

ANALISIS PELEPASAN BEBAN (LOAD SHEDDING) MENGGUNAKAN UNDER FREKUENSI RELAY (UFR) PADA SISTEM TRANSMISI GARDU INDUK (GI) GORONTALO BARU 150 KV

Irfan haerullah¹, Muamar Zainuddin ST.,MT², Amelya Indah Pratiwi, ST., MT³

¹²³ Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ichsan Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
e-mail: asriarfah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemodelan system simulasi pelepasan beban. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan yakni pendekatan kuantitatif dimana pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur, observasi, dan wawancara langsung di kantor ULTG Gorontalo baru. Metode analisis perhitungan dan simulasi pelepasan beban menggunakan software Digsilent 15.1 Simulasi yang dilakukan yakni lepasnya pembangkit PLTU tajung karang. dan pelepasan beban yang di lepas yaitu GI A1, GI IS2, GI GB Simulasi skenario lepasnya generator PLTU tajung karang diperoleh daya generator yang terlepas sebesar 48 MW yang mengakibatkan penurunan frekuensi dilakukan tahap – tahap pelepasan beban diantaranya tahap 1 dan tahap 2 tahap 3 perhitungan, waktu pelepasan yang dibutuhkan relay sebesar 1/20s dengan frekuensi pelepasan beban tahap 1 sebesar 48,5737Hz dan besar beban yang dilepaskan 1,3944MW. tahap 2 sebesar 48,366Hz beban yang dilepaskan 1,3911 MW tahap 3 sebesar 48,2766Hz besar beban yang dilepaskan 1,340 MW. Setelah dilakukan pelepasan beban frekuensi berhasil naik hingga mencapai keadaan stabil 50.20 Hz. Sehingga dari simulasi ditemukan bahwa metode perhitungan untuk pelepasan beban yang digunakan lebih optimal dan berhasil mengembalikan ke batas standar yang diinginkan.

Kata kunci—setting proteksi (UFR) *under frekuensi relay* menggunakan *software Digsilent 15.1*

Abstract

This research aims to analyze the modeling of the load shedding simulation system. In this research, the method used is a quantitative approach where data collection is carried out by literature study, observation, and direct interviews at the new Gorontalo ULTG office. The calculation and simulation analysis method of load shedding uses Digsilent 15.1 software. The simulation carried out is the release of the tajung karang PLTU plant. Simulation of the scenario of the release of the PLTU tajung karang generator obtained a generator power released of 48 MW which resulted in a decrease in frequency carried out stages of load release including stage 1 and stage 2 stage 3 calculations, the release time required by the relay is 1/20s with a stage 1 load release frequency of 48.5737Hz and a large load released 1.3944MW. stage 2 of 48.366HZ load released 1.3911 MW stage 3 of 48.2766Hz large load released 1.340 MW. After releasing the load, the frequency managed to rise until it reached a stable state of 50.20 Hz. So from the simulation it was found that the calculation method for load shedding used was more optimal and succeeded in returning to the desired standard limits.

Keywords—*setting protection (UFR) under frequency relay using Digsilent 15.1 software*

I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem yang sangat berperan penting, karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik. Manusia bergantung pada tenaga listrik baik digunakan dalam rumah tangga maupun untuk industri dalam sistem tenaga listrik besar, sistem koneksi bertujuan untuk menjaga kontinuitas dan ketersediaan pasokan listrik kepada konsumen. Kebutuhan listrik semakin meningkat setiap tahunnya meningkat seiring dengan berkembangnya sistem perekonomian suatu negara. Permintaan beban yang meningkat dari tahun ketahun tanpa dikompensasi ini dapat menyebabkan peningkatan jumlah generator stabilitas kinerja sistem yang buruk. Upaya mekanisme untuk mempertahankan stabilitas dari frekuensi sebuah sistem diperlukan sebuah metode pelepasan beban, salah satu alat yang dapat bekerja secara otomatis untuk melepas beban adalah under frekuensi relay (*UFR*). Pada sistem tenaga listrik, frekuensi berfungsi sebagai indikator dari keseimbangan antara daya yang dibangkitkan dengan total beban sistem. Keadaan-keadaan kritis dalam sistem yang menyebabkan daya tersedia tidak dapat melayani beban dapat dideteksi melalui frekuensi sistem yang menurun dengan cepat [1]. Oleh karena itu, nominal frekuensi harus selalu berada dalam batas yang diperbolehkan. Dalam sistem tenaga listrik, yaitu pada sistem pembangkitan tenaga listrik transmisi dan sistem distribusi tenaga listrik terdapat sistem proteksi yang melindungi sistem dari gangguan. Ketidakstabilan frekuensi seperti penurunan frekuensi yang drastis dapat menyebabkan gangguan sistem. Untuk memastikan bahwa nilai frekuensi selalu dalam batas yang diizinkan. Untuk mengembalikan frekuensi ke normal, yaitu dengan melakukan salah satu sistem proteksi yang digunakan metode under frekuensi relay [2].

Sistem transmisi tenaga listrik Gorontalo adalah sistem sirkuit ganda tiga fase dengan tegangan operasional 150 KV saluran tegangan tinggi yang didukung oleh menara transmisi. Dalam sistem tenaga listrik gorontalo memiliki 7 (tujuh) buah gardu induk (GI) yakni: GI ismu, GI Marisa, GI botipingge, GI boroko, GI tilamuta, GI angrek, dan GI gorontalo baru yang saling terinterkoneksi melalui jaringan transmisi 150 KV. Permasalahan penurunan frekuensi yang terjadi pada kondisi sistem tenaga listrik di gorontalo. Disebabkan oleh pembangkit trip atau ketambahan beban dan pengaruh pada peralatan antara supply beban tidak seimbang. Dampaknya terhadap gangguan frekuensi berkaitan dengan putaran pada kestabilan sistem jika melebihi putaran nominal yang diizinkan alat akan mengalami kerusakan. Oleh karena itu, penulis melakukan Analisis Pelepasan Beban (*Load Shedding*) menggunakan under frekuensi relay pada saluran transmisi tenaga listrik di gorontalo. Mengoptimalkan prioritas beban dilepaskan oleh generator dengan mempertimbangkan kecepatan pemulihan Frekuensi dengan pelepasan beban, sehingga penurunan frekuensi bisa normal kembali

Menyikapi permasalahan diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "*ANALISIS PELEPASAN BEBAN (LOAD SHEDDING) MENGGUNAKAN UNDER RELAY (UFR) PADA SISTEM TRANSMISI GARDU INDUK (GI) GORONTALO BARU 150KV*". Dimana penulis nantinya mengukur serta menganalisa level frekuensi apa bila terjadi laju penurunan frekuensi pada setting (*UFR*) under frekuensi relay dan menganalisa pelepasan pembangkit.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Sistem Transmisi GI Gorontalo baru 150kv. Waktu pelaksanaan penelitian ini mulai pada bulan April 2022 sampai bulan Agustus 2022.

Pada penelitian ini, dilakukan analisis stabilitas tegangan setelah masuknya PLTMH pada jaringan distribusi 20kv. Hal ini dilakukan dengan menghitung batas kestabilan jaringan distribusi sebelum masuknya PLTMH.

Metode yang dipakai dalam mengumpulkan data dalam menyusun Laporan Tugas Akhir yaitu:

Metode yang dipakai dalam mengumpulkan data dalam menyusun Laporan Tugas Akhir yaitu:

1. Observasi

Pengumpulan data dengan cara meninjau langsung dilaksanakan dengan cara mencari data-data teknis secara langsung di lokasi. Penulis melakukan pemantauan langsung di lokasi, untuk mengetahui kondisi *real* dan memperoleh data yang terbaru.

2. wawancara

Pada metode ini, penulis mengumpulkan data dan memahami konsep dengan cara berdiskusi dan wawancara langsung dengan kariawan di sistem transmisi Gorontalo. Penulis melakukan wawancara pada informasi maksud tujuan untuk mendapatkan penjelasan yang lebih tepat mengenai data yang dianalisa.

3. Literatur

Pengambilan data dengan metode literature dilakukan dengan cara mengumpulkan materi-materi yang berhubungan dengan penelitian ini, baik berasal dari internet, jurnal atau artikel ilmiah ataupun buku panduan.

A. Alat Dan Bahan Penelitian

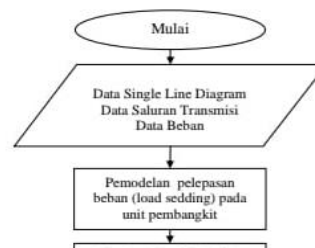
1. Computer/Laptop
2. Jaingan internet
3. Aplikasi Software digsilent 15.1
4. Data sistem transmisi gardu induk (GI) Gorontalo Baru 150 KV

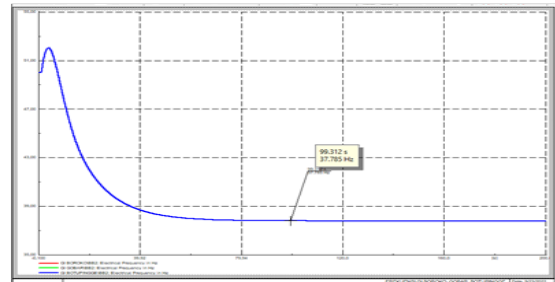
B. Langkah-Langkah Penelitian

Secara umum, langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan dan bahan-bahan yang diperlukan.
2. Melakukan pengolahan data sistem yang akan dianalisis.
3. Membuat bahasa pemrograman menggunakan digsilent 15.1.
4. Memvalidasi program menggunakan data standar.
5. Melakukan simulasi terhadap Sistem transmisi 150kv di GI gorontalo baru.
6. Melakukan analisa terhadap hasil-hasil yang diperoleh.
7. Menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh.

C. Flowcart





gambar 4. 1 grafik frekuensi sebelum menggunakan UFR ke semua GI, 150KV

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub-sistem transmisi Gorontalo, terdiri dari 7 Gardu Induk yang sudah beroperasi pada level tegangan 150kV yaitu Gardu Induk Isimu, Boroko, Botupingge, Marisa, Anggrek, Gorontalo Baru, Tilamuta dan terdapat juga 6 pembangkit listrik dengan berbagai macam jenisnya. Antara lain :

- PLTG Gorontalo Peaker (100 MW)
- PLTD Telaga (24 MW)
- PLTU Molotabu (2x12 MW)
- PLTS Isimu (10 MW)
- PLTU Gorontalo (2x25 MW)
- PLTU Sulbagut 1 (2x50 MW)

Berdasarkan RUPTL PLN 2021 – 2030, bahwa akan ada perencanaan penambahan Gardu Induk Tolinggula (30 MVA) yang beroperasi di level tegangan 150 kV di tahun 2023 dan Pembangkit PLTM Bone Bolango (9,9 MW) pada tahun 2022.

PLTU Tanjung Karang telah di interkoneksi langsung melalui saluran Transmisi 150 kV ke Gardu Induk Boroko 2 Line, ke Gardu Induk Anggrek 1 Line dan 1 line ke Gardu Induk Isimu. Interkoneksi PLTU Tanjung Karang ini diharapkan dapat membantu kebutuhan energi dan juga dapat memperbaiki profil tegangan dengan memperhitungkan rugi-rugi daya di sistem kelistrikan Gorontalo. Sehingga perlu analisis stabilitas pada kondisi saat ini yaitu sebelum interkoneksi PLTU Tanjung Karang dan sesudah interkoneksi. Dalam analisis ini perlu data system kelistrikan Gorontalo. Adapun data tersebut berupa data Pembangkit listrik, data transformator Gardu induk, beban pada masing-masing Gardu Induk dan data kawat Penghantar. Setelah mendapatkan data sistem selanjutnya menganalisis data sistem tersebut

1) Scer

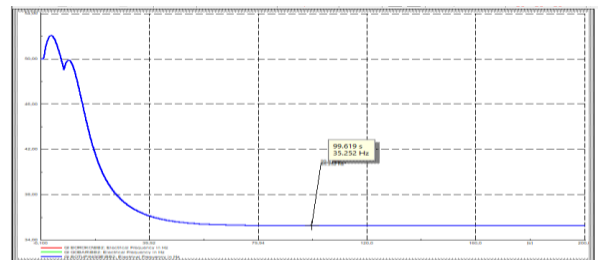


ini grafik frekuensi semua GI, 150KV

2) Scenario Pelepasan Beban Dengan Menggunakan Under Frekuensi Relay

Pada bagian ini dibahas mengenai simulasi pelepasan beban menggunakan software digsilent 15,1 dengan fitur transies stabilitas analisis. Adapun tahapan pelepasan beban pada PLTU Tanjung Karang yakni sebagai berikut.

1. Tahap 1 = frekuensi 49,3 Hz- 0,2/s beban yang di lepas GI botupingge



gambar 4. 2 grafik tahap 1 frekuensi GI botupingge

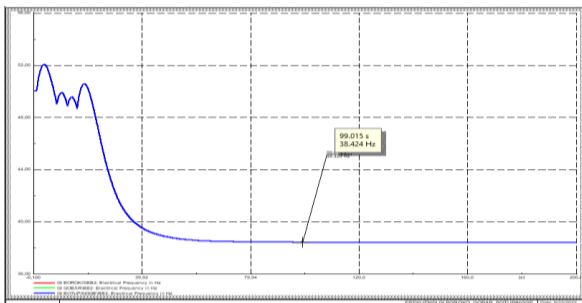
Pada Gambar 4.4, hasil simulasi grafik frekuensi fungsi waktu dapat dilihat dalam bentuk grafik, seperti yang mana saat sistem mengalami gangguan pada 1,0/s dengan durasi gangguan 200/s pelepasan beban di lakukan mulai pada frekuensi berada pada nilai frekuensi 49,3Hz/0,2 ms di atas dapat kita lihat bahwa frekuensi masih mengalami penurunan frekuensi 35,252Hz pada menit ke 99,619/s

2. Tahap 2 = frekuensi 49,1Hz- 0,2/s beban yang di lepas GI Gorontalo baru

gambar 4. 3 grafik tahap 2 frekuensi GI gorontalo baru

Pada Gambar 4.5, hasil simulasi grafik frekuensi fungsi waktu dapat dilihat dalam bentuk grafik, seperti yang mana saat sistem mengalami gangguan pada 1,0/s dengan durasi gangguan 200/s pelepasan beban di lakukan mulai pada frekuensi berada pada nilai frekuensi 49,1Hz/0,2 ms di atas dapat kita lihat bahwa frekuensi masih mengalami penurunan frekuensi 35,833Hz pada menit ke 99,619/s

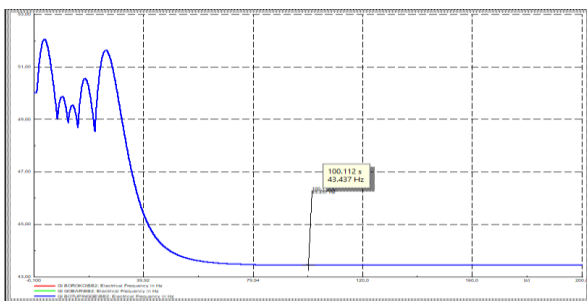
3. Tahap 3 = frekuensi 48,9Hz- 0,2/s beban yang di lepas GI marisa



gambar 4. 4 grafik tahap 3 frekuensi GI marisa

Pada Gambar 4.6, hasil simulasi grafik frekuensi fungsi waktu dapat dilihat dalam bentuk grafik, seperti yang mana saat sistem mengalami gangguan pada 1,0/s dengan durasi gangguan 200/s pelepasan beban di lakukan mulai pada frekuensi berada pada nilai frekuensi 48,9Hz di atas dapat kita lihat bahwa frekuensi masih mengalami penurunan frekuensi 38,424Hz pada menit ke 99,015/s

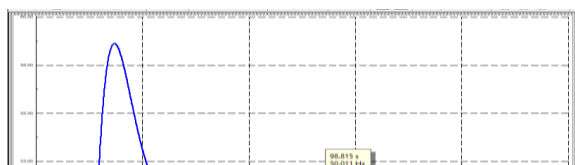
4. Tahap 4 = frekuensi 48,8Hz- 0,2/s beban yang di lepas GI ismu



gambar 4. 5 grafik tahap 4 frekuensi GI ismu

Pada Gambar 4.7 hasil simulasi grafik frekuensi fungsi waktu dapat dilihat dalam bentuk grafik, seperti yang mana saat sistem mengalami gangguan pada 1,0/s dengan durasi gangguan 200/s pelepasan beban di lakukan mulai pada frekuensi 48,8Hz di atas dapat kita lihat bahwa frekuensi masih mengalami penurunan frekuensi 43,437Hz pada menit ke 100,112/s

5 Tahap 5 = frekuensi 48,7Hz- 0,2/s beban yang di lepas GI ismu



gambar 4. 6 grafik tahap 5 frekuensi GI anggrek

Pada gambar grafik 4.8 hasil simulasi grafik frekuensi fungsi waktu dapat dilihat dalam bentuk grafik, seperti yang mana saat sistem mengalami gangguan pada 1,0/s dengan durasi gangguan 200/s pelepasan beban di lakukan mulai pada frekuensi berada pada nilai frekuensi 48,7Hz di atas dapat kita lihat bahwa frekuensi naik menjadi 50,011Hz akan kembali normal pada menit ke 98,815s/ 03:20.00

Pelepasan beban di lakukan mulai pada frekuensi berada pada nilai frekuensi 49,3Hz 49,1Hz 48,9Hz 48,8Hz 48,7Hz Dari atas dapat kita lihat bahwa frekuensi kembali normal pada kondisi yang stabil, dimana pada saat pelepasan beban GI botupinge, GI Gorontalo baru, GI marisa, GI ismu GI anggrek, yang dilepas pada durasi detik ke 200s, sehingga dapat dikatakan bahwa besar beban yang dilepas mengembalikan system ke kondisi normal. Maka dari itu, berikut beberapa perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan data pengaturan *under frekuensi relay* yang di butuhkan agar frekuensi stabil kembali seperti semula dengan besar frekuensi sebesar 50 Hz. Untuk mencari laju penurunan frekuensi akibat gangguan unit pembangkit PLTU tajung karang maka terlebih dahulu harus kita tentukan nilai rumus sebagai berikut,

Langkah - langkah dalam melakukan setting *UFR* pada system pembangkit transmisi Gorontalo 150KV

1. Berikut ini kapasitas dan inersia generator seperti, dapat kita lihat pada table

Tabel 4. 1 Kapasitas Dan Inersia Generator

genetaror	kapasitas	inersia
anggrek	50 mw	4
tanjung karang	120 mw	4
molotabu	25 mw	4
taludaa	5.1 mw	4
maleo	50 mw	4
plts ismu	18,8 mw	0

Acuan dalam penentuan jumlah pelepasan beban ialah kua terjadi trip pembangkit dengan kapasitas terbesar dan pembangkit tersebut. Maka acuannya yang di mana PLTU tajung karang akan di simulasikan mengalami gangguan dalam menentukan inersia system inersia dari generatorm PLTU tajung karang tidak dimasukkan sehingga:

Mencari inersia sebagai berikut:

Rumus:

$$H_{sistem} = \frac{(kapasitas G1 \times inersiaG1) + (kapasitasG3 \times inersiaG3)}{kapasitasG1 + kapasitasG3}$$

$$= \frac{(50 \times 4) + (100 \times 4) + (25 \times 4) + (51 \times 4) + (18,8 \times 0)}{50 + 100 + 25 + 51 + 18,8}$$

$$= \frac{200 + 400 + 100 + 204 + 0}{2448}$$

$$= \frac{904}{2448}$$

$$H_{\text{system}} = 0,37$$

Untuk mencari nilai penurunan frekuensi dengan rumus berikut:

Rumus:

$$\frac{df}{dt} = \frac{-f_o}{2H} \times \frac{P_{so}}{P_{GOT} - P_{soT}}$$

Dimana:

F_o = frekuensi normal (50Hz)

H = inersia 0,37

P_{so} = daya yang disupply PLTU tanjung karang 120 MW

P_{soT} = daya terpasang PLTU tanjung karang 12,6 MW

P_{GOT} = daya yang terpasang system 260,08 MW

$$= \frac{-50}{2(0,37)} \times \frac{120}{260,08 - 12,6}$$

$$= \frac{-50}{0,74} \times \frac{120}{247,48}$$

$$= \frac{-6,000}{183,13}$$

$$= -32,76$$

Rumus mencari P_{BR} ialah beban yang akan dilepas:

Rumus:

$$\left| \frac{df}{dt} \right| = \frac{-f_o}{2H} \times \left\{ \frac{P_{bo} - (p_{so} - P_{BR}) - P_B}{P_{GOT} - P_{soT}} \right\}$$

Dimana:

Df/dt : nilai mutlak dari df/dt (perhitungan nomor 2) yang dipatkan dari penurunan frekuensi system 32,76

F_1 : frekuensi terjadinya pelepasan beban = 49,3 Hz

H : inersia system 0,37

P_{BO} : total beban 125,08 MW

P_{so} : daya yang disupply PLTU tanjung karang 120 MW

P_{so} : besarnya beban yang harus di lepas (MW)

P_B : $F_1/F_o \times$ total beban = 124,06

P_{soT} : daya terpasang PLTU tanjung karang 12,6 MW

P_{GOT} : daya yang terpasang system 260,08 MW

F_o : frekuensi normal (50Hz)

$$32,76 = \frac{49,3}{0,74} \times \left\{ \frac{125,83 - (120 - P_{BR}) - 124,06}{247,48} \right\}$$

$$32,76 = 66,62 \left\{ \frac{125,83 - (120 - P_{BR}) - 124,06}{247,48} \right\}$$

$$32,76 = 0,27 \{125,83 - (120 - P_{BR}) - 124,06\}$$

$$121,33 = \{125,83 - (120 - P_{BR}) - 124,06\}$$

$$121,33 = \{1,77 - 120 + P_{BR}\}$$

$$121,33 - 1,77 + 120 = P_{BR}$$

$$239,56 = P_{BR}$$

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan P_{BR} beban yang akan di lepas sebesar 239,56 MW

Tabel 4. 2 Tahap Tahap Frekuensi Pelepasan Beban Load Shedding

n o	Taha p	Frekuensi (Hz)	Kapasitas total beban	Beban yang lepas	% load shedding	Total % load shedding
1	Tahap 1	49,3	125,83	37,75 MW	98%	123,3134
2	Tahap 2	49,1	125,83	23,22 MW	96%	120,7968
3	Tahap 3	48,9	125,83	23,76 MW	95,4%	120,0418 2
4	Tahap 4	48,8	125,83	17,34 MW	95%	119,5385
5	Tahap 5	48,7	125,83	11,08 MW	99,1%	124,6975 3

3) Hasil Perhitungan Pelepasan Beban tahap 1,2,3,4,5 Menggunakan Under Frekuensi Relay

Hasil dari perhitungan pelepasan beban tahap 1 frekuensi 49,3Hz dan tahap 2 frekuensi 49,1Hz, tahap 3 dengan frekuensi 48,9Hz tahap 4 frekuensi 48,8 Hz, tahap 5 frekuensi 48,7 Hz Maka dapat kita simpulkan bahwa pelepasan beban tahap 1, tahap 2, tahap 3, tahap 4, tahap 5, sebesar 239,56 MW

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Menghitung total beban yang akan dilepas agar sesuai atau mencapai nilai frekuensi normal. Jadi waktu pelepasan yang dibutuhkan relay sebesar 1/200s dengan frekuensi pelepasan beban tahap 1 frekuensi 49,3Hz dan tahap 2 frekuensi 49,1Hz, tahap 3 dengan frekuensi 48,9Hz tahap 4 frekuensi 48,8 Hz, tahap 5 frekuensi 48,7 Hz Maka dapat kita simpulkan bahwa pelepasan beban tahap 1, tahap 2, tahap 3, tahap 4, tahap 5, sebesar 239,56 mw digunakan lebih optimal dan berhasil mengembalikan ke batas standar yang diinginkan

Saran

Pelepasan beban penyulang di GI Botupingge, GI Gorontalo baru, GI marisa, GI ismu, dan GI anggrek, ketika menggunakan undre frekuensi relay mengakibatkan

kekuatan sistem tenaga listrik menurun. Kondisi ini perlu diantisipasi dengan mekanisme proteksi yang handal mencakup setting waktu pemutusan oleh PMT pada masing-masing gardu induk. Pelepasan beban penyulang harus dihindari agar kontinuitas penyaluran daya ke penyulang lainnya tidak berdampak negative.

REFERENSI

- [1] Hermawan, Mochammad Facta “Perilaku Frekuensi Terhadap Pelepasan Beban Manual (Manual Load Shedding) Pada Sub Sistem Kelistrikan Pedan,” *Ejournal3.Undip.Ac.Id*, Vol. 5, No. 3, Pp. 1–8, 2016.
- [2] Hadi And E. Ervianto, “Studi Pelepasan Beban Dengan Menggunakan Relai Frekuensi Kurang Pada Sistem Tenaga Listrik,” Pp. 1–7.
- [3] Achmad Ainul Hakiki1, Munawar Agus Riyadi, St., Mt., “Penggunaan Under Frequency Relay (Ufr) Sebagai Sistem Pengaman Frekuensi Di Up2b Jawa Tengah Dan Diy,” Vol. 3, No. 1, Pp. 1–9, 2019.
- [4] Tio Vanny “Analisis Pelepasan Beban (Load Shedding) Menggunakan Under Frequency Relay Pada Pembangkitan Tanjung Jati B Jepara,” Vol. 7, No. 1, P. 138, 2018.
- [5] Wisna Saputri Alfira, Muhammad Bachtiar Nappu, Ardiaty Arief1, “Simulasi Under-Voltage Load Shedding Dengan Masuknya Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin,” *Cot.Unhas.Ac.Id*, Vol. 21, No. 02, 2017.
- [6] T. Vanny, B. Karo, J. Windarta, And M. Facta, “Analisis Pelepasan Beban (Load Shedding) Menggunakan Under Frequency Relay Pada Pembangkitan Tanjung Jati B Jepara,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, Vol. 7, No. 1, Pp. 138–144, Mar. 2018.
- [7] Fajar Rizky Kurniawan, Dyana Arjana, “Analisis Kinerja Under Frequency Relay Pada Subsistem Kelistrikan Bali Saat Kondisi Island Operation,” *J. Spektrum*, Vol. 7, No. 4, Pp. 1–7, 2020..
- [8] Masarrang, L. S. Patras, H. Tumaliang, And A. P. S. Transmisi, “Efek Korona Pada Saluran Transmisi Gardu Induk Tello Sulawesi Selatan,” *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, Vol. 8, No. 2, Pp. 67–74, 2019.
- [9] M. A. Pradnya, I. G. D. Arjana, And I. W. A. Wijaya, “Studi Analisis Dampak Pemasangan Over Load Shedding Terhadap Pembebanan Pada Saluran Transmisi 150kv Di Bali,” Vol. 16, No. 1, P. 41, 2017.
- [10] R. Pranata, Yusmartato, R. Nasution, And Armansyah, “Perbandingan Efisiensi Saluran Transmisi Jarak Pendek Dan Menengah Untuk Sirkuit Ganda,” Vol. 15, No. 3, 2020.
- [11] Rachman, “Analisis Proteksi Rele Jarak Pada Saluran Transmisi 150 Kv Garuda Sakti – Pasir Putih Menggunakan Pscad,” *Sain,Energi, Teknol. Dan Ind.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 10–27, 2018.
- [12] Osea Zebua, Noer Soedjarwanto, “Rancang Bangun Alat Deteksi Stabilitas Tegangan Jangka Panjang Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah,” *Electrician*, Vol. 12, No. 2, P. 33, 2019
- [13] Saputra, “Analisis Stabilitas Transien Respon Frekuensi Dengan Skema Pelepasan Beban (Load Shedding) Di Pt . Petrochina International Jabung Ltd . Mode Bcd3 Akibat Lepasnya,” *J. Tek. Elektro Undip*, Vol. 4, No. 3, 2015.
- [14] Fajar Rizky Kurniawan, Dyana Arjana, “Analisis Kinerja Under Frequency Relay Pada Subsistem Kelistrikan Bali Saat Kondisi Island Operation,” *J. Spektrum*, Vol. 7, No. 4, 2020.
- [15] Sofiah, Airi Nopiansyah, “Studi Skema Pelepasan Beban Secara Otomatis Pada Saat Sistem 70 Kv Kehilangan Suplai Dari Sistem 150 Kv Di Keramasan Menggunakan Rele (Ufr) Page 128,” *J. Surya Energy*, Vol. 2, No. 1, Pp. 128–134, 2017.
- [16] Ir Ontoseno Penangsang, D. Rony Seto Wibowo, And M. Jurusan Teknik Elektro, “Event-Driven Load Shedding Pada Jaringan Distribusi Tiga Fasa Pt. Pln Apj Surabaya Utara Menggunakan Indeks Ranking Tegangan Urutan Positif,” 2015, Accessed: Dec. 19, 2021.
- [17] Hajar And M. Ridho, “Review Dan Resetting Skema Overload Shadding Interbus Transformer Energi Dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah,” *J. Ilmia*, Vol. 12, No. 1, Pp. 1–11, 2020.
- [18] Marliyus Sunarhati, “Sistem Proteksi Rele Frekuensi Pada Generator Pt. Pupuk Sriwijaya,” Vol. 3, No. 2, 2013.
- [19] Dian Nova Kusuma Hardani, Abi Aditya Triyanda, “Monitoring Stabilitas Transien Pada Sistem Tenaga Listrik,” *Jrst (Jurnal Ris. Sains Dan Teknol.*, Vol. 3, No. 2, P. 69, 2019.