Configurations*", Universiti Teknologi Malaysia (UTM), ©2011 IEEE.

[6] Badruzzaman Yusnan, Liddinillah Rizki, 2013, "Kinerja *Ground Fault Relay* (Rele Gangguan Tanah) pada Penyulang 4 dan Penyulang 6 Gardu Induk Srondol", Politeknik Negeri Semarang, Vol. 2 No. 3 Desember 2013 : 215 – 224.

[7] Zulkarnaini, Samsul Bahri, 2012, "Analisa Hubungan Singkat Satu Fasa Ketanah Untuk Koordinasi *Setting Ground Fault Relay* (GFR) Pada Penyulang Feeder 20 Kv (GI Batu Sangkar Feeder Tigo Jangko)", Jurnal Momentum Institut Teknologi Padang, Vol.12.No.1. Februari 2012.

[8] Farid Hermanto, Karnoto, Tejo Sukmadi, 2013, "Analisis Jatuh Tegangan Dan Arus Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah PT.RUM", Universitas Diponegoro Semarang, VOL.2, NO. 4, DESEMBER 2013

[11] Sutarti, 2010, "Analisa Perhitungan Setting Arus dan Waktu Pada Relay Arus Lebih sebagai Proteksi *Transformator* Daya di Gardu Induk Cawang Lama, Jakarta".

[9] Moediono, 2012, "Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20 KV", Univeritas Diponegoro

[10] Stevenson.Jr, William. D, 2005, "Analisis Sistem Tenaga Listrik Edisi Keempat,", Jakarta: Erlangga.

[12] Muhalan, Husodo Nudi Yanto, "Analisa Perhitungan dan Pengaturan Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah pada Kubikel Cakra 20 KV Di PT XYZ", Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta, ISSN: 1410-233.

[13] Sudiartha I Wayan, TA I Ketut, Sunaya I G A M, Mudiana Nyoman, 2015, "Analisis Pengujian Penyetelan Relay Arus Lebih SPAJ 131 C di Laboratorium Proteksi Dan Distribusi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.", Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, Jurnal Logic. Vol. 15. No. 2 JULI 2015

BIOGRAFI PENULIS

Penulis lahir di Kabupaten Palangka Raya, Kalimantan Tengah pada tanggal 27 Agustus 1995 dari Bapak Moh. Ependi dan Ibu Istiningsih. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2001 di SDN 6 Palangka hingga 2007. Pada tahun 2007 penulis menempuh pendidikan di SMP Negeri 1 Pangkalan Bun hingga tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Pangkalanbun dengan jurusan IPA dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis memilih Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri dan diwisuda pada tanggal 30 September 2017, dengan judul skripsi "Analisis *Setting Ground Fault Relay (GFR)* Terhadap Sistem Pentanahan Netral *Transformator* Menggunakan Metode *Neutral Grounding Resistor (NGR)* Pada Penyulang PLN Rayon Kuala Pembuang".

Selama menjabat sebagai mahasiswa, penulis memiliki pengalaman menjadi Asisten Laboratorium Transmisi dan Distribusi Daya Elektrik pada tahun 2014 hingga 2017. Pada tahun 2016 penulis menjadi ketua kelompok PKM di danai Kemenristek Dikti dengan proyek PKM berjudul "CASUR WIFI HEBAT: *Car Security with Figerprint and Hearbeat Sensor*". Pada tahun 2016 penulis melaksanakan kerja praktek di PT. Petrokimia Gresik selama kurun waktu 1 bulan dimana penulis ditempatkan di pabrik 3 Utilitas Batu Bara PT. Petrokimia Gresik serta merampungkan laporan kerja praktek berjudul "Sistem Pembangkitan Dan Sistem Proteksi Tenaga Listrik Pada Unit Utilitas Batu Bara di PT. Petrokimia Gresik".