

ANALISIS KEANDALAN, KOORDINASI PROTEKSI. RELAY STANDBY EARTH FAULT (SBEF), SAAT TERJADI FAULT PADA GARDU INDUK MAROS

Bagas Tomi Yulianto¹

Program Studi Teknik Elektro¹, Fakultas Teknik² (Universitas Islam Lamongan)
tommy.electro98@gmail.com¹

ABSTRACT

The need for the use of electric power in modern times has experienced many developments in the field of technology, which of course has an effect on the amount of electricity consumed in society. Along with the rapid demand for electricity in Indonesia. The reliability of the electric power system is key to meeting the community's needs for electrical energy. This is due to the increasing number of human activities that require electrical energy.

This study aims to analyze the reliability of protection coordination, working principles, security, and SBEF relay simulation when a fault occurs at the Maros substation. The method of data collection and direct observation in the field was carried out precisely at the Maros 150 kV Substation, the Maros Transmission and Substation Service Unit (ULTG).

The results of the study, namely the reliability of the SBEF relay protection coordination when a fault occurs at the Maros substation, show that the first relay to work is the OCR GFR on the feeder side because, based on the working current settings and working time if given a fault current of 3021 A, it will work after 426 ms, followed by the incoming side GFR OCR relay, SBEF stage 1 Fault percentage = 0075% so that it has a reliability percentage of 100%. The working principle and safeguards carried out on the SBEF relay when a fault occurs at the Maros substation and the data recap of the Maros ULTG fault can be seen by comparing the frequency of faults that cause the transformer to go out before and after the implementation of the two-stage SBEF relay function and the frequency of faults that cause the transformer to go out at ULTG Maros in 2019 as many as 1 times and in 2020 as many as 0 times. The simulation on SBEF, when a fault occurs at the Maros substation on the transformer, uses the ETAP 19.0.1 application; the first time it works is GFR.

Keywords: Protection Coordination Reliability, ULTG Maros, SBEF, GFR, ETAP

INTISARI

Kebutuhan akan penggunaan tenaga listrik di zaman modern ini telah banyak mengalami perkembangan di bidang teknologi, yang tentunya berdampak pada besarnya konsumsi listrik di masyarakat. Seiring dengan pesatnya kebutuhan listrik di Indonesia. Keandalan sistem tenaga listrik menjadi kunci dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik. Hal ini disebabkan semakin banyaknya aktivitas manusia yang membutuhkan energi listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keandalan koordinasi proteksi, prinsip kerja, keamanan, dan simulasi relai SBEF ketika terjadi gangguan pada GI Maros. Metode pengumpulan data dan observasi langsung di lapangan dilakukan tepatnya di Gardu Induk 150 kV Maros, Unit Pelayanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Maros.

Hasil penelitian yaitu keandalan koordinasi rele proteksi SBEF pada saat terjadi gangguan pada Gardu Induk Maros menunjukkan bahwa rele yang pertama kali bekerja adalah OCR GFR pada sisi feeder karena berdasarkan pengaturan arus kerja dan waktu kerja, jika diberi arus gangguan sebesar 3021 A maka akan bekerja setelah 426 ms, dilanjutkan dengan relay GFR OCR sisi masuk, SBEF tahap 1 Persentase gangguan = 0075% sehingga mempunyai persentase keandalan 100%. Prinsip kerja dan pengamanan yang dilakukan pada relai SBEF ketika terjadi gangguan pada Gardu Induk Maros dan rekap data gangguan ULTG Maros dapat dilihat dengan membandingkan frekuensi gangguan yang menyebabkan trafo padam sebelum dan sesudah penerapan fungsi relai SBEF dua tahap dan frekuensi gangguan yang menyebabkan trafo mati di ULTG Maros pada tahun 2019 sebanyak 1 kali dan tahun 2020 sebanyak 0 kali. Simulasi pada SBEF ketika terjadi gangguan pada gardu induk Maros pada trafo menggunakan aplikasi ETAP 19.0.1; yang pertama kali berhasil adalah GFR.

Kata kunci: Keandalan Koordinasi Proteksi, ULTG Maros, SBEF, GFR, ETAP

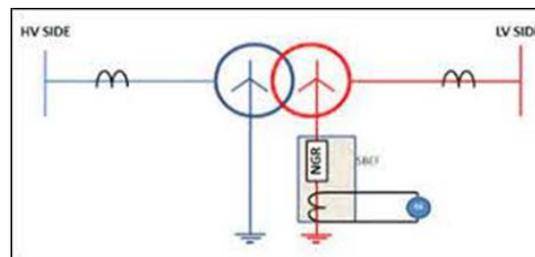
I. PENDAHULUAN

Sistem proteksi merupakan suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik dari gangguan seperti gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi dan penyebab lainnya yang bekerja cara mendeteksi kondisi abnormal pada sistem tenaga listrik dan memisahkan peralatan yang terganggu dari Sistem yang sehat. sekaligus mengamankan bagian Yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar sehingga sistem dapat terus berfungsi. Zona proteksi transformator merupakan salah satu contoh subsistem dari sistem proteksi. pola proteksi transformator harus dapat transformator dari gangguan internal maupun gangguan eksternal.

Sistem proteksi bertujuan untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian yang terganggu dari bagian lain yang normal sekaligus mengamankan bagian yang masih baik dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar. Sistem proteksi terdiri dari relai proteksi, transformator arus (CT), pemutus tenaga (PMT), dan catu daya yang terintegrasi dalam suatu rangkaian. Dalam efektifitas dan efisiensi setiap peralatan proteksi Yang dipasang harus disesuaikan dengan kebutuhan dan ancaman ketahanan peralatan yang dilindungi sehingga peralatan proteksi digunakan sebagai jaminan pengaman.

Salah satu rele yang digunakan yaitu rele diferensial yang merupakan pengaman utama transformator yang bekerja tanpa koordinasi dengan rele yang lain[1]. Pada transformator daya salah satu pengaman yang terpasang adalah rele diferensial. Rele diferensial merupakan rele pengaman pada sebuah transformator yang mampu bekerja seketika tanpa berkoordinasi dengan rele di sekitarnya, sehingga waktu kerja rele diferensial dapat dibuat secepat mungkin. Sistem proteksi yang baik didukung oleh setting yang bagus pada rele diferensial untuk menghindari kegagalan proteksi dan

meningkatkan kualitas operasional sistem transmisi.



Gambar 1. Earth Fault

Standby Earth Fault (SBEF) Merupakan proteksi NGR terhadap arus lebih yang berfungsi untuk mengamankan NGR dari hubung singkat fasa tanah. Oleh karena itu SBEF hanya ada pada transformator yang pentanahannya menggunakan NGR. Fungsi SBEF (Stand by Earth Fault) sisi netral 20 kV, pada dasarnya merupakan pengaman NGR akibat gangguan I -fasa ketanah pada jaringan S UTM.

Umumnya, relai proteksi SBEF yang berfungsi sebagai pengaman NGR bekerja dengan memisahkan bagian transformator secara keseluruhan (memutus PMT Sisi 150 kV pada Transformator 150/20 kV) tetapi prinsip tersebut terkadang sangat merugikan karena biasanya penyebab gangguan berada di Sisi beban (Sisi 20 kV).

Berdasarkan uraian tersebut yang menjadi latar belakang dan umumnya relay proteksi SBEF yang hanya berfungsi sebagai pengaman NGR yang bekerja dengan memisahkan bagian transformator tetapi prinsip tersebut sangat merugikan karena penyebab gangguan berada di Sisi beban sehingga pada tahun 2020 untuk mendukung program zero trip PLN menerapkan fungsi SBEF sehingga saya mengadakan penelitian di VE. PLN (Persero) Unit Layanan

Transmisi dan Gardu Induk (ULTG Maros) Gardu Induk Maros.

II. LANDASAN TEORI

A. Gardu Induk

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem transmisi (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem transmisi (transmisi), sistem (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik, gardu induk merupakan sub-sistem dari sistem tenaga listrik. Sebagai sub sistem dari sistem transmisi (transmisi), gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem transmisi (transmisi) secara keseluruhan[2].

Fungsi utama dari gardu induk yaitu untuk mentransformasikan daya listrik, yaitu antara lain:

1. Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (500 kV/150 kV).
2. Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 kV/70 kV).
3. Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 kV/20 kV, 70 kV/20 kV), untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengaman dari sistem tenaga listrik, pengaturan beban ke gardu induk gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu distribusi- gardu distribusi, setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang (feeder) tegangan menengah yang ada di gardu induk.

Gangguan yang terjadi adalah gangguan fasa dan tanah yang tidak dapat dihindarkan pada gangguan distribusi external. Rele yang digunakan adalah Overcurrent Relay (OCR) sebagai proteksi pada feeder. Pada sisi 3,4 kV mengalami kegagalan memutus saat gangguan terjadi. Untuk meningkatkan keandalan di PT. KPC, yaitu setting ulang relenya. Kemudian dirubah sesuai perhitungan pada OCR fasa sesudah disetting pada sisi primer 11 kV dengan

waktu 0,12 detik dan arus sekunder 2,01 ampere, dan untuk ground dengan waktu 0,07 detik dan arus sekunder 0,3 ampere, kemudian rele OCR fasa sisi sekunder 3,4 kV dengan waktu 0,11 detik dan arus sekunder 5,1 ampere, dan untuk ground dengan waktu 0,17 detik dan arus sekunder 0,8 ampere, agar semakin cepat untuk memotong arus gangguan dan tidak merusak peralatan listrik lainnya. Kata kunci : Feeder, Gangguan hubung singkat, Overcurrent relay, PT. Kaltim Prima Coal, Sistem distribusi[3].

B. Karakteristik Relay

Relay adalah komponen elektromekanis atau elektronik yang digunakan untuk mengendalikan aliran listrik dalam suatu rangkaian listrik. Mereka berperan dalam membuka atau menutup jalur listrik berdasarkan sinyal atau kondisi tertentu. Waktu pemutusan gangguan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan suatu skema proteksi. Hal ini dikarenakan suatu peralatan proteksi harus dikoordinasikan waktunya dengan peralatan proteksi yang lain agar hanya peralatan proteksi yang paling dekat dengan gangguan saja yang bekerja. Masalah kegagalan sistem proteksi sangat berpengaruh terhadap keandalan dalam penyaluran energi listrik. Relai SBEF merupakan relai yang berfungsi untuk melindungi NGR di sisi netral sekunder transformator, relai ini bekerja dengan mentripping PMT sisi 150 kV yang interlock dengan PMT sisi 20 kV apabila muncul arus di sisi netral sekunder trafo, tapi pada tahun 2020 untuk mendukung program zero trip PMT 150 kV, PLN menerapkan fungsi dua tahap relai SBEF guna memberi jeda ketika ada gangguan yang membuat relai SBEF bekerja dan akan mentripping sisi 20 kV terlebih dahulu. Tujuan penelitian adalah menganalisis arus hubung singkat dari transformator 30 MVA di Gardu Induk Maros beserta setting dari relai SBEF, menganalisis koordinasi relai SBEF dan GFR (Ground Fault Relay) berdasarkan simulasi di

aplikasi ETAP 16.0.0. Metode dalam penelitian ini berupa studi literatur, observasi dan wawancara sedangkan teknik analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif. Data yang digunakan adalah data teknis Gardu Induk Maros yang terdiri dari spesifikasi transformator, data impedansi sumber dan setting terbaru yaitu fungsi dua tahap SBEF. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa setting arus kerja SBEF sebesar 86,6 A untuk tahap satu dan tahap dua. Sedangkan TMS (Time Multiple Second) sebesar 0,097 untuk tahap satu dan 0,117 untuk tahap 2, dimana tahap 1 untuk mentriapkan PMT sisi 20 kV (Incoming) sedangkan tahap 2 untuk mentriapkan PMT sisi 150 kV. dan untuk simulasinya, GFR bekerja secara bertahap tergantung dari lokasi gangguannya yang dimulai dari GFR Penyulang, GFR Incoming, SBEF tahap satu dan SBEF tahap dua[1]

Salah satu relay yang digunakan yaitu relay differential yang merupakan pengaman utama transformator yang bekerja tanpa koordinasi dengan relay yang lain. Relay differential sendiri mempunyai beberapa syarat yang harus dipenuhi sebagai pengaman, diantaranya:CT yang digunakan harus mempunyai ratio perbandingan yang sama sehingga $I_p = I_s$ serta sambungan dan polaritas CT1 dan CT2 sama. Yang kedua pemasangan Auxiliary CT yang terhubung Y karena harus membandingkan arus pada dua sisi tanpa perbedaan fasa. Yang terakhir adalah karakteristik kejenuhan CT1 dan CT2 harus sama. Untuk itu perlu dilakukan setting relay differential dengan perhitungan pemilihan ratio CT, perhitungan ACT, setting relay differential itu sendiri dan error mismatch. Error mismatch pada trafo arus masih dibawah batas maksimal yaitu 5% karena didapat hasil perhitungan masing-masing trafo arus baik pada sisi 150 kV dan 20 kV sebesar 1,129% dan 0,721% [4].

C. Relay SBEF

Dua tahap relay proteksi merupakan komponen yang berperan dalam sistem pengamanan jaringan distribusi. Adapun relai harus mampu bekerja selektif, yaitu dapat membedakan secara cermat dalam mengatasi gangguan agar kerja koordinasi antar relai proteksi di sistem dapat bekerja dengan baik. Karena sesuai dengan fungsinya relay SBEF merupakan relay yang berfungsi untuk melindungi NGR dari panas baik akibat hubung singkat maupun arus urutan nol mengalir ke titik netral transformator secara terus menerus.

Transformator tenaga merupakan peralatan yang sangat penting bagi penyaluran daya listrik sehingga perlu adanya perlindungan guna bekerja tetap handal. Sistem proteksi adalah sistem berupa perlindungan pada peralatan listrik guna menghindari kerusakan peralatan serta menjaga stabilitas penyaluran tenaga listrik.

D. Relay GFR

Peralatan proteksi yang sering digunakan pada sistem distribusi adalah over current relay (OCR) dan ground fault relay (GFR), yaitu relai yang berfungsi memberi perintah PMT untuk membuka, sehingga saluran yang terganggu dipisahkan dari jaringan. Relai hubung tanah yang lebih dikenal dengan GFR (Ground Fault Relay). Relai hubung tanah adalah suatu relai yang bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dan dalam jangka waktu tertentu bekerja apabila terjadi gangguan hubung singkat fasa ke tanah.

E. Software ETAP 19.0.1

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan

data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time.

Etap merupakan software yang digunakan untuk melakukan desain/perencanaan sistem kelistrikan yang ada di suatu Industri atau Wilayah. Software ini sangat bermanfaat untuk melakukan berbagai analisa yang sangat membantu untuk mempermudah pekerjaan.

III. METODE PENELITIAN

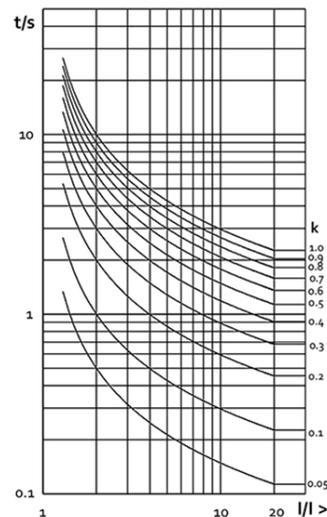
A. Metode Pengumpulan Data

Teknik atau metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini tentang “Analisis Keandalan Koordinasi Proteksi Relay Standby Eart Fault (SBEF) Saat Terjadi Fault Pada Gardu Induk” adalah sebagai berikut:

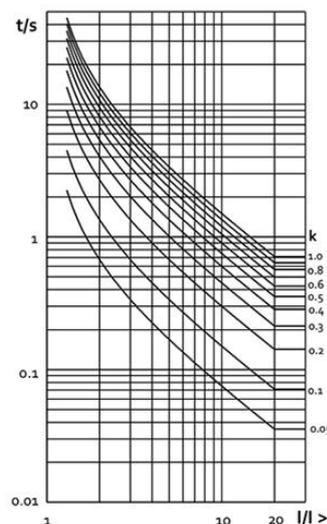
1. Metode Literatur

Pengumpulan data dengan metode literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi-referensi baik berupa buku, internet, jurnal ilmiah, dokumen pemeliharaan tahunan ULTG Maros maupun buku panduan dari PLN (Persero) yang dapat menunjang dan membantu proses pembuatan dalam pengerjaan skripsi ini, seperti buku Pedoman Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali, buku Perhitungan setting dan Koordinasi Proteksi Sistem Distribusi, dll.

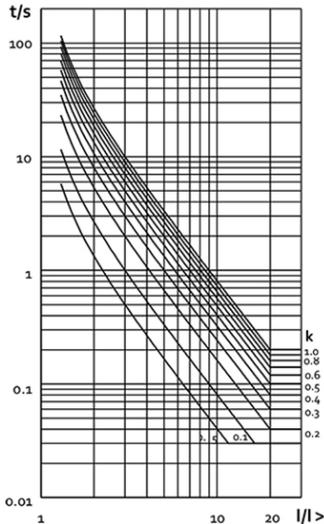
Studi kepustakaan merupakan suatu kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dari suatu penelitian. Hampir semua penelitian memerlukan studi literatur atau pustaka. Walaupun orang sering membedakan antara riset kepustakaan (library research) dan riset lapangan (field research), keduanya tetap memerlukan penelusuran pustaka. Ada banyak manfaat dari sebuah studi literatur dalam proses membuat makalah penelitian. Salah satunya adalah memunculkan ide-ide terbaru dalam penelitian. Sebab tidak ada penelitian yang 100% baru, pasti akan ada irisan duplikasi dari penelitian sebelumnya.



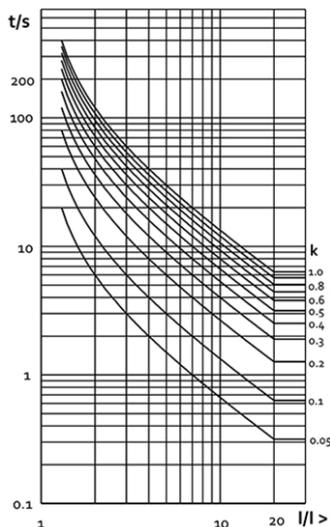
Gambar 2. Kurva Karakteristik Standart Inverse



Gambar 3. Kurva Karakteristik Very Inverse



Gambar 4. Kurva Karakteristik Extremely Inverse



Gambar 5. Kurva Karakteristik Long Time Inverse

2. Metode Wawancara

Pengumpulan data dengan metode wawancara dilakukan dengan cara konsultasi/tanya jawab langsung kepada pihak yang berkompeten dalam hal ini manager ULTG, supervisor OPHAR, asisten engineering HAR maupun staff HAR yang bertanggung jawab dalam menangani masalah pemeliharaan dan pengoperasian sistem tenaga

listrik pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Maros

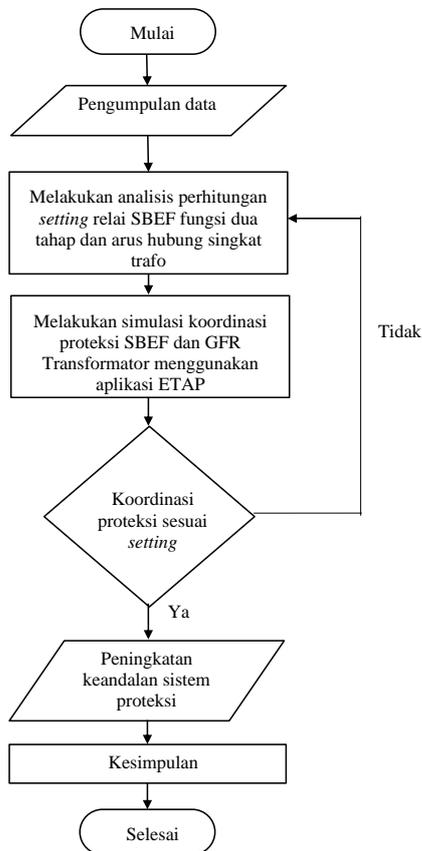
3. Metode Observasi

Pengumpulan data dengan metode observasi dilakukan dengan cara mencari data-data teknis secara langsung di lapangan. Data tersebut berupa setting dan hasil pengujian setelah pengaktifan fungsi relai yang diambil pada saat terlibat dalam kegiatan pemeliharaan. Pengumpulan data dan pengamatan langsung di lapangan dilakukan tepatnya pada Gardu Induk Maros 150 kV, Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Maros.

B. Analisa Data

1. Perhitungan setting relay SBEF fungsi dua tahap dan arus hubung singkat transformator.
2. Simulasi koordinasi proteksi SBEF dan GFR Transformator menggunakan aplikasi ETAP.
3. Perbandingan antara hasil teori dan simulasi setting relay proteksi SBEF.
4. Perbandingan jumlah gangguan phase – ground yang menyebabkan transformator padam berdasarkan data gangguan sebelum dan setelah penerapan fungsi dua tahap relay SBEF.

C. Bagan Alir Penelitian



Tabel 1. Data yang Dimasukkan di Etap

Peralatan	Input
1. Power Grid	100 MVA
2. Bus	Nominal kV = 150 kV
3. Circuit Breaker	Rated kV = 245 Kv
4. Current Transformer	150/5 Ampere
5. Overcurrent Relay	Mengikuti tabel 4.4
6. Transformer	Mengikuti tabel 4.1, 4.2 dan impedansi trafo
7. Bus	Nominal kV = 20 Kv
8. Current Transformer	150/5 Ampere
9. Overcurrent Relay	Mengikuti hasil perhitungan setting relay SBEF tahap 1
10. Current Transformer	150/5 Ampere
11. Overcurrent Relay	Mengikuti hasil perhitungan setting relay SBEF tahap 2
12. Current Transformer	1000/5 Ampere
13. Overcurrent Relay	Mengikuti tabel 4.5
14. Circuit Breaker	Rated kV = 24 Kv
15. Cable	Mengikuti hasil perhitungan Impedansi
16. Bus	Nominal kV = 20 Kv
17. Circuit Breaker	Rated kV = 24 Kv
18. Current Transformer	600/5 Ampere
19. Overcurrent Relay	Mengikuti tabel 4.6
20. Static Load	48 MVA

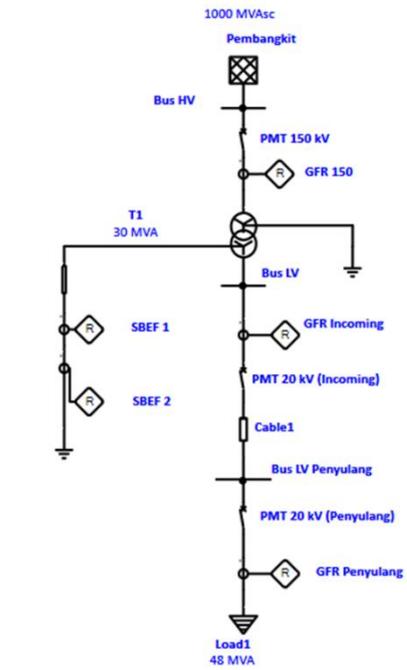
Gambar 6. Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Keandalan koordinasi proteksi relay SBEF saat terjadi fault pada gardu induk Maros Menggunakan Aplikasi ETAP 19.0.1

1. Pemodelan

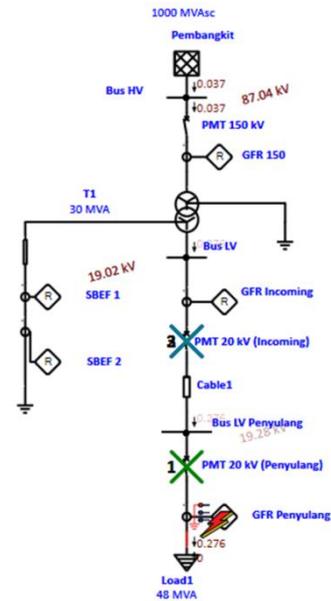
Berdasarkan pada data transformator dan setingan relay yang diperoleh maka dapat dibuat pemodelan diagram satu garis koordinasi relay proteksi SBEF dengan GFR sisi 150 kV dan 20 kV menggunakan aplikasi ETAP 19.0.1. Berikut ini langkah-langkah dalam pemodelan diagram satu garis relay proteksi SBEF dan OCR GFR sisi 150 kV dan 20 kV di aplikasi ETAP 19.0.1.



Gambar 7. Pemodelan Diagram Satu Garis Koordinasi Proteksi SBEF dengan GFR sisi 150 kV dan 20 kV pada Transformator

2. Simulasi gangguan hubung singkat fase – ground di sisi beban

Simulasi gangguan dimulai dari sisi penyulang (Outgoing) untuk melihat relay apa yang bekerja dan seberapa cepat responnya terhadap gangguan apabila diberi gangguan arus hubung singkat fase – ground. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



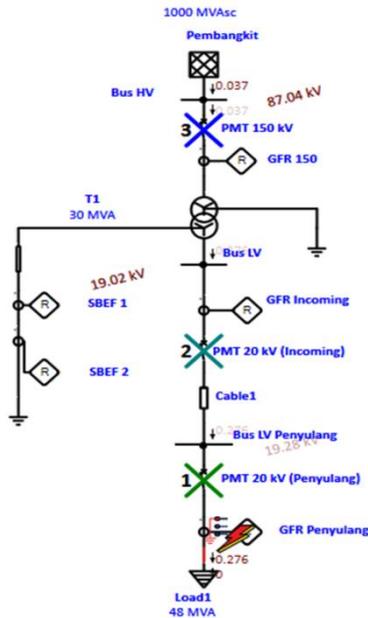
Gambar 8. Simulasi Gangguan Arus Hubung Singkat Fase - Ground di sisi Penyulang (Outgoing)

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
452	GFR Penyul...	0.276	452		Ground - OC1 - 51
452	PMT 20 kV ...	0.0	0.0		Tripped by GFR Penyulang Ground - OC1 - 51
723	GFR Incoming	0.276	723		Ground - OC1 - 51
723	PMT 20 kV ...	0.0	0.0		Tripped by GFR Incoming Ground - OC1 - 51
5330	SBEF 1	0.276	5330		Ground - OC1 - 51
5330	PMT 20 kV ...	0.0	0.0		Tripped by SBEF 1 Ground - OC1 - 51
6429	SBEF 2	0.276	6429		Ground - OC1 - 51
6439	PMT 150 kV	10.0	10.0		Tripped by SBEF 2 Ground - OC1 - 51

Gambar 9. Tampilan Sequence Viewer

3. Simulasi gangguan hubung singkat fase – fase di sisi beban

Simulasi gangguan dimulai dari sisi penyulang (Outgoing) untuk melihat relay apa yang bekerja dan seberapa cepat responnya terhadap gangguan apabila diberi gangguan arus hubung singkat fase – fase. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Simulasi Gangguan Arus Hubung Singkat fase - fasa di sisi Penyulang (Outgoing)

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
426	GFR Penyul...	3,021	426		Phase - OC1 - 51
426	PMT 20 kV ...	0,0			Tripped by GFR Penyulang Phase - OC1 - 51
1207	GFR Incoming	3,021	1207		Phase - OC1 - 51
1207	PMT 20 kV ...	0,0			Tripped by GFR Incoming Phase - OC1 - 51
2352	GFR 150	0,403	2352		Phase - OC1 - 51
2352	PMT 150 kV	10,0			Tripped by GFR 150 Phase - OC1 - 51

Gambar 11. Tampilan Sequence Viewer

V. KESIMPULAN

Keandalan koordinasi proteksi relay SBEF saat terjadi fault pada gardu induk Maros dapat diketahui bahwa relay yang pertama kali bekerja adalah OCR GFR sisi penyulang karena berdasarkan setting arus kerja dan waktu kerjanya, apabila diberi arus gangguan sebesar 3021 A maka akan bekerja setelah 426 ms, kemudian diikuti relay OCR GFR sisi Incoming, SBEF tahap 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] Yuniarto, A. Subari, and D. H. Kusumastuti, "Setting Relay Differensial Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi," *Transmisi*, vol. 17, no. 3, pp. 147-152-152, 2015.
- [2] [2] E. S. Nasution, F. I. Pasaribu, and M. Arfianda, "Rele Diferensial Sebagai Proteksi pada Transformator Daya pada Gardu Induk," *Ready Start*, vol. 02, no. 1, pp. 179-186, 2019.
- [3] [3] Rachmad Hidayat Mastian Noor, *Analisis Koordinasi Over Current Relay Untuk Gangguan Fasa Dan Tanah Di Pt.Kpc (Kaltim Prima Coal)*, vol. 53, no. 9. 2017.
- [4] [4] A. A. D. Amir, "Analisis Penerapan Fungsi Dua Tahap Pada Relai Proteksi Standby Earth Fault (SBEF) Transformator 30 MVA Gardu Induk Maros 150 kV," 2022.