



Aktivasi Proteksi Multi Trip Feeder pada Kubikel Trafo 1 Gardu Induk Panakkukang

INFO PENULIS	INFO ARTIKEL
Antarissubhi Universitas Muhammadiyah Makassar antarissubhi@unismuh.ac.id	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Adriani Universitas Muhammadiyah Makassar adriani@unismuh.ac.id	
Hasrul Haswandi.S Universitas Muhammadiyah Makassar Hhassrull@gmail.com	
Afiq Fauzan Pentury Universitas Muhammadiyah Makassar afiqfauzanp@gmail.com	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Antarissubhi., Adriani., Haswandi.S, H., & Pentury, A. F. (2024). Aktivasi Proteksi Multi Trip Feeder Pada Kubikel Trafo 1 Gardu Induk Panakkukang. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 420-436.

Abstrak

Pada umumnya proteksi pada Penyulang di setiap Gardu Induk menggunakan relay overcurrent and groundfault sebagai pengaman utamanya dan kurva Standard Inverse yang digunakan pada relay tersebut. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghentikan gangguan dengan waktu tunda berdasarkan besarnya gangguan tersebut, semakin besar arus gangguan maka akan semakin cepat gangguan clear. Tidak jarang trafo distribusi yang melayani beberapa penyulang mengalami trip akibat beberapa penyulang yang mendeteksi gangguan secara bersamaan. Hal tersebut bisa terjadi disebabkan adanya akumulasi arus gangguan beberapa penyulang yang terdeteksi pada Incoming sehingga PMT incoming trip lebih cepat. Penelitian ini dibuat sebagai upaya untuk menghilangkan efek akumulasi tersebut, sehingga Incoming tidak terdampak. Hasil dari penelitian ini adalah suatu skema proteksi agar relay incoming trafo tetap terkoordinasi dengan penyulang meskipun beberapa penyulang asuhannya mendeteksi gangguan secara bersamaan. Manfaat dari skema proteksi ini yaitu Incoming tidak akan terdampak sehingga proses penyaluran energi tetap berjalan dengan baik. Skema proteksi ini menggunakan metode yaitu hardwire Transfer trip.

Kata kunci : Multi feeder, cummulative, fault, protection scheme, incoming transformer, power transformer, unwanted tripping, hardwire, goose, IEC 6185.

Abstract

In general, the protection of Feeders in each Substation uses overcurrent and Ground Fault Relays as the main protection and the Standard Inverse curve is used in these relays. This is intended to stop disturbances with a delay time based on the magnitude of the disturbance, the greater the fault current, the faster the fault clears. It is not uncommon for distribution transformers serving multiple feeders to trip due to several feeders detecting faults simultaneously. This can occur due to the accumulation of fault currents from multiple feeders detected on the Incoming, causing the incoming PMT to trip faster. This research was conducted as an effort to eliminate this accumulation effect, so the Incoming is not affected. The result of this research is a protection scheme so that the incoming transformer relay remains coordinated with the feeders even though several of its feeders detect faults simultaneously. The benefit of this protection scheme is that the Incoming will not be affected, so the energy distribution process can continue smoothly. This protection scheme uses the hardwire Transfer trip method.

Keywords: Multi feeder, cumulative, fault, protection scheme, incoming transformer, power transformer, unwanted tripping, hardwire, goose, IEC 6185.

A. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi telah banyak perubahan yang begitu signifikan, salah satu dari banyak hal tersebut adalah bidang kelistrikan. Teknik tenaga listrik adalah satu-satunya bidang yang secara khusus berkaitan dengan pembangkitan dan transmisi daya listrik dari satu tempat ke tempat lain. Salah satu komponen pembangkit listrik yang sangat berperan penting pada gardu induk adalah Incoming trafo, Incoming trafo merupakan suatu peralatan yang sangat dibutuhkan untuk mendistribusikan aliran listrik. Maka dari itu dibutuhkanlah sistem perlindungan untuk melindungi Incoming trafo dari hal-hal yang berpotensi memicu bahaya. Sistem proteksi yang sangat dibutuhkan trafo daya adalah sistem proteksi gangguan Arus hubung singkat.

Sistem proteksi yang digunakan pada sistem 20 kV adalah relay Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR). Salah satunya pada Perusahaan listrik Di gardu induk Panakkukang dimana berfungsi untuk melindungi arus gangguan pada kubikel Outgoing dan juga kubikel Incoming. tidak jarang trafo distribusi yang melayani pelanggan mengalami trip akibat beberapa penyulang mendeteksi gangguan secara bersamaan. gangguan penyulang secara bersamaan berpotensi di akumulasi di sisi incoming sehingga arus gangguan tersebut mencapai setting arus gangguan incoming yang menyebabkan padam pelanggan meluas. salah satu contohnya yang terjadi pada trafo daya 3 gardu induk Bone. Gangguan pada Circuit Breaker (CB) 20 kV disebabkan karena ada tiga Feeder yang pickup bersamaan Feeder Macanang, Feeder Uloe, dan Feeder Tokaseng sehingga arus gangguan terakumulasi pada relay incoming. untuk menghindari gangguan tersebut PT PLN UIP3B Sulawesi melakukan aktivasi trip multi feeder pada relay yang dimana menjadi salah satu karya inovasi dari PT PLN UIP3B Sulawesi sebagai tindakan penanggulangan gangguan pada incoming gardu induk Sidrap. Sebagai respon agar tidak terjadi gangguan yang sama berulang maka dilakukan aktivasi multi trip feeder pada seluruh asuhan trafo gardu induk tersebar di Sulawesi.

Kubikel / Feeder

Kubikel merupakan salah satu komponen utama pada gardu induk. Dimana pada ULTG Panakkukang terdapat total 102 kubikel yang tersebar pada 8 Gardu induk asuhannya. Dimana pada gardu induk Panakkukang terdapat 30 kubikel. Kubikel adalah seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada gardu induk dan gardu distribusi / gardu hubung yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20 kV.

Fungsi Kubikel / Feeder

1. Kubikel Incoming

Pada gardu induk Panakkukang terdapat 3 kubikel

incoming yang Berfungsi untuk mengisi tegangan dari sisi sekunder trafo ke rel busbar 20 kV. yang dimana akan di distribusikan ke beberapa kubikel outgoing. (PT PLN (Persero), 2024a)

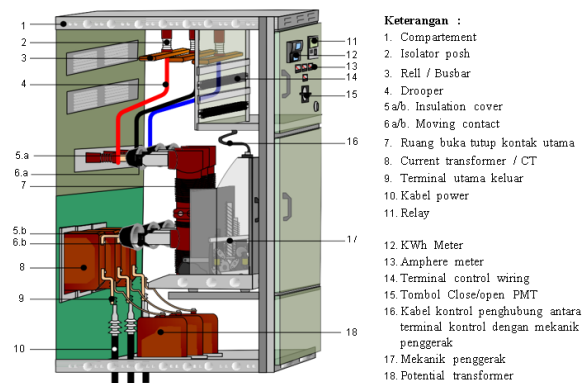
2. Kubikel Outgoing

Pada gardu induk Panakkukang terdapat 30 Kubikel Outgoing yang Berfungsi sebagai penyalur dari busbar 20 kV ke jaringan tegangan menengah yang kemudian akan di teruskan ke trafo distribusi dan di ubah ke tegangan 380 V yang nantinya akan di distribusikan sesuai kebutuhan pelanggan.

3. Kubikel Kopel

Berfungsi untuk menghubungkan rel 1 dan rel 2. Untuk menjaga keberlangsungan penyaluran tenaga listrik di butuhkan penghubung antar rel busbar agar apabila terjadi gangguan atau di lakukan pemeliharaan pada trafo daya tegangan dapat di alihkan atau di backup ke trafo lain. (PT PLN (Persero), 2024a

Bagian-Bagian Kubikel



Gambar 2. 4 Bagian Bagian Kubikel

Sumber : (PLN UDIKLAT Panduan)

Komponen Kubikel

Kubikel 20 kV terdiri dari beberapa komponen utama dan komponen pendukung dimana setiap komponen memiliki fungsi masing-masing. Komponen utama adalah:

- PMT (pemutus) memiliki peran penting sebagai pengaman utama peralatan dimana PMT berfungsi memutuskan tegangan dalam keadaan berbeban atau tdk berbeban dengan media peredam busur api dimana media peredam busur api pada PMT berbeda beda ada yang menggunakan media peredam busur api gas sulfur hexafluoride (SF₆), dan media vakum yang banyak di gunakan pada PMT 20 kV khususnya pada kubikel gardu induk Panakkukang. (PT PLN (Persero), 2024)
- Rel busbar berfungsi sebagai pembagi dari sisi incoming ke sisi outgoing yang nantinya di salurkan ke Jaringan Tegangan Menengah (JTM).
- CT (Current Transformer) memiliki peran yang sangat penting untuk sisi proteksi dimana pada kubikel 20 kV arus digunakan sebagai inputan. proteksi *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay*. CT berfungsi untuk mengubah arus primer ke arus sekunder untuk keperluan metering dan proteksi. (PT PLN (Persero), 2024)
- VT (Voltage Transformer) berfungsi mengubah tegangan primer ke tegangan sekunder untuk keperluan metering dan proteksi. Dimana fungsi di ubahnya tegangan agar dapat membaca tegangan pada masing masing fase. (PT PLN (Persero), 2024).
- Isolator berfungsi sebagai pemisah dari sisi tegangan dengan sisi body kubikel dimana bertujuan agar para personil pada gardu induk dapabekerja dalam keadaan aman.

Sedangkan komponen pendukung adalah:

- Relay berfungsi sebagai proteksi atau pengaman dari gangguan untuk melokalisasi gangguan agar tidak terjadi gangguan meluas yang berdampak pada keandalan penyaluran tenaga listrik ke pelanggan. (Karyana, 2013).
- Digital meter / kWh meter berfungsi sebagai pembacaan metering arus, tegangan, frekuensi, daya dan lain-lain. Agar kestabilan pada sistem dapat termonitor.
- Heater berfungsi untuk menjaga suhu kubikel tetap kering agar tidak terjadi kelembapan yang dapat menjadi salah satu penyebab gangguan.
- Annunciator berfungsi sebagai pemberi informasi kondisi peralatan pada kubikel agar apabila terjadi anomali pada peralatan tersebut dapat di mitigasi sesegera mungkin.

Proteksi

Sistem proteksi memiliki peranan yang sangat penting dimana selain melindungi peralatan dari gangguan internal dan eksternal juga berfungsi untuk memisahkan daerah yang masih aman dengan daerah yang mengalami gangguan agar sistem normal. (Karyana, 2013).

Sistem proteksi

Keandalan penyaluran listrik menjadi faktor yang penting bagi kepuasan konsumen. oleh karena itu di perlukan koordinasi pada sistem proteksi dimana proteksi berperan untuk memisahkan area yang mengalami gangguan untuk menghindari padam meluas pada konsumen yang juga dapat menjadi kerugian besar terhadap PT.PLN Persero. (Karyana, 2013).

Kontak Relay

Kontak relay merupakan merupakan komponen elektronikal yang mempunyai dua komponen utama yaitu coil dan mekanik dimana relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan switch. (Tanyadji & Thaha, 2015)

Kontak relay terdiri dari dua jenis kontak.

- NO (Normal Open) dimana dalam keadaan normal kontak pada relay akan dalam posisi terbuka atau open.
- NC (Normal Close) dimana dalam keadaan normal kontak pada relay akan dalam posisi tertutup atau close.

Over Current Relay (OCR) / Relay Arus Lebih

Relay OCR mengidentifikasi gangguan antar fase dimana pada jaringan 20 kV sering kali terjadi gangguan antar fase, contohnya gangguan ranting pohon yang menyebabkan short antar fase. relay OCR berfungsi sebagai proteksi utama pada kubikel 20 kV. Relay OCR harus berfungsi dengan baik untuk dapat menjaga penyaluran ke pelanggan tetap aman dan andal. (Karyana, 2013).

Adapun parameter pada relay OCR adalah:

- Nilai arus kerja minimum atau arus pick up merupakan arus minimal pada saat terjadi lonjakan arus antar fase yang akan mengerjakan relay dan memberi perintah open pada PMT.
- Nilai arus reset atau drop off merupakan penurunan arus ke setting aman setelah sempat merasakan adanya arus gangguan minimum (pick up) antar fase.
- Nilai arus kerja high set atau arus kerja maksimum atau arus gangguan besar.

Karakteristik waktu kerja merupakan waktu relay akan bekerja setelah mulai merasakan arus gangguan (pick up) antar fase dengan kurva waktu berbeda beda.

Ground Fault Relay (GFR) / Relay Gangguan ke Tanah

Relay GFR mengidentifikasi gangguan fase ke tanah dimana pada jaringan 20 kV sering kali terjadi gangguan fase ke tanah, contohnya gangguan tumbangnya pohon yang menyebabkan short fase ke tanah. relay GFR berfungsi sebagai proteksi utama pada kubikel 20 kV. Relay GFR harus berfungsi dengan baik untuk dapat menjaga penyaluran ke pelanggan tetap aman dan andal. (Karyana, 2013)

Adapun parameter pada relay GFR adalah:

- Nilai arus kerja minimum atau arus pick up merupakan arus minimal pada saat terjadi lonjakan arus fase ke tanah yang akan mengerjakan relay dan memberi perintah open pada PMT.
- Nilai arus reset atau drop off merupakan penurunan arus ke setting aman setelah sempat merasakan adanya arus gangguan minimum (pick up) antar fase.
- Nilai arus kerja high set atau arus kerja maksimum atau arus gangguan besar.
- Karakteristik waktu kerja merupakan waktu relay akan bekerja setelah mulai merasakan arus gangguan (pick up) antar fase dengan kurva waktu berbeda beda.

Pengujian Relay Over Current Relay (OCR)/ Ground Fault Relay (GFR)

Pengujian relay OCR/GFR , terdiri dari:

- Pengujian arus pick up.
- Pengujian arus reset / drop off.
- Pengujian karakteristik waktu.
- Pengujian high set / instant.

Karakteristik waktu relay Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR)

Kurva Standart Inverse (SI) dimana prinsip kerjanya adalah semakin besar arus gangguan yang terbaca di relay semakin cepat waktu trip dari relay tersebut. rumus untuk kurva SI sebagai berikut. (Karyana, 2013)

- Kurva defenite dimana prinsip kerjanya apabila arus yang mengalir melebihi arus dan setting waktu yang telah di tentukan. dimana besaran.
- arus dan waktunya bisa di sesuaikan sesuai setting yang di anjurkan.

Gangguan sistem tenaga listrik

Gangguan adalah suatu keadaan sistem yang tidak normal yang menyebabkan terganggunya arus normal pada sistem. gangguan dapat menyebabkan terganggunya pasokan tenaga listrik ke pelanggan. secara klasifikasi gangguan dibedakan menjadi 2 faktor.

1. Gangguan internal sistem

- Arus dan tegangan tidak normal di sebabkan arus atau tegangan terbaca mengalami kondisi anomali yang di sebabkan faktor salah pada wiring atau eror pada peralatan tertentu.
- Penuaan pada peralatan terjadi karena peralatan yang beroperasi mengalami penurunan kondisi karena umur peralatan yang telah lama beroperasi.
- Kelebihan beban atau overload terjadi apabila peralatan yang beroperasi di fungsikan di luar spesifikasi peralatan tersebut.
- Anomali pada pemasangan dapat menjadi gangguan disebabkan peralatan yang di gunakan tidak sesuai pada fungsi dan jenisnya.

2. Gangguan eksternal sistem:

- Faktor pengaruh cuaca seringkali menjadi salah satu penyebab gangguan pada sistem salah satunya terjadinya pohon tumbang yang mengenai jaringan listrik akibat angin kencang.
- Faktor pengaruh lingkungan bisa menjadi salah satu penyebab gangguan dimana di tengah tengah maraknya pembangunan masyarakat sering menghiraukan jarak aman bangunan dengan jaringan listrik, masyarakat yang bermain layang layang di dekat jaringan listrik juga dapat menjadi penyebab gangguan sistem tenaga listrik.

Metode Direct Transfer Trip Hardware

Penggunaan hardware memiliki beberapa keunggulan dan kekurangan diantaranya lebih hemat biaya dan mudah diaplikasikan dimanapun, sedangkan untuk kekurangan dari metode ini diantaranya semakin banyak penyulang semakin banyak ruang yang dibutuhkan untuk pengkabelan. metode ini menggunakan kontak relay sebagai media komunikasi antar relay outgoing. (Sumartono, 2024)

Desain secara umum dari metode ini dapat dilihat pada gambar

Metode Goose IEC61850

Salah satu fitur pada relay numerik yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam tujuan salahsatunya Skema Proteksi untuk gangguan dua penyulang atau lebih adalah GOOSE. Skema proteksi tersebut dspst digunakan secara mudah dengan menggunakan GOOSE. Beberapa keunggulan menggunakan GOOSE adalah fleksibilitas dalam modifikasi sesuai dengan kebutuhan dan tidak diperlukannya hardware yang cukup rumit untuk penerapannya.

Hal pertama yang dilakukan jika menggunakan metode GOOSE yaitu menyiapkan infrastruktur untuk menghubungkan seluruh relay dalam satu jaringan LAN/WAN. (Sumartono, 2024).

B. Metodologi

Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dan kegiatan ini di lakukan pada bulan Mei 2024 yang berlokasi di PT. PLN (Persero) ULTG Panakkukang.

Alat Dan Bahan

1. Alat

- Alat Uji Relay (Omicron CMC 356)
Alat uji injeksi arus dan tegangan untuk mengijek arus pada relay agar terjadi simulasi pada saat relay di aliri arus apakah berfungsi dengan karakteristik setting yang telah di masukkan.
- Multimeter/Volt Meter

Mengukur arus,tegangan DC\AC pada rangkaian trip.

- Alat Kerja
Sebagai alat untuk memudahkan pada saat melakukan pekerjaan
- Alat Pelindung Diri (APD)
Sebagai alat pelindung diri dari segala macam resiko bahaya pada saat melakukan pekerjaan.
- Alat Marking Kabel
Marking kabel berfungsi untuk memberi marking atau tanda pada kabel.

2. Bahan

- Relay
- Kabel NYYHY 12x1.5
- Skun
- Marker Tube

Metode Yang Digunakan

Metode yang digunakan penulis adalah metode kuantitatif dimana penulis melakukan pengambilan data di PT. PLN ULTG Panakkukang yang kemudian data tersebut nantinya akan di analisa kemudian di lakukan pengujian sebelum melakukan aktivasi pada masing-masing penyulang.

Data yang di gunakan mengikuti prosedur yang ada pada instansi tersebut. Metode yang di gunakan dalam analisis data pada penelitian ini adalah metode sistem proteksi, dimana dari data-data yang di peroleh kemudian di hitung perhitungan karakteristik relay, perhitungan arus gangguan hubung singkat penyulang, perhitungan setting arus relay OCR dan GFR pada tiap tiap kubikel.

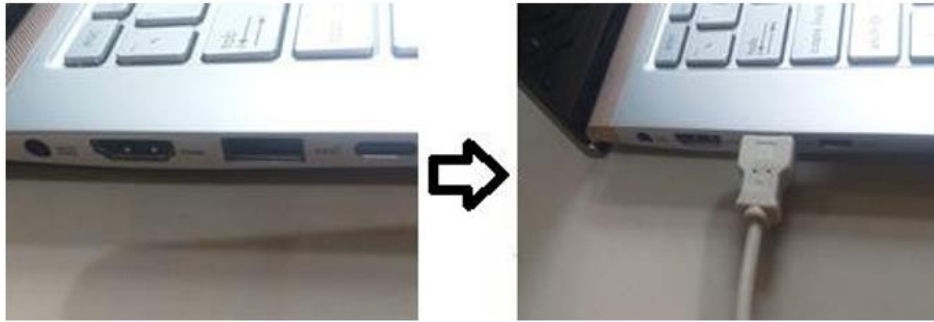
- Gambar single line diagram trafo 1 GI Panakkukang
- Data relay trafo 1 GI Panakkukang
- Data setting OCR dan GFR trafo 1 GI Panakkukang
- Data ratio CT penyulang/feeder 20 kV
Kordinasi setting proteksi

C. Hasil dan Pembahasan

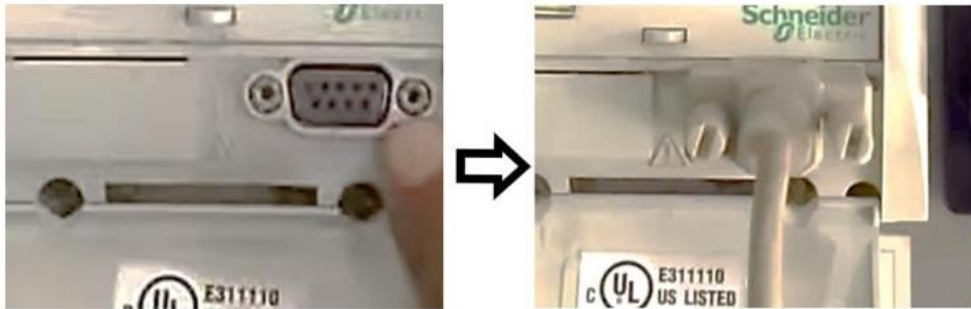
Sebelum melakukan Aktivasi trip multi feeder di lakukan JSA (Job Safety Analisis) untuk mengetahui data setting PSL (logic) pada relay sebelum menentukan BO (Binary Output), BI (Binary Input) yang akan di gunakan untuk mengaktifkan trip multi feeder, analisis setting outgoing dan incoming dilakukan pengujian karakteristik menggunakan alat uji CMC (alat uji injeksi arus) untuk menghitung waktu dan mengetahui relay pada outgoing telah bekerja sesuai dengan setting yang telah di masukkan. kemudian melakukan aktivasi trip multi feeder pada dua penyulang kemudian melakukan pengujian dengan cara mengijek arus minimum (pick up) pada 2 outgoing secara bersamaan untuk mengetahui aktivasi trip multi feeder pada outgoing telah sukses. Aktivasi trip multi feeder akan di uraikan pada bab ini.

Data Penelitian

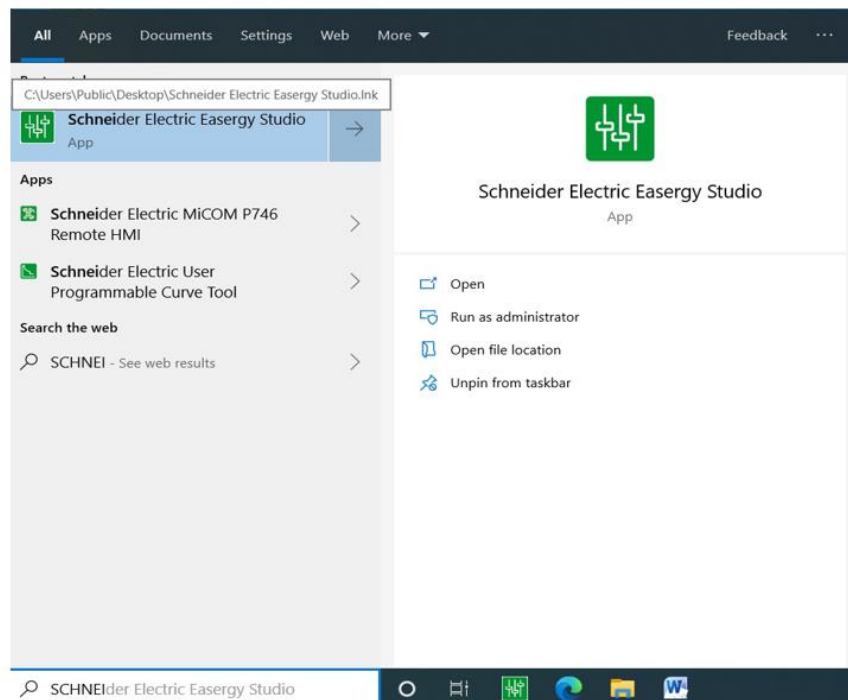
Dalam melakukan aktivasi trip multifeeder di butuhkan data relay dan setting relay pada outgoing yang akan di lakukan aktivasi untuk mengetahui setting relay pada outgoing tersebut untuk di gunakan sebagai nilai acuan untuk melakukan pengujian arus kerja dan waktu kerja relay pada outgoing tersebut.



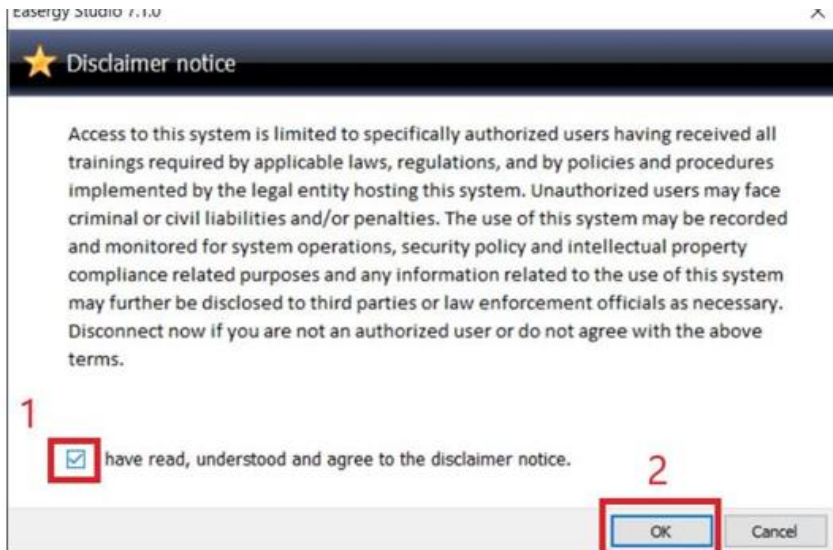
Hubungkan ujung kabel RS 232 ke relay.



Nyalakan laptop kemudian pilih aplikasi *Schneider Electric Easergy Studio*.



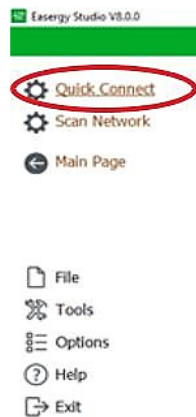
Beri ceklis pada *I have read, understood, and agree to the disclaimer notice*. Kemudian klik ok.



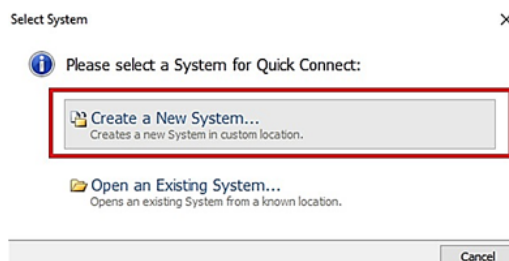
Tampilan aplikasi akan berubah seperti di bawah ini.



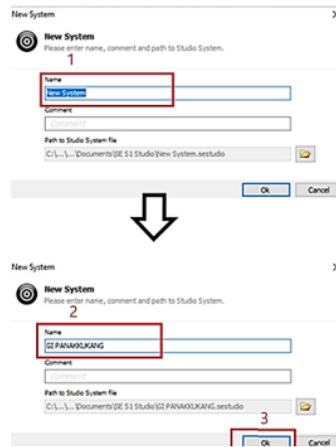
Pilih Quick Connect



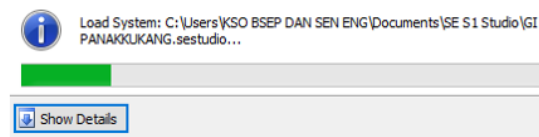
Setelah kotak dialog select system terbuka, pilih *create a new system* untuk membuat file baru.



Masukkan nama file yang diinginkan pada bagian *name*. Kemudian klik ok.



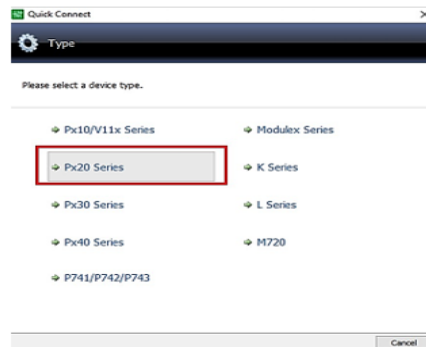
Updating Configuration



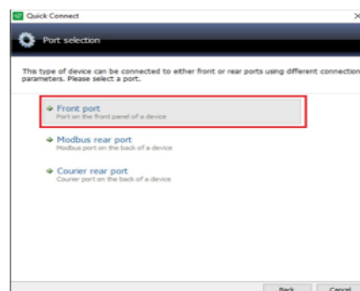
Akan muncul proses *updating configuration* seperti gambar di bawah.

Tunggu prosesnya sampai selesai.

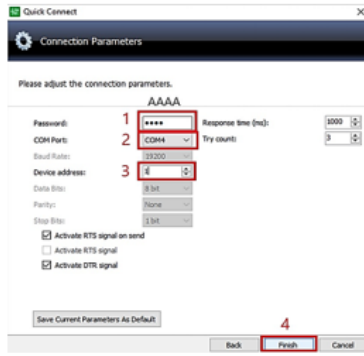
Pilih tipe relay yang akan di-download settingnya dengan melihat angka tengah pada tipe relay tersebut. Untuk tipe micom P1₂₃, pilih Px20 Series, sedangkan untuk tipe micom P1₄₂, pilih Px40 series.



Pilih *port selection*, yaitu *front port*.



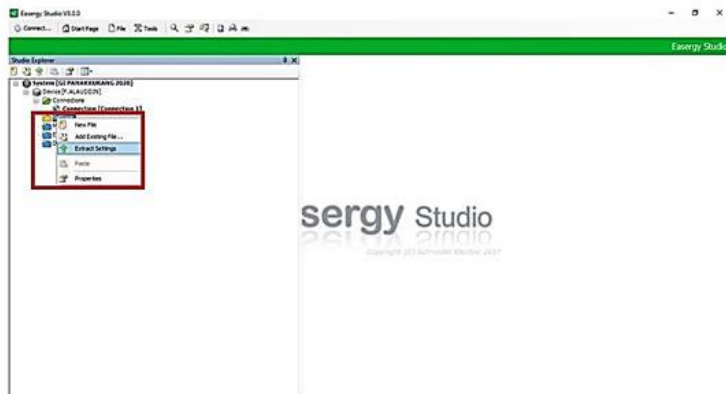
Kemudian muncul kotak dialog connection parameters. Masukkan password yaitu **AAAA**. Pilih COM port yang tersambung ke laptop/pc. Dan untuk device address dapat dilihat pada board relay. Terakhir, klik finish



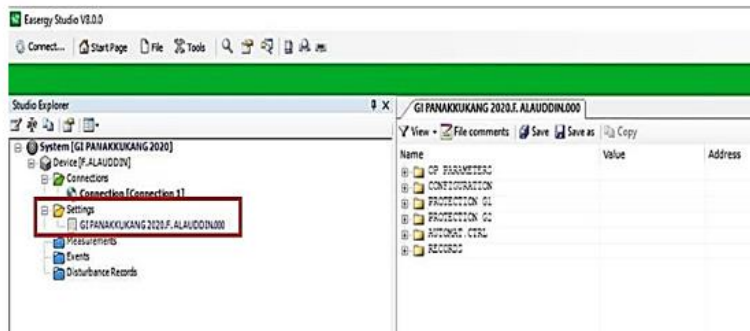
Ketik nama penyulang/feeder yang akan di-download setting-nya. Kemudian klik finish.



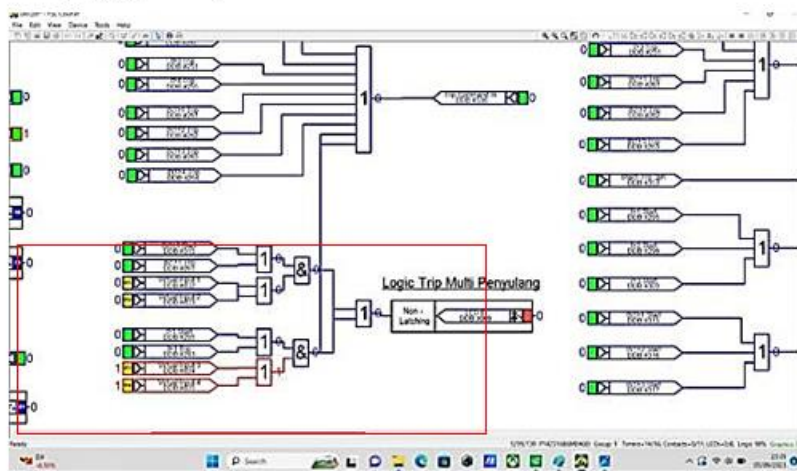
Setelah proses *connect* dari relay ke laptop berhasil. Akan muncul menu baru pada sisi kiri aplikasi seperti gambar berikut. Klik kanan pada settings kemudian pilih *extract settings*.



Klik dua kali pada file yang di-extract tadi sehingga akan muncul daftar setting seperti gambar di bawah.



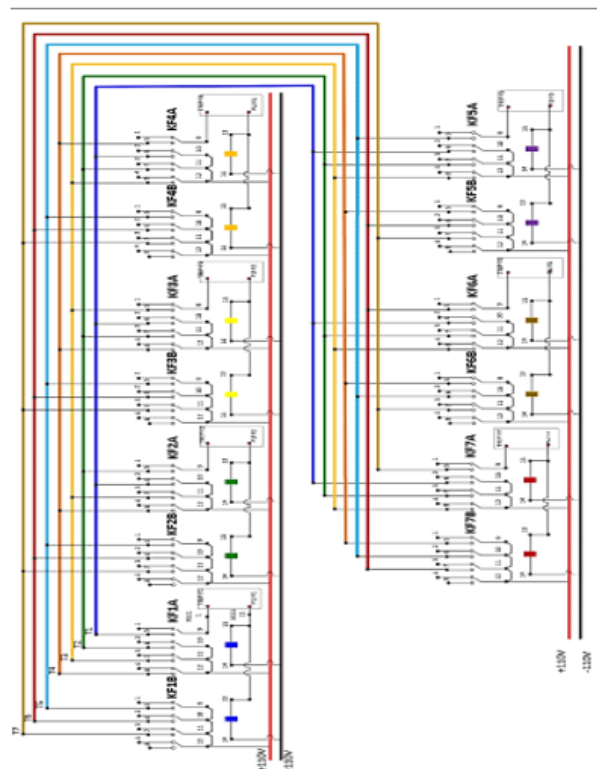
Setelah setting pada relay berhasil di connect kita dapat membuka setting, PSL (Logic) pada relay tersebut.



Gambar 4. 1 Data PSL
Sumber : (penulis)

4.2 Rangkaian Multi Trip Menggunakan Metode Hardwire

Setelah data pada relay terkumpul dan penambahan logic pada PSL relay telah dilakukan maka selanjutnya di lakukan pembuatan *approval wiring* rangkaian multi trip feeder menggunakan metode hardwire. Gambar tersebut di jadikan acuan pada rangkaian trip multi feeder.



Gambar 4. 2 Rangkaian Multi Trip Menggunakan Metode Hardwire
Sumber : (penulis)

Keterangan gambar :

Warna merah dan hitam : suply DC 110 volt

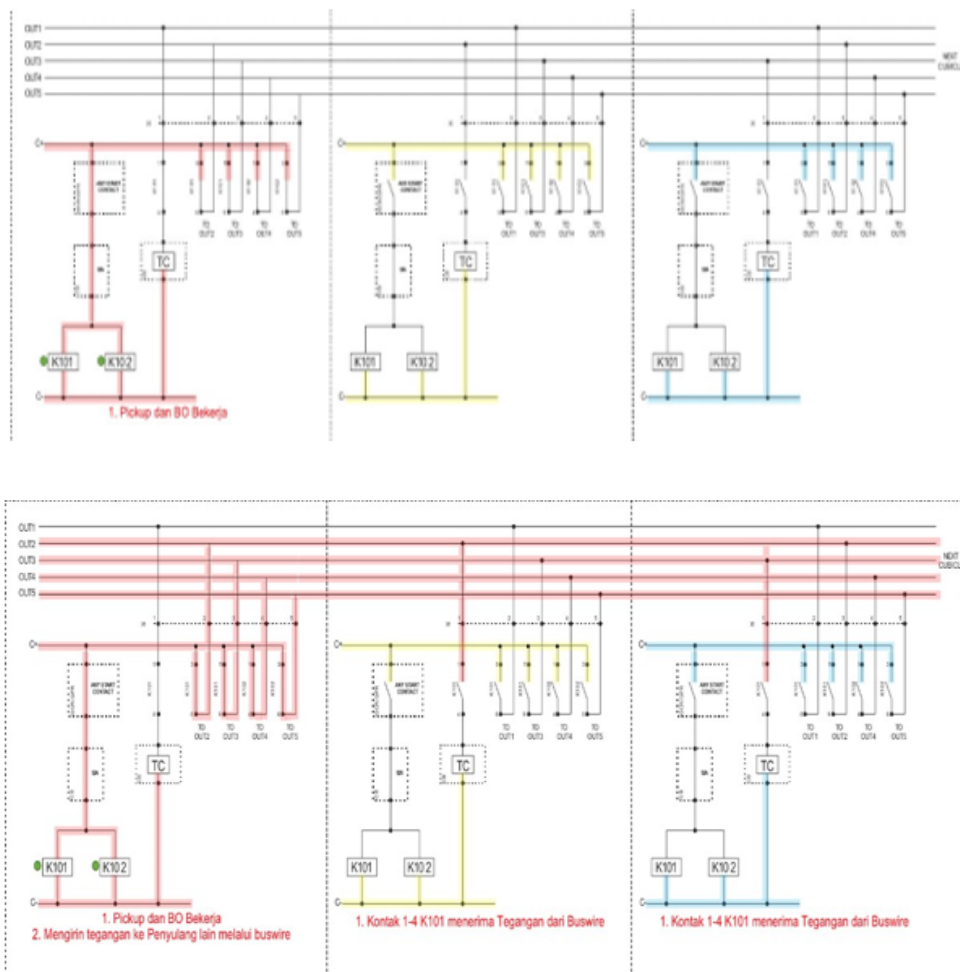
Warna lain adalah kordinasi antar aux relay

4.3 Membuat Rangkaian Hardwire Trip Multi Feeder

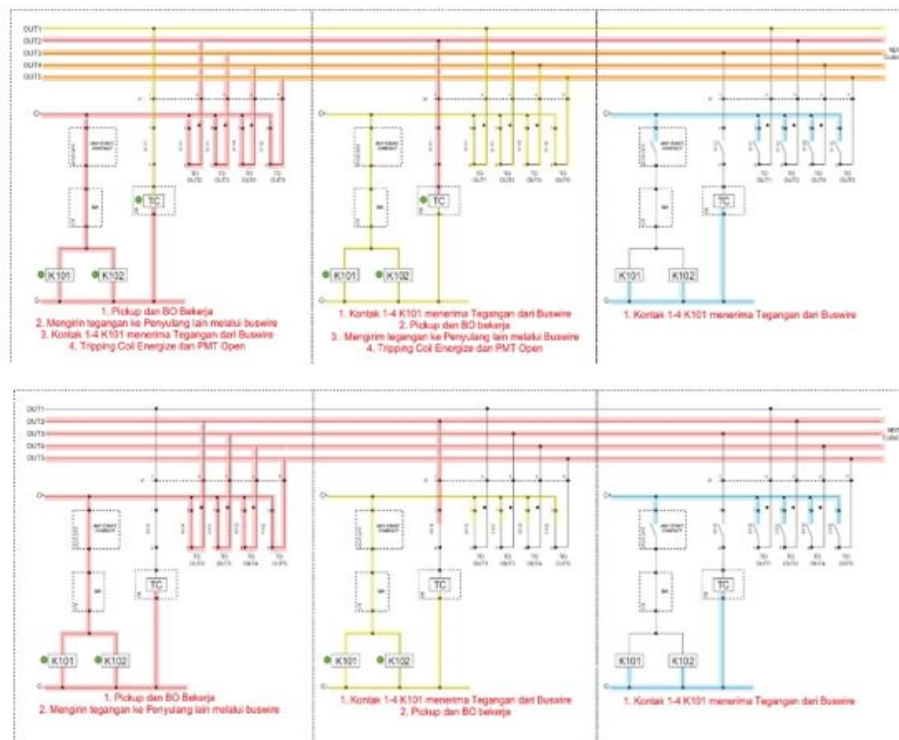
Setelah membuat aproval wiring trip multi feeder dilakukan pembuatan rangkaian hardwire menggunakan aproval wiring tersebut dan di lakukan pemasangan pada panel outgoing yang akan di lakukan aktivasi trip multi feeder. rangkaian tersebut terdiri dari kontak kontak relay yang dimana berfungsi sebagai pengirim triger antar outgoing ketika ada gangguan pada out going tersebut.

Cara kerja metode hardwire sebagai berikut:

1. Ketika operasi normal dan salahsatu penyulang membaca gangguan atau pickup, maka kontak pickup pada relay tersebut akan bekerja dan mengirimkan signal tersebut ke penyulang lain melalui Buswire.



2. Jika terdapat penyulang lain yang mengalami pickup bersamaan maka penyulang lain tersebut akan menerima signal pickup dari penyulang sebelumnya, sehingga logika AND secara hardwire terpenuhi kemudian seluruh penyulang yang mengalami pickup akan trip seketika. Hal tersebut disebabkan logic AND yang terpenuhi akan memberikan signal ke *Tripping Coil (TC)* PMT pada setiap penyulang yang mengalami gangguan.



Gambar 4.3 Simulasi Metode Hardware

Metode hardware memberikan tingkat selektifitas yang tinggi ketika terjadi gangguan pada dua penyulang atau lebih. Dengan membuat target penyulang trip secara seketika maka Incoming dapat diamankan dari gangguan yang disebabkan oleh akumulasi perhitungan kurva Inverse.

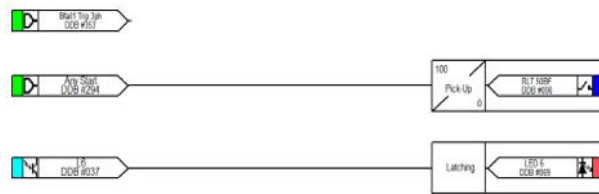
Material yang dibutuhkan untuk metode hardware diantaranya auxiliary relay, kabel dan terminal.



Gambar 4.4 Rangkaian Hardware Trip Multi Feeder

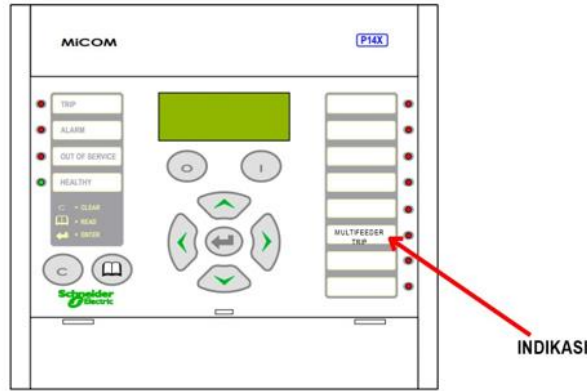
4.4 Melakukan Aktivasi BO (*Binary Output*) dan BI (*Binary Input*)

Setelah rangkain hardware terpasang langkah berikutnya melakukan aktivasi BO dan BI pada PSL relay dengan logic sebagai berikut dan memberi marking pada LED relay yang telah di lakukan aktivasi pada BO dan BI nya.

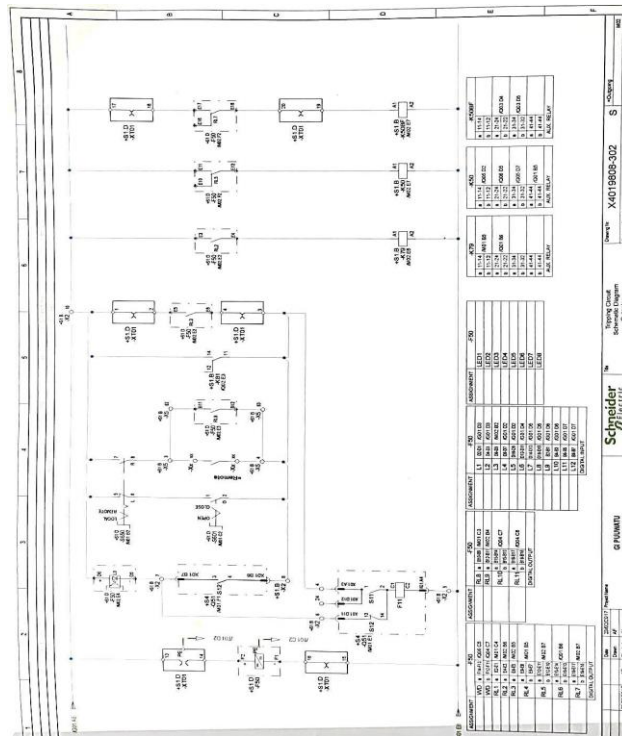


Gambar 4.5 PSL Relay

4.5 Melakukan Aktivasi Rangkaian Trip PMT Pada Outgoing

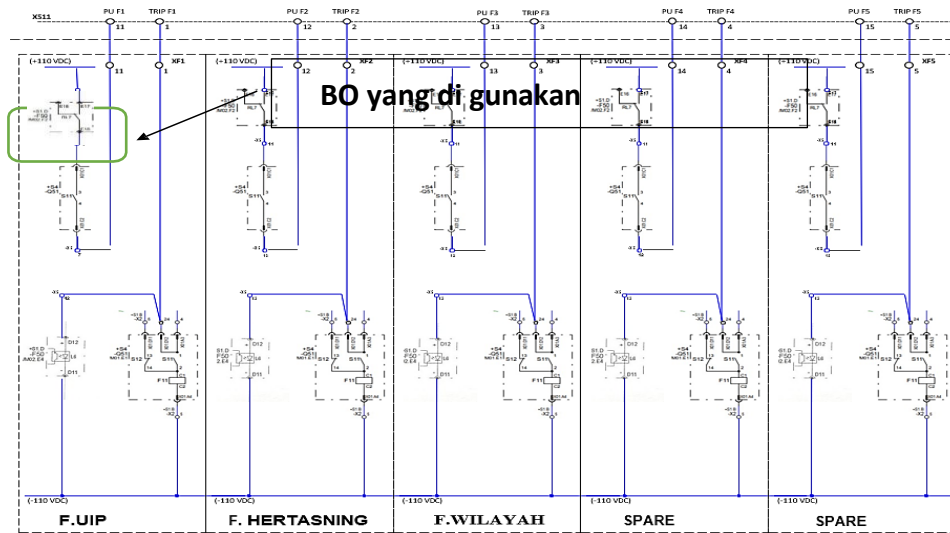


Gambar 4.6 Indikasi / Annunciator



Gambar 4.7 Wiring Diagram

Di butuhkan buku wiring kubikel outgoing untuk menentukan BO dan BI yang telah kita setting pada PSL relay tersebut sesuai dengan BO dan BI yang akan digunakan pada terminal out going tersebut. Setelah BO dan BI pada relay di aktifkan selanjutnya melakukan aktivasi pada rangkaian trip PMT menggunakan wiring diagram kubikel outgoing. (Electric, 2017)

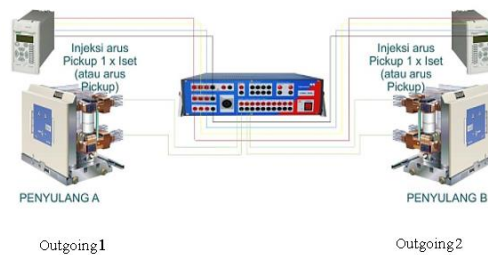


Gambar 4.8 Wiring Rangkaian Trip Multi Feeder

Melakukan Pengujian Function Multi Trip Feeder

Setelah melakukan aktivasi BO dan BI dan melakukan aktivasi pada rangkaian trip PMT selanjutnya melakukan uji function rangkaian multi trip feeder dengan menggunakan alat uji injeksi arus (CMC). Uji function di lakukan dengan cara menginjek arus gangguan minimum terhadap dua feeder secara bersamaan dan memastikan PMT dua feeder tersebut trip secara bersamaan dengan waktu trip PMT instan secara bersamaan.

- Pengujian menggunakan alat uji CMC



Gambar 4.9 Rangkaian alat uji CMC

- Hasil uji individual test

Setelah pengujian selesai di lakukan akan muncul hasil uji sebagai berikut.

MULTI FEDER TRIP TRF#1 GI PANAKKUKANG.qcm:

Test Module
 Name: OMIACRON QuickCMC
 Test Start: 06-May-2024 12:40:59
 Version: 4.31
 Test End: 06-May-2024 17:46:17
 Company: Manager

Test Results
 Title: Individual FS
 Fault Calculator:

Table Inputcode	Parameters (All values are secondary)
Direct	V L1-E 0.00 V V L2-E 0.00 V V L3-E 120.00 V I L1 380.0 mA I L2 0.00 A I L3 0.00 A

Generator Settings

	0.000V	0.00%
V L1-E	0.000V	-120.00%
V L2-E	0.000V	120.00%
V L3-E	0.000V	0.00%
I L1	0.000A	120.00%
I L2	0.000A	120.00%
I L3	0.000A	0.00%
I S1-1	0.380A	-120.00%
I S1-2	0.000A	-120.00%
I S1-3	0.000A	120.00%

Binary Inputs

Name	Slope	Time
Trip	1->0	1.750s
Trip L1	1->0	ms
Overload	1->0	ms

Summary
 2 tests passed, 0 tests failed, 0 tests not assessed
 Test passed (manually assessed)

100.00% passed

Gambar 4. 6 Hasil Uji Menggunakan CMC

4.7 Membandingkan Hasil Uji Menggunakan Alat Uji Dengan Rumus SI

Berdasarkan data yang diperoleh, arus beban maksimum (In) dari outgoing trafo 1 GI Panakkukang yaitu 0.475 A. Maka untuk mengetahui arus setting nya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Iset Primer} &= 0.475 \times I_n \times 2 \\ &= 0.475 \times 400 \times 2 \end{aligned}$$

= 380 A Pengujian menggunakan data sebagai berikut

Iset Outgoing A : 380 A, kurva SI, TMS : 0.17

Iset Outgoing B : 380 A, kurva SI, TMS : 0.17

Berdasarkan perhitungan kurva *Standard Inverse* dengan rumus :

$$t = TMS \times \frac{0.14}{I^{0.02-1}}$$

$$t = 0.17 \times \frac{0.14}{2^{0.02-1}}$$

$$t = \frac{0.0238}{0.01295947979}$$

$$t = 1.70493459341$$

$$t = 1.705$$

Jika arus injeksi kedua penyulang adalah 380 A maka masing-masing penyulang akan trip dengan waktu :

GFR I set :	0.475		0.95
Tms:	0.17		1.760
		N	Hasil Uji
			Hitungan
			Error
			1.705
			0.031

Outgoing 1 : 1.705 detik

Outgoing 2 : 1.705 detik

Dari hasil pengujian di atas dapat dilakukan perhitungan eror antara hasil alat uji dengan rumus SI dengan rumus sebagai berikut :

$$(Hasil alat uji - rumus SI) : hasil alat uji : 100 \% =$$

$$(1.760 - 1.705) : 1.760 : 100\% =$$

$$(0.055) : 1.760 : 100\% =$$

$$0.03125 : 100\% =$$

$$0.031 \%$$

Dari hasil uji menggunakan alat uji CMC dengan arus sebesar 380A PMT outgoing 1 dan PMT outgoing 2 akan trip di waktu 1.760 detik. Jika membandingkan hasil uji menggunakan alat CMC dengan rumus Standar Invers ada eror sebesar 0.031.

Namun dalam pengujian menggunakan skema proteksi untuk trip multifeeder waktu trip dipersingkat menjadi instan agar relay incoming tidak mengakumulasi arus gangguan tersebut.



Gambar 4. 7 Indikasi Trip Multifeeder Pada Relay

Dari pengujian di atas dapat di simpulkan aktivasi trip multi feeder trafo 1 GI Panakkukang menggunakan spare Outgoing sebagai sample telah sukses dan dapat di implementasikan ke Outgoing yang lain.

D. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisis tinggi gelombang dan abrasi maka, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Untuk mengetahui setting pada Outgoing telah sesuai adalah dengan cara melakukan pengujian karakteristik waktu pada relay dengan cara melakukan injeksi arus pada relay.
2. Untuk mengetahui setting pada Incoming telah sesuai adalah dengan cara melakukan pengujian karakteristik waktu pada relay dengan cara melakukan injeksi arus pada relay.
3. Setelah melakukan analisa setting pada outgoing dan incoming dapat disimpulkan bahwa apabila terjadi gangguan multi outgoing dapat menyebabkan incoming trip.
4. Dengan melakukan aktivasi trip multi feeder dapat meningkatkan keandalan sistem penyaluran ke pelanggan. Penerapan trip multi feeder dapat mengurangi jumlah gangguan incoming akibat gangguan outgoing secara bersamaan pada gardu induk.

Saran

1. Terdapat banyak kemungkinan pengembangan yang dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan, sehingga dibutuhkan masukan dari berbagai pihak.
2. Menerapkan aktivasi trip multifeeder pada setiap outgoing untuk meminimalisir gangguan incoming pada Gardu Induk
3. Metode hardwire hanya dapat di terapkan pada gardu induk dengan out going yang sedikit dikarenakan keterbatasan tempat pada panel

E. Referensi

- Azis, A., & Febrianti, I. K. (2019). Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang. *Jurnal Ampere*, 4(2), 332-344.
- Baskara, I., Sukerayasa, I. W., & Ariastina, W. G. (2015). Studi Koordinasi Peralatan Proteksi OCR dan GFR pada Penyulang Tibubeneng. *Teknik Elektro*, 14(2).
- Dermawan, E., & Nugroho, D. (2017). Analisa koordinasi over current relay dan ground fault relay di sistem proteksi feeder gardu induk 20 kV Jababeka. *eLEKTUM*, 14(2), 43-48.
- Electric, S. (2017). MiCOM P14x - (P141, P142, P143 & P145) – Feeder
- Erliwati, Syafii, & Nurdin, M. (2015). *Koordinasi Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Distribusi 20 kV di GI Pauh Limo*.
- Faizal Ramadhan Sundara, Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 KV PENYULANG CKNG di PT.PLN (Persero) Area Ciamis Menggunakan ETAP Dan Metode Section Technique (2021) Universitas Pendidikan Indonesia
- Karyana Dkk. (2013). Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali
- Arippin, M. I. (2024). Analisis Koordinasi Sistem Proteksi Pada Transformator 60 Mva Gardu Induk Glugur PT. PLN (Persero). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 4(2).
- Rizki, M. (2019). *Evaluasi Dan Koordinasi Setting Reali OCR Dan GFR Pada Gardu Induk New Jakabaring Universitas Sriwijaya*
- Pais, N. F. (2021). *Koordinasi Proteksi Penyulang Kampili Dengan Penyulang Express Pembangkit Bili-Bili 1 & 2 Pada Gardu Induk Borongloe* (Doctoral dissertation, Politeknik negeri Ujung Pandang).
- PT PLN (Persero). (2024). Pedoman Pemeliharaan Kubikel Tegangan Menengah
- PT PLN (Persero). (2024). Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga.
- PT PLN (Persero). (2024). Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus
- PT PLN (Persero). (2024). Pedoman Pemeliharaan Trafo Tegangan
- Sumartono dkk. (2024). Protection Scheme For Cummulative Effect Of Multifeeder Fault Bidang Transmisi
- Tanyadji, S., & Thaha, S. (2015). Sistem Proteksi Tenaga Listrik. *Makassar: Inninawa*.