

ANALISA SETTING RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA OUTGOING MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 19.0.1 DI JARINGAN GARDU HUBUNG LANCANG GARAM

Maya Rezeki

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Muara Satu, Aceh Utara, Aceh, Indonesia
E-mail : maya.180150022@mhs. unimal.ac.id

Abstrak— Pada sistem tenaga listrik, proteksi sangat dibutuhkan dalam penyampaian listrik sampai pada konsumen. Sistem distribusi tegangan menengah 20kV, sering ditemui adanya gangguan hubung singkat. Tercatat pada periode tahun 2022 terjadi gangguan hubung singkat sebanyak 56 kali pada penyulang Lancang Garam. Dikarenakan hal ini, PT. PLN merencanakan pemasangan rele proteksi tambahan berupa recloses guna memperkecil daerah padam yang diakibatkan gangguan. Untuk itu, penulis akan membahas tentang koordinasi proteksi rele arus lebih dan gangguan tanah pada penyulang Gardu Hubung Lancang Garam. Dimana setting low set ditetapkan berdasarkan 1,2 arus beban dan high set berdasarkan arus gangguan hubung singkat. Hasil koordinasi yang dilakukan pada Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam menunjukkan terdapat kesalahan koordinasi pada OCR. Berdasarkan analisis pada kurva setting existing relay, ditemukan kurva yang saling tumang tindih lebih tepatnya pada relay1 penyulang L.G 01. Oleh karena itu dilakukan evaluasi pada setting relay OCR di Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam. Evaluasi yang dilakukan pada koordinasi Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam ialah perlunya diadakan resetting relay pada OCR. Setelah dilakukan resetting relay pada ETAP 19.0.1, kurva yang dihasilkan sudah tidak saling tumpang tindih dan tidak berpotongan. Jeda waktu kerja antara relay sudah sesuai dengan standar IEEE 242 yaitu 0,2-0,4 detik. Sedangkan pada hasil resetting relay jeda waktu yang dihasilkan ialah 0,5 detik dan masih termasuk kondisi yang normal.

Keywords— *OCR, GFR, ETAP 19.0.1, Gangguan Hubung Singkat*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tenaga listrik yang cenderung terus meningkat setiap tahunnya, telah mendorong dilakukannya pengembangannya dan penambahan pusat-pusat pembangkit energi listrik, serta gardu induk yang berfungsi sebagai pusat pengiriman daya listrik ke berbagai daerah konsumen. Keandalan suatu sistem tenaga listrik ditentukan dengan baik tidaknya sistem proteksi disisi pembangkitan dan peralatan-peralatan pada gardu induk seperti transformator

daya, busbar dan peralatan-peralatan proteksi seperti pemutus daya (PMT), Saklar Pemisah (DS), Transformator pengukuran (CT dan PT) dan lain-lain, serta kerja operator yang mengoperasikan dan mengawasi peralatan-peralatan tersebut. Perkembangan pembangunan disegala bidang menuntut PLN agar dapat menyediakan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan konsumen. Namun dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, sering terjadi gangguan pada jaringan [1].

Gangguan hubung singkat sebagai salah satu gangguan dalam sistem tenaga listrik yang mempunyai karakteristik transient yang harus dapat diatasi oleh peralatan pengamanan. Terjadinya hubung singkat mengakibatkan timbulnya lonjakan arus dengan magnitudo lebih tinggi dalam keadaan normal dan tegangan ditempat tersebut jadi sangat rendah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada isolasi, kerusakan mekanis pada konduktor, bunga api listrik dan keadaan terburuk yaitu kegagalan operasi sistem secara keseluruhan [2]. Gangguan hubungan singkat ini sering terjadi pada jaringan 20kV, baik gangguan antara fasa atau gangguan hubung singkat fasa ke tanah, apabila sistem proteksi yang terpasang tidak baik sehingga dapat menyebabkan gangguan. Gangguan hubung singkat menyebabkan hantaran arus yang jauh melebihi arus nominal peralatan penyaluran sistem tenaga listrik, sehingga membuat rusak peralatan tersebut. Arus gangguan ini yang jauh melebihi arus nominal dari peralatan, harus dicegah, untuk itu diperlukan suatu alat pengamanan terhadap arus lebih, terlebih di penyulang jaringan gardu induk lhokseumawe yang kerap mengalami gangguan [3].

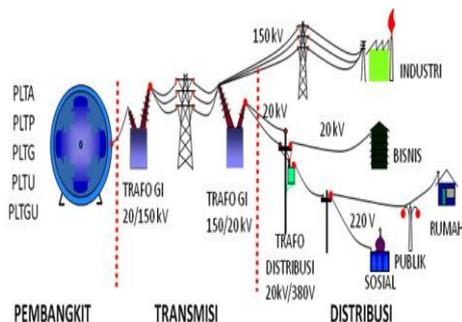
Dengan demikian dibutuhkan penyetelan rele yang baik agar rele dapat memproteksi peralatan listrik yang lain dari arus gangguan hubung singkat. Guna mengatasi terjadinya kendala ini, maka digunakan rele arus lebih (OCR) serta rele gangguan tanah (GFR). Rele ini berguna untuk mendeteksi arus lebih yang mengalir pada suatu jaringan sesuai dengan setting nilai arus yang telah ditentukan. Dengan setting yang baik pada pengamanan ini, diharapkan gangguan serta kerusakan peralatan pada titik gangguan dapat berkurang [4]. Besarnya arus gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi didalam suatu sistem kelistrikan perlu diketahui sebelum gangguan yang sesungguhnya terjadi. Untuk itu diperlukan cara menghitung arus gangguan hubung singkat yang dapat segera membantu dalam perhitungan untuk

menentukan penyetalan relai proteksi khususnya di Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam.

II. DASAR TEORI

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Umumnya, listrik dihasilkan di pusat-pusat tenaga seperti PLTU, PLTG, PLTA dan PLTD kemudian disalurkan melalui saluran transmisi yang tegangannya dinaikkan terlebih dahulu oleh trafo step up yang terletak di pusat tenaga. Setelah listrik ditransmisikan melalui saluran transmisi, listrik mencapai Listrik dari gardu induk direduksi tegangannya melalui trafo jatuhkan tegangan ke tegangan menengah atau juga dikenal sebagai tegangan distribusi primer. Setelah listrik dialirkan melalui jaringan distribusi primer, maka daya diturunkan pada masing-masing gardu distribusi diubah menjadi tegangan rendah atau tegangan sekunder, yaitu 380/220 volt, yang kemudian dialirkan ke rumah pelanggan melalui jaringan tegangan rendah melalui sambungan rumah seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 dibawah ini [1].



Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem Tenaga Listrik adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen berupa pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang saling berhubungan dan berkerja sama untuk melayani kebutuhan tenaga listrik bagi pelanggan sesuai kebutuhan [1].

2.2 Dasar-Dasar Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah pengamanan listrik pada sistem tenaga listrik yang terpasang pada sistem distribusi tenaga listrik, trafo tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik yang dipergunakan untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban lebih, dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu. Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen). Jadi pada hakekatnya pengamanan pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga. Adapun macam-macam gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik seperti seperti gangguan beban lebih gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan

terus-menerus berlangsung dapat merusak peralatan listrik yang dialiri oleh arus tersebut

- Gangguan beban lebih, gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan terus-menerus berlangsung dapat merusak peralatan listrik yang dialiri oleh arus tersebut.
- Gangguan Hubung Singkat Gangguan hubung singkat dapat terjadi antar fasa (3 fasa atau 2 fasa), 2 fasa ketanah dan 1 fasa ketanah yang sifatnya bisa temporer atau permanen.
- Gangguan tegangan lebih Gangguan tegangan lebih terjadi akibat adanya kelainan pada sistem tenaga listrik, seperti tegangan lebih karena adanya surja petir yang mengenai peralatan listrik.
- Gangguan Ketidakstabilan Gangguan ini disebabkan karena adanya gangguan hubung singkat di sistem tenaga listrik atau lepasnya pembangkit, yang dapat menyebabkan unit-unit pembangkit lepas sinkron.

2.3 Rele Arus Lebih(Over Current Relay)

Relai arus lebih atau yang lebih dikenal dengan OCR (Over Current Relay) merupakan peralatan yang mensinyalir adanya arus lebih, baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau overload yang dapat merusak peralatan sistem tenaga yang berada dalam wilayah proteksinya. Didalam distribusi, rele arus lebih ini sering juga disebut pengamanan antar fasa yang dipergunakan untuk mengamankan sistem distribusi, jika ada gangguan hubung singkat 3 fasa atau 2 fasa. Pemasangan rele ini terdapat di incoming feeder (penyulang masuk), outgoing feeder (penyulang keluar) atau di gardu hubung.

Prinsip kerja rele arus lebih adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan rele, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat ataupun overload (beban lebih) dan kemudian memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya. Cara kerjanya dapat diuraikan sebagai berikut :

- Pada kondisi normal arus beban (I_b) mengalir pada SUTM / SKTM dan oleh trafo arus besaran arus ini di transformasikan ke besaran sekunder (I_r). Arus (I_r) mengalir pada kumparan relai tetapi karena arus ini masih lebih kecil dari pada suatu harga yang ditetapkan (setting), maka relai tidak bekerja.
- Bila terjadi gangguan hubung singkat, arus (I_b) akan naik dan menyebabkan arus (I_r) naik pula, apabila arus (I_r) naik melebihi suatu harga yang telah ditetapkan (diatas setting), maka relai akan bekerja dan memberikan perintah trip pada tripping coil untuk bekerja dan membuka PMT, sehingga SUTM / SKTM yang terganggu dipisahkan dari jaringan.

Penyetelan relai OCR pada sisi primer dan sisi sekunder transformator tenaga terlebih dahulu harus dihitung arus nominal transformator tenaga. Arus setting untuk relai OCR baik pada sisi primer maupun pada sisi sekunder transformator tenaga adalah: $I_{set} (prim) = 1,05 \times I_{nominal} \text{ trafo}$ Nilai tersebut adalah nilai primer, Untuk mendapatkan nilai setelan sekunder yang dapat disetkan pada relai OCR, maka harus dihitung dengan menggunakan ratio trafo arus

(CT) yang terpasang pada sisi primer maupun sisi sekunder transformator tenaga.

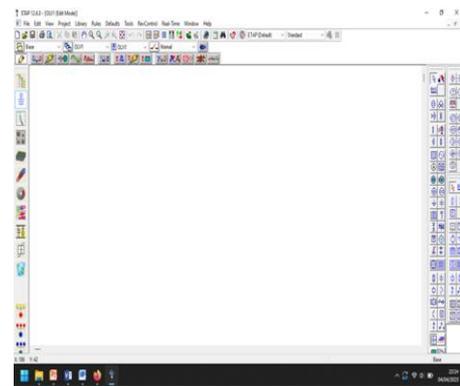
2.4 Ground Fault Relay(GFR)

Relay hubung tanah yang lebih dikenal dengan GFR (Ground Fault Relay) pada dasarnya mempunyai prinsip kerja sama dengan relai arus lebih (OCR) namun memiliki perbedaan dalam kegunaannya. Bila relay OCR mendeteksi adanya hubungan singkat antara fasa, maka GFR mendeteksi adanya hubung singkat ke tanah. Penyetelan relai OCR pada sisi primer dan sisi sekunder transformator tenaga terlebih dahulu harus dihitung arus nominal transformator tenaga. Arus setting untuk relay OCR baik pada sisi primer maupun pada sisi sekunder transformator tenaga adalah: $I_{set}(\text{prim}) = 0,1 \times I_{\text{nominal trafo}}$ Nilai tersebut adalah nilai primer, Untuk mendapatkan nilai setelan sekunder yang dapat disetkan pada relai OCR, maka harus dihitung dengan menggunakan rasio trafo arus (CT) yang terpasang pada sisi primer maupun sisi sekunder transformator tenaga.

Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat, selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai setelan waktu kerja relai Time Multiplier Setting (TMS). Sama halnya dengan relai OCR, relai GFR menggunakan rumus penyetingan TMS yang sama dengan relai OCR. Tetapi waktu kerja relai yang diinginkan berbeda. Relai GFR cenderung lebih sensitif dari pada relai OCR. Untuk menentukan nilai TMS yang akan disetkan pada relai GFR sisi incoming 20 kV dan sisi 150 kV transformator tenaga diambil arus hubung singkat 1 fasa ke tanah.

2.5 ETAP Power Station 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. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas kearnanan fasilitas nuklir di Arnerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara real time, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik. ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (one line diagram) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, transient stability, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi. Proyek sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis dan atau jalur sistem pentanahan. Untuk kemudahan hasil perhitungan analisis dapat ditampilkan pada diagram satu garis

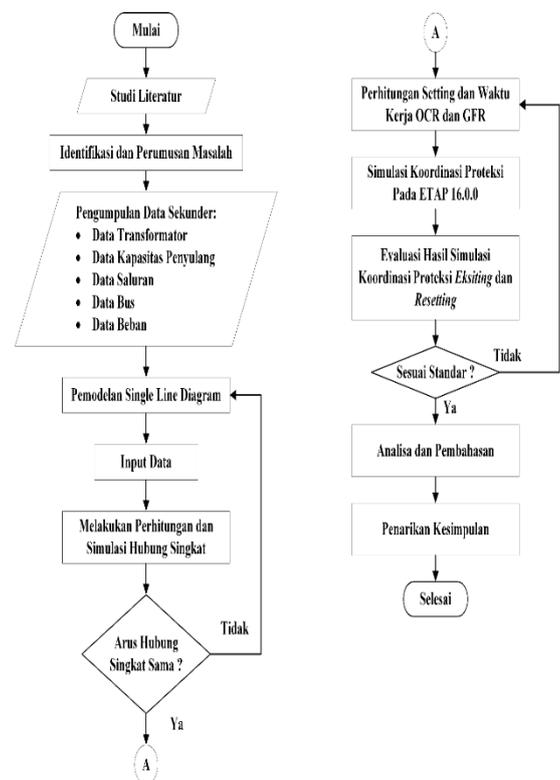


Gambar 2.2 Etap Power Station

III. METODOLOGI

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 25 Januari 2023 dengan objek penelitian ini adalah hal yang berkaitan serta berhubungan koordinasi sistem proteksi pada transformator daya yang terletak di Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam. Tahapan atau metode yang dilakukan pada penelitian ini telah dimuat pada sebuah diagram alir seperti yang dapat di lihat pada Gambar.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan ialah terjun langsung ke lapangan. Cara ini penulis lakukan dengan mengumpulkan data-data yang di lapangan yaitu jaringan distribusi 20 kV pada Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam. Data-data yang dikumpulkan untuk penelitian ini ialah sebagai berikut..

a. Data Penyulang

Data penyulang yang terdapat pada ULP Lancang Garam terdiri dari 5 penyulang yaitu LG 2, LG 4, LG 6, LG 8 dan LG 10 yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Data Penyulang ULP Lancang Garam

penyulang	AAAC			AAACS		XLP E	Total (m)
	70m m	150 mm	24 0m m	70m m	150 mm	150	
LG 2	3350	0	0	200	0	100	3650
LG 4	4150	0	0	70	400	550	5170
LG 6	5280	0	70 0	0	650	1300	7930
LG 8	3390	1315	0	0	300	250	5255
LG 10	4646	250	0	0	0	260	5156

b. Data ratio CT

Adapun data rasion CT pada Gardu Induk Kota Lhokseumawe ULP Lancang Garam ialah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Data Rasio CT

No.	Nama Penyulang	Rasio CT	Merek
1	LG 02	600/5	Siemens
2	LG 04	200/5	Siemens
3	LG 06	200/5	Siemens
4	LG 08	200/5	Siemens
5	LG 10	200/5	Siemens

3.3 Analisis Data

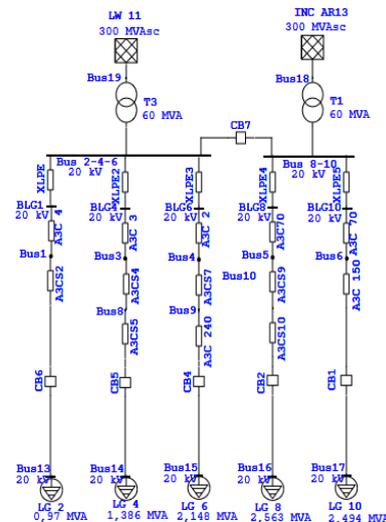
Analisis data atau metode analisis yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari Short Circuit Fault (Gangguan Hubung Singkat), perhitungan impedansi, karakteristik Inverse Time, pengaturan Over Current Relay, pengaturan Ground Fault Relay, dan Incoming Feeder. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Gardu Induk Kota Lhokseumawe terdiri dari beberapa penyulang dan memiliki panjang penyulang sebesar 46,5km. Penyulang ini memiliki transformator daya dengan daya 60 MVA seta tegangan yang bekerja 150/20kV. Gardu induk ini terhubung dengan dengan gardu hubung lainnya yang terdiri dari Gardu Hubung Cunda, Lancang Garam, dan Hagu.

Adapun Single Line Diagram Gardu Induk Kota Lhokseumawe dapat dilihat pada Gambar

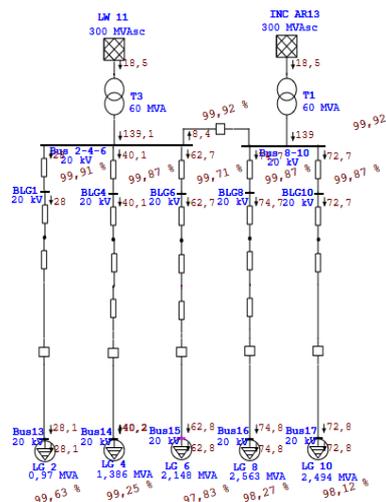


Gambar 4.1 Single Line Diagram Gardu Induk Kota Lhokseumawe

4.2 Load Flow Analisis GI Kota Lhokseumawe

Simulasi aliran daya dilakukan untuk mendapatkan arus yang mengalir ketika beban beroperasi penuh. Simulasi dilakukan dengan kondisi saat CB terhubung pada tiap penyulang. Nilai arus beban penuh digunakan untuk perhitungan nilai setting minimal arus pick up pada rele. Arus beban penuh yang akan digunakan pada resetting relay adalah arus beban penuh terbesar yang mengalir pada masing-masing circuit breaker.

Analisis load flow pada tugas akhir ini dilakukan dengan simulasi menggunakan ETAP 19.0.1 seperti yang terlihat pada Gambar 4.2 dibawah ini



Gambar 4.2 Simulasi load flow analisis pada ETAP 19.0.1

Dari simulasi yang dilakukan maka didapatkan arus beban yang mengalir pada CB seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Arus beban penuh terbesar hasil simulasi

No	Circuit Breaker	Arus (A)
1	LG 2	28,1
2	LG 4	40,2
3	LG 6	62,8
4	LG 8	74,8
5	LG 10	72,8

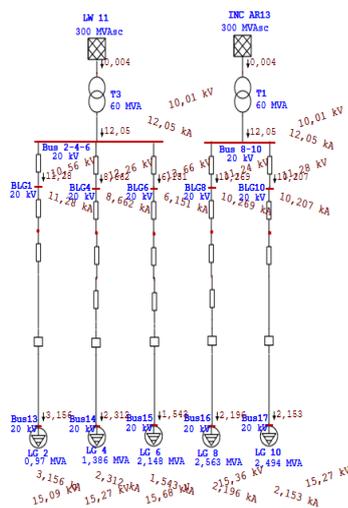
4.3 Analisa Gangguan Hubung Singkat

Simulasi arus hubung singkat dilakukan dengan ETAP 19.0.1 untuk mengetahui besarnya nilai arus gangguan. Analisis gangguan hubung singkat dilakukan dengan memberikan gangguan bus pada single line diagram jaringan. Nilai arus hubung singkat ini digunakan sebagai batas maksimal untuk pemilihan nilai setting arus pick up. Nilai arus gangguan hubung singkat yang digunakan dalam perhitungan setting relay arus lebih adalah arus hubung singkat 3-fasa seperti yang terlihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.

Pada Gambar 4.3 dibawah, dapat dilihat gangguan dilakukan pada setiap bus jaringan. Nilai arus gangguan yang ada pada Gambar 4.3 juga merupakan simulasi arus hubung singkat dengan minimum. Rekapitulasi arus gangguan hubung singkat 3-fasa minimum dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil arus hubung singkat minimum

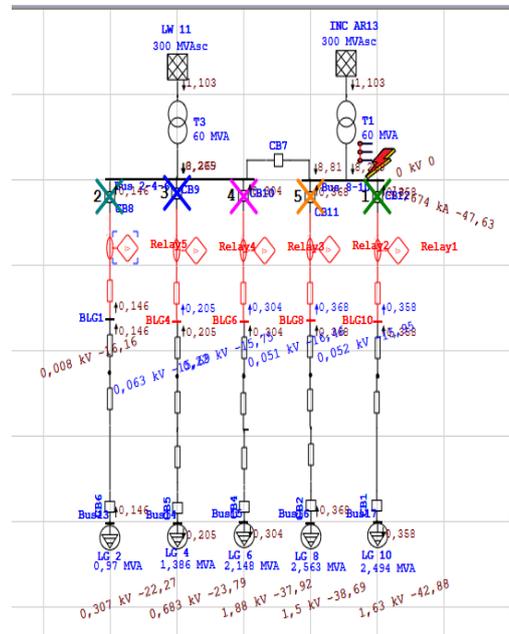
No	Current Transformer	Arus (A)
1	LG 2	3156
2	LG 4	2312
3	LG 6	1543
4	LG 8	2196
5	LG 10	2153



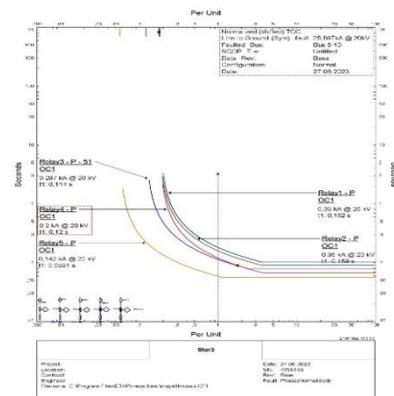
Gambar 4.3 Simulasi arus gangguan hubung singkat

4.4 Simulasi Setting Existing Relay Proteksi OCR dan GFR

Setelah dilakukan setting relay secara low set, maka nilai yang didapatkan akan dimasukkan kedalam simulasi ETAP untuk mengevaluasi setting relay OCR dan GFR. Aliran penyulang untuk koordinasi OCR dan GFR pada ULP Kreung Geukuh terdiri dari 5 relay seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dibawah ini.

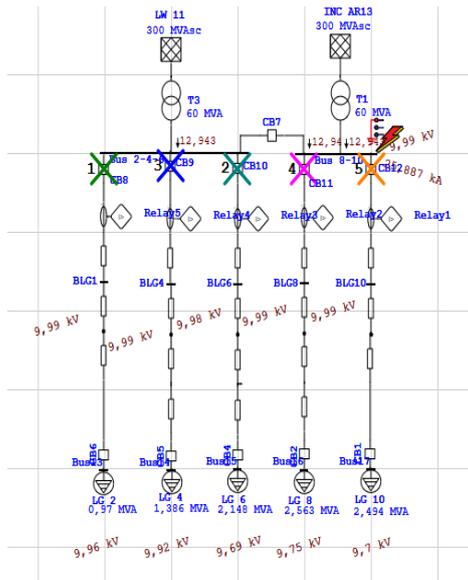


Gambar 4.4 Simulasi Koordinasi GFR Pada ETAP



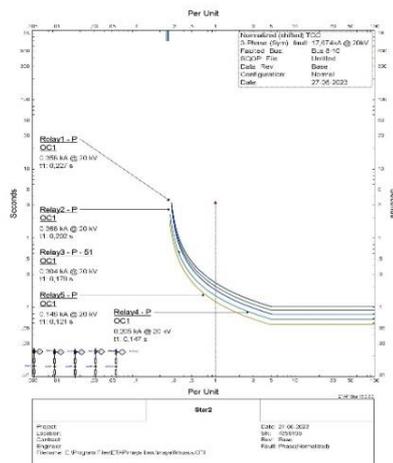
Gambar 4.5 Kurva koordinasi OCR

Berdasarkan Gambar 4.5, dapat dilihat setting relay pada OCR penyulang LG terjadi perpotongan kurva pada 3 penyulang. Kesalahan kurva koordinasi OCR ditunjukkan pada Relay 5-P yang berpotongan dengan Relay 3-P dan Relay 4-P. Hal ini dapat mengakibatkan relay bak up Relay 3-P dan Relay 4-P berkerja lebih dahulu sebelum relay utama bekerja. Sehingga pada koordinasi existing dapat mengakibatkan sistem yang seharusnya tidak padam menjadi padam. Selain terjadinya perpotongan antara kurva relay, grading time antar kurva yang belum memenuhi standar IEEE 242, yaitu 0,2 dan 0,4 detik. Pada grading time yang terdapat pada relay bernilai 0,181, 0,027, dan 0,027.



Gambar 4.6 Simulasi Koordinasi OCR Pada ETAP

Setelah melakukan simulasi setting relay hasil perhitungan maka didapatkan kurva setting koordinasi relay seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 dan 4.7 di bawah ini



Gambar 4.5 Kurva koordinasi GFR

Sedangkan pada Gambar 4.7, dapat dilihat setting relay pada GFR penyulang LG tidak terjadi perpotongan dan telah memenuhi standar IEEE 242, yaitu 0,2 dan 0,4 detik.

4.5 Resetting Relay Proteksi OCR

Penyetelan ulang pada relay OCR dilakukan dan membutuhkan beban penuh atau full load ampere dan arus hubung singkat terkecil pada data teknis yang telah disediakan. Pada penyetelan ulang ini menggunakan arus setting low set menggunakan persamaan (). Sedangkan untuk menentukan TMS pada relay OCR tipe standart inverse menggunakan persamaan ().

Setelah dilakukan penyetelan ulang pada OCR pada penyulang di ULP Kreung Geukuh maka dilakukan rekapitulasi terhadap perhitungan yang dilakukan untuk

setting low set dan high set yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan low set resetting relay OCR

Penyulang	Rasio CT	kurva	Pick UP	TMS	t
LG 2	200/5	Standar Inverse	0,15	0,2	0,17
LG 4	200/5	Standar Inverse	0,61	0,23	0,11
LG 6	200/5	Standar Inverse	0,26	0,24	0,21
LG 8	200/5	Standar Inverse	0,45	0,22	0,19
LG 10	200/5	Standar Inverse	0,27	0,28	0,25

Tabel 4.4 Hasil perhitungan high set resetting relay OCR

Penyulang	Rasio CT	kurva	Pick UP	TMS	t
LG 2	600/5	Instantaneous	3000	3	0,19
LG 4	600/5	Instantaneous	1500	2,5	0,14
LG 6	600/5	Instantaneous	3100	5,17	0,22
LG 8	600/5	Instantaneous	4000	6,67	0,21
LG 10	600/5	Instantaneous	6100	10,17	0,26

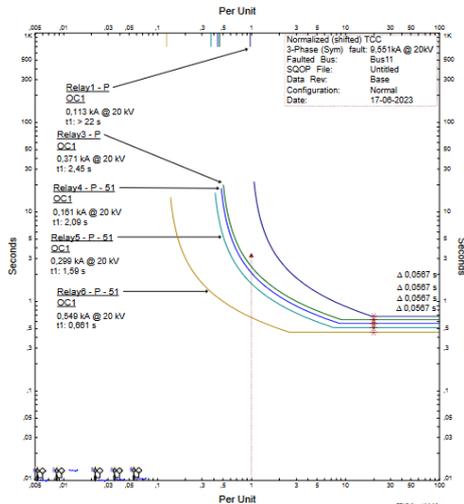
4.6 Simulasi Resetting Relay Proteksi OCR

Simulasi penyetelan ulang relay dilakukan dengan menggunakan software ETAP 19.0.1. Data yang diinput kedalam simulasi ini berupa data resetteing relay pada tiap penyulang yang terdapat pada ULP Kreung Geukuh seperti yang terlihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
661	Relay6	0,549	661		Phase - OC1 - 51
681	CB6		20,0		Tripped by Relay6 Phase - OC1 - 51
1586	Relay5	0,239	1586		Phase - OC1 - 51
1606	CB5		20,0		Tripped by Relay5 Phase - OC1 - 51
2091	Relay4	0,161	2091		Phase - OC1 - 51
2111	CB4		20,0		Tripped by Relay4 Phase - OC1 - 51
2449	Relay3	0,371	2449		Phase - OC1 - 51
2469	CB3		20,0		Tripped by Relay3 Phase - OC1 - 51
22012	Relay1	0,113	> 22012		Phase - OC1 - 51
22032	CB1		20,0		Tripped by Relay1 Phase - OC1 - 51

Gambar 4.6 Kurva Koordinasi resetting relay saat gangguan arus.

Berdasarkan Gambar 4.8, dapat dilihat kurva pada tiap penyulang tidak terjadi perpotongan. Time dial yang dihasilkan tiap kurva ialah 0,05 sehingga kurva tidak ada kurva yang saling mendahului. Dari hasil resetting relay ini juga didapatkan hasil sequence yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.7 Tampilan sequence keluaran relayOCR

Berdasarkan Gambar 4.9, waktu yang terjadi pada saat gangguan terjadi memiliki waktu yang berbeda-beda. Grading time yang dihasilkan pada saat simulasi ini dilakukan sudah memenuhi standar yang ada sesuai dengan IEEE 242

4.7 Rekapitulasi Setting Existing dan Resetting Relay

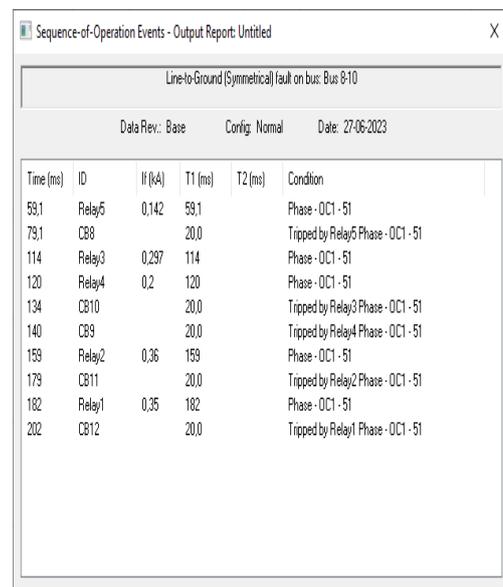
Setelah dilakukan resetting relay pada proteksi OCR, terdapat perbedaan hasil dengan existing relay. Perbedaan yang signifikan pada penyetelan ini dapat dilihat pada sequence viewer tiap-tiap simulasi seperti yang terlihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Sequence of Operation Setting dan resetting relay report OCR

Report Setting Existing Relay				Report Setting Existing Relay			
Time (ms)	ID	If(kA)	TI (ms)	Time (ms)	ID	If(Ka)	TI (ms)
486	Relay 1	2,501	486	661	Relay 1	0,549	661
600	Relay 2	0,061	600	1586	Relay 2	0,299	1586
624	Relay 3	0,044	624	2019	Relay 3	0,161	2091
733	Relay 4	0,045	733	2449	Relay 4	0,371	2449
877	Relay 5	0,071	877	2201	Relay 5	0,113	2201

Berdasarkan Tabel 4.9 menunjukkan perbedaan nilai pick up existing dan resetting. Hal ini dikarenakan pada setting PLN ditetapkan berdasarkan metode yang berbeda seperti low set-nya disetting berdasarkan CT pada sisi primer-nya dan high set berdasarkan simulasi pada ETAP 19.0.1. Berdasarkan setting existing relay yang telah dilakukan, perlu dilakukan perbaikan pada setting relay dengan resetting relay (penyetelan ulang) pada proteksi OCR. Pada proteksi OCR diperlukan perbaikan setting low set pada setiap penyulang dengan melakukan resetting yang telah dilakukan sebelumnya sehingga dapat memenuhi standar grading time minimum.

Berbeda dengan koordinasi pada relay GFR, koordinasi yang dilakukan oleh pihak PLN pada penyulang LG sudah memenuhi standar IEEE. Hal ini dapat diperkuat dengan data report yang dilakukan pada simulasi ETAP yang dapat dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Tampilan sequence keluaran relay GFR

Pada Gambar 4.10 terlihat jelas, tidak adanya waktu trip yang berpotongan sehingga tidak perlu dilakukan penyetelan ulang pada relay GFR.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini ialah sebagai berikut.

- Mendapatkan arus gangguan hubung singkat pada distribusi 20kV Gardu Induk Kota Lhokseumawe dilakukan dengan menghitung impedansi arus, sumber, base, trafo, penyulang dan ekuivalen
- Hasil koordinasi yang dilakukan pada Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam menunjukkan terdapat kesalahan koordinasi pada OCR. Berdasarkan analisis pada kurva setting existing relay, ditemukan kurva yang saling tumang tindih lebih tepatnya pada relay I penyulang L.G 01.

Oleh karena itu dilakukan evaluasi pada setting relay OCR di Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam. Evaluasi yang dilakukan pada koordinasi Gardu Induk Kota Lhokseumawe jaringan distribusi ULP Lancang Garam ialah perlunya diadakan resetting relay pada OCR. Setelah dilakukan resetting relay pada ETAP 19.0.1, kurva yang dihasilkan sudah tidak saling tumpang tindih dan tidak berpotongan. Jeda waktu kerja antara relay sudah sesuai dengan standar IEEE 242 yaitu 0,2-0,4 detik. Sedangkan pada hasil resetting relay jeda waktu yang dihasilkan ialah 0,5 detik dan masih termasuk kondisi yang normal.

VI. REFERENSI

- [1] M. N. Nelwan, M. Tuegeh, dan I. F. Lisi, "Penyusutan Energi Listrik Pada Penyulang SU2 Jaringan Distribusi Minahasa Utara," *E-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 2, hal. 67–76, 2019.
- [2] H. Sujatmiko, "ANALISIS KERUGIAN DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN EKSTRA TINGGI 500 KV DI P . T . PLN (Persero) PENYALURAN & PUSAT PENGATURAN BEBAN (P3B) JAWA BALI REGIONAL JAWA TENGAH & DIY UNIT PELAYANAN TRANSMISI SEMARANG," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, hal. 33–52, 2009.
- [3] E. Liun, "Perbandingan Keekonomian Transmisi HVDC dan Pengangkutan Batubara Dalam Pengembangan Kelistrikan Kalimantan - Sulawesi," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 18, no. 2, hal. 113, 2017, doi: 10.17146/jpen.2016.18.2.3167.
- [4] R. Afrianita dan H. D. Laksono, "Studi Aliran Daya dengan Metoda Newton Raphson (Aplikasi PT. PLN Sumbar-Riau 150 KV)," *Issn 854-8471*, vol. 3, no. 27, hal. 11–18, 2007.
- [5] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, dan S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, hal. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.
- [6] A. Fontana dan Z. Arifin, 19 Tahun INOVASI KETENAGALISTRIKAN INDONESIA PLN BERINOVASI UNTUK INDONESIA, 1 ed. Jakarta Selatan: PLN RESEARCH INSTITUTE, 2016.
- [7] G. Sinus, "Jurnal Ilmiah Setrum TEMPLATE," vol. 8, no. 2, hal. 253–259, 2019.
- [8] P. Anata, Yusmartato, dan R. Nasution, "Sistem Kerja Relay Buchholz Pada Transformator Daya 150 KV di PT. PLN (Persero)," *J. Electr. Technol.*, vol. 7, no. 3, hal. 124–127, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/6307%0Ahttps://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/download/6307/4643>