

ANALISIS PELEPASAN BEBAN (*LOAD SHEDDING*) MENGUNAKAN *UNDER FREQUENCY RELAY* PADA GARDU INDUK 70 KV MAULafa ULTG KUPANG

Jonas J. Ena Mau^{*1}, Evtaleny R. Mauboy², Wellem F. Galla³

^{1,2,3} Prodi Teknik Elektro/Fakultas Sains dan Teknik/ Universitas Nusa Cendana

^{*)}Corresponding author, email: jonasenamau18@gmail.com

Abstrak	INFO.
Stabilitas frekuensi mengacu pada kemampuan sistem untuk mempertahankan nilai frekuensi nominal dan menjaganya tetap stabil dengan adanya ketidakseimbangan antara daya aktif yang dihasilkan dan daya beban aktif sistem. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis pelepasan beban menggunakan relai underfrequency ketika Pembangkit Listrik Bolok unit 1 mengalami trip. Analisis ini disimulasikan menggunakan ETAP 19.0.1 untuk mengamati respons frekuensi dan ketika Pembangkit Listrik Bolok unit 1 trips, serta respons frekuensi setelah pelepasan beban menggunakan under frequency relay di Gardu Maulafa. Ketika Pembangkit Listrik Bolok unit 1 mengalami trip, frekuensi sistem turun menjadi 48.8 Hz. UFR beroperasi pada tahap pertama untuk melepaskan beban dengan frekuensi referensi pelepasan beban 49,3 Hz. Beban adalah 2,22 MW. Setelah pelepasan beban, frekuensi sistem meningkat menjadi 49,9 Hz dan tetap stabil dengan waktu pemulihan 11 detik.	Info. Artikel: No. 038 Received. July, 01, 2026 Revised. July 27, 2026 Accepted. August 03, 2026 Page. 25 – 33
	Kata kunci: ✓ Frekuensi ✓ Pelepasan Beban ✓ Under Frequency Relay ✓ Pembangkit Listrik ✓ Gardu Induk
Abstract <i>Frequency stability refers to the system's ability to maintain the nominal frequency value and keep it stable in the presence of an imbalance between the generated active power and the system's active load power. In this study, an analysis of load shedding using an underfrequency relay will be conducted when the Bolok Power Plant unit 1 experiences a trip. This analysis is simulated using ETAP 19.0.1 to observe the frequency response and when the Bolok Power Plant unit 1 trips, as well as the frequency response after load shedding using the underfrequency relay at the Maulafa Substation. When the Bolok Power Plant unit 1 experiences a trip, the system frequency drops to 48.8 Hz. The UFR operates in the first stage to shed load with a load shedding reference frequency of 49.3 Hz. The load shed is 2,22 MW. After load shedding, the system frequency increases to 49.9 Hz and remains stable with a recovery time of 11 seconds.</i>	

PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan kesatuan dari beberapa sistem, yaitu sistem pembangkit listrik, sistem transmisi listrik, sistem distribusi daya, dan terdapat sistem perlindungan untuk melindungi sistem dari gangguan[1]. Sistem tenaga dapat dianggap sebagai sistem tenaga yang baik jika memenuhi beberapa persyaratan, termasuk Keandalan, Kualitas, dan Stabilitas[2]. Keandalan adalah kemampuan sistem untuk terus menyuplai daya atau energi. Kualitas adalah kemampuan sistem tenaga listrik untuk menghasilkan besaran-besaran standar yang ditetapkan untuk tegangan dan frekuensi. Stabilitas sistem harus mampu memberi pasokan listrik secara terus menerus dengan standar besaran tegangan dan frekuensi sesuai dengan aturan yang berlaku dan harus segera kembali ke kondisi normal bila sistem mengalami gangguan[3]. Berdasarkan jurnal "Definisi dan Klasifikasi Stabilitas Sistem Tenaga", stabilitas sistem tenaga dibagi menjadi tiga kategori: Stabilitas Sudut Rotor, Stabilitas Tegangan, dan Stabilitas Frekuensi[4].

Kestabilan frekuensi mengacu pada kemampuan sistem dalam mempertahankan nilai frekuensi nominal dan menjaganya tetap stabil ketika terjadi perubahan sistem secara tiba-tiba akibat adanya ketidakseimbangan antara daya yang disuplai oleh generator dengan daya yang diserap oleh beban, ketidakstabilan frekuensi seperti penurunan frekuensi yang drastis dapat menyebabkan sistem mengalami

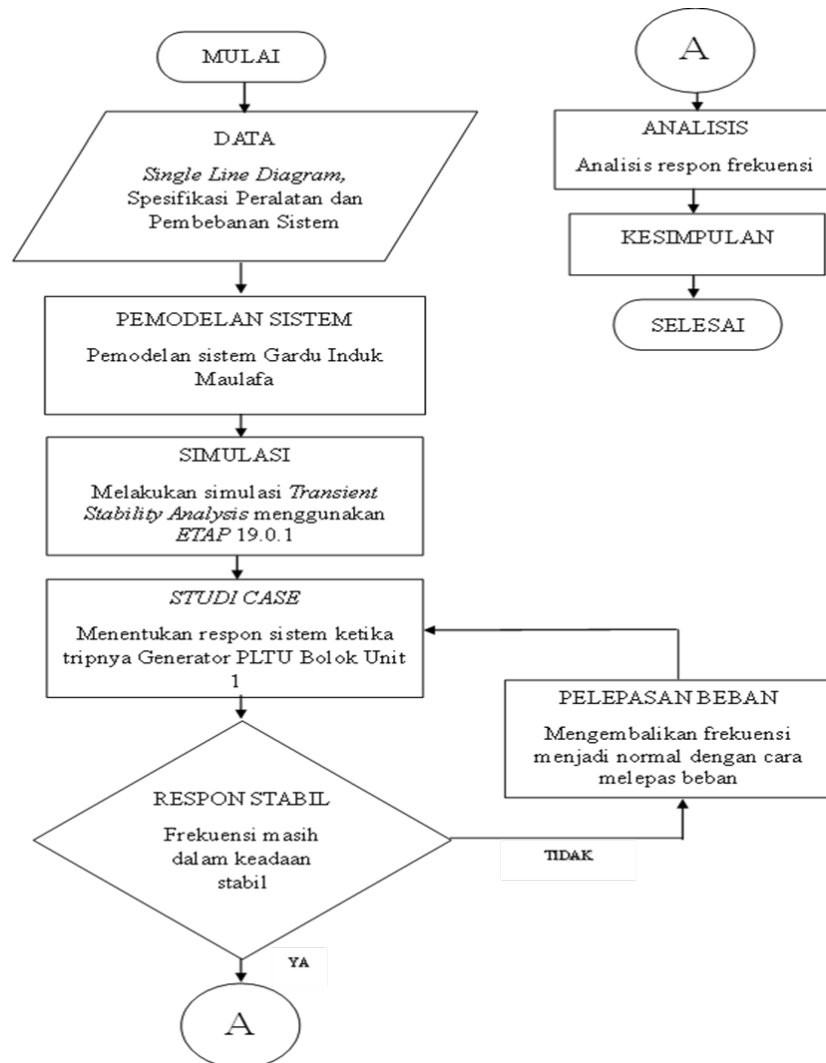
pemadaman total (black out)[5]. Frekuensi adalah indikator kualitas dan keandalan sistem tenaga. Deviasi frekuensi dari nilai nominal harus selalu berada dalam batas yang diizinkan[6]. Daya aktif mempunyai hubungan erat dengan nilai frekuensi dalam sistem, sedangkan beban sistem berupa daya aktif dan daya reaktif yang selalu berubah setiap waktu. Berkaitan dengan ini, untuk mempertahankan frekuensi dalam batas nominal yang diizinkan, maka pembangkit daya aktif dalam sistem harus disesuaikan dengan kebutuhan konsumen atau beban daya aktif[7]. Frekuensi nominal pada sistem tenaga listrik yaitu 50 Hz, frekuensi sistem dapat naik sampai dengan 52 Hz dan Turun sampai dengan 47 Hz pada saat terjadi gangguan[8]. Ketika frekuensi sistem mengalami penurunan maka perlu dilakukan upaya untuk mengembalikan kondisi frekuensi kembali pada keadaan normal yang telah ditetapkan. Sesuai dengan ketentuan SPLN S5.005 tahun 2022, PLN menggunakan frekuensi nominal 50 Hz, dengan ketentuan tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz. Untuk menjaga agar nilai frekuensi tetap stabil pada saat terjadi gangguan, maka dilakukan tindakan untuk mengembalikan nilai frekuensi ke keadaan normal dengan melakukan pelepasan beban (*load shedding*) agar nilai frekuensi tetap berada pada batas nominal yang diizinkan[9].

Salah satu faktor yang mempengaruhi laju penurunan frekuensi generator adalah konstanta inersia. Ketika konstanta inersia generator meningkat, laju penurunan frekuensi menurun. Nilai konstanta inersia yang digunakan dalam persamaan mampu mewakili konstanta inersia dari satu generator serta sekelompok beberapa generator[10]. *Under frequency relay (UFR)* bekerja dengan membandingkan antara frekuensi pada sistem dengan frekuensi setting. Jika frekuensi pada sistem bernilai lebih kecil atau sama dengan frekuensi setting, maka UFR akan bekerja[11]. *Under Frequency Relay* akan bekerja ketika frekuensi memasuki keadaan abnormal. Untuk mendapatkan keandalan tinggi dari sistem tersebut maka harus dipilih tingkat frekuensi tertinggi untuk rele trip. Pemilihan tingkat frekuensi pertama kali bekerja ditentukan oleh pengguna. Setelah frekuensi operasi tertinggi rele ditentukan, penentuan frekuensi referensi untuk tahap kedua dan seterusnya tergantung pada perkiraan laju penurunan frekuensi yang terjadi dan waktu pengoperasian rele pada tahap sebelumnya[12]. Faktor yang Mempengaruhi Rele mulai Bekerja; Lamanya waktu trip dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu. Waktu pick-up rele, waktu rele mulai bekerja dan waktu pemutus tenaga mulai bekerja[13]. Pelepasan Beban atau *load shedding* adalah keadaan dimana sistem tenaga listrik yang mengizinkan beberapa beban lepas dalam rangka memelihara kestabilan sistem tenaga listrik. pelepasan beban dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara daya yang dibangkitkan generator dengan jumlah beban[14]. Sehingga dengan adanya ketidakseimbangan daya yang disebabkan oleh terjadinya beban lebih biasanya dipicu oleh beberapa hal yaitu, adanya gangguan saluran sehingga ada beberapa beban yang tidak dapat disuplai oleh salah satu pembangkit dan ada pembangkit yang lepas dari sistem yang mengakibatkan beban yang seharusnya disuplai oleh pembangkit tersebut menjadi tanggungan pembangkit lain[15].

Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan kestabilan frekuensi dan pelepasan beban yang dijadikan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir ini yaitu Analisis Kestabilan Transient dan Pelepasan Beban pada Sistem Integrasi 33 kV PT. Pertamina RU IV Cilacap akibat Penambahan Beban RFCC dan PLBC[5], yang membahas adanya penambahan beban pada sistem kelistrikan di PT Pertamina RU IV Cilacap mengakibatkan penambahan pembangkit dan pabrik baru. Akibatnya sistem kelistrikan di PT Pertamina RU IV Cilacap berubah karena perlu menambahkan sistem bus 33 kV. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kestabilan sistem akibat penurunan frekuensi pada bus 13,8 kV maupun 33 kV. Manfaat dari penelitian ini yaitu dengan pelepasan beban mampu memperbaiki respon frekuensi yang lebih baik dari pada standar frekuensi yang selama ini digunakan di PT. Pertamina RU IV Cilacap. Selanjutnya Studi Analisis UFR (*Under Frequency Relay*) pada Gardu Induk Pesanggaran[16]. penelitian ini menganalisis kinerja UFR pada keadaan frekuensi sistem menurun. Metode yang digunakan yaitu dengan membandingkan hasil simulasi ETAP dan hasil perhitungan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif kuantitatif digunakan dalam penelitian ini untuk menjelaskan kondisi laju penurunan frekuensi sistem, konstanta inersia sistem, besar beban yang dilepasakan dan lama waktu pemulihan frekuensi sistem kembali ke kondisi normal ada pada saat PLTU Bolok unit 1 Lepas dari sistem. Pemodelan dan simulasi menggunakan *software* ETAP 19.0.1 pada Sistem Gardu Induk 70 kV Maulafa.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-Data Gardu Induk Maulafa

Gardu Induk Maulafa Terinterkoneksi dengan satu sistem yaitu Sistem Timor. Dengan total beban puncak siang hari dilampirkan pada tabel 1 dan beban pada tiap penyulang pada Gardu Induk Maulafa dilampirkan pada tabel 2.

Tabel 1. Data Beban Sistem Timor

Gardu Induk	P (MW)
TFT Panaf	0,28
TFT Tenau	15,232
TFT Bolok	0,896
TFT Maulafa 1	11,394
TFT Maulafa 2	14,088
TFT Naibonat	5,244
TFT Nonohonis	6,572
TFT Kefa	6,515
TFT Atambua	8,235
Total Beban	68,46

Tabel 2. Data Beban Penyulang Gardu Induk Maulafa

Penyulang	P (MW)
Express Penfui	2,217
Oepura	0,923
Express Undana	2,109
GH Sikumana	2,224
Bandara	3,921
Lippo	4,246
Oebufu	4,3
Oepoi	3,136
TDM	2,406
Total Beban	25,482

Perhitungan Penurunan Frekuensi di Gardu Induk Maulafa pada saat PLTU Bolok Unit 1 Trip

Sistem Timor memiliki 14 buah generator yang memiliki kapasitas serta konstanta inersia yang bervariasi. Tabel 3 menyajikan data kapasitas tiap unit generator dan konstanta inersia.

Pada tabel tersebut, total kapasitas generator pada sistem timor yaitu 197,1 MVA. Untuk menentukan berapa besar konstanta inersia sistem digunakan persamaan (1) untuk menghitung berapa besar konstanta inersia sistem. berikut hasil perhitungan konstanta inersia sistem :

$$H_{system} = \frac{H_1 MVA_1 + H_2 MVA_2 + \dots + H_n MVA_n}{MVA_1 + MVA_2 + \dots + MVA_n} \dots\dots\dots [1]$$

$$\begin{aligned}
 H_{system} &= \frac{567,289}{197,1} \\
 &= 2,87 \text{ MJ/MVA}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Kapasitas dan Konstanta Inersia Generator pada Sistem Timor

NAMA PEMBANGKIT	KONSTANTA INERSIA (H)	KAPASITAS (MVA)	$H \times MVA$
PLTU BOLOK 1	5	19,41	97,05
PLTU BOLOK 2	5	19,41	97,05
PLTU IPP SMSE 1	6,44	22,5	144,9
PLTU IPP SMSE 2	6,44	22,5	144,9
PLTMG KUPANG PEAKER 1	0,8	11,5	9,204
PLTMG KUPANG PEAKER 2	0,8	11,5	9,204
PLTMG KUPANG PEAKER 3	0,8	11,5	9,204
PLTMG KUPANG PEAKER 4	0,8	11,5	9,204
PLTMG KUPANG PEAKER 5	0,8	11,5	9,204
PLTD COGINDO 1	0,67	11,15	7,473
PLTD COGINDO 2	0,67	11,15	7,473
PLTD COGINDO 3	0,67	11,15	7,473
PLTD COGINDO 4	0,67	11,15	7,473
PLTD COGINDO 5	0,67	11,15	7,473
Total =		197,1	567,289

Setelah mendapatkan berapa besar konstanta inersia. Selanjutnya, menghitung berapa besar kelebihan beban ketika PLTU Bolok Unit 1 mengalami trip, laju penurunan frekuensi per detik, waktu relay untuk mulai bekerja, waktu pemutus tenaga untuk melepaskan beban, dan jumlah beban yang ingin dilepaskan berdasarkan rumus. Tabel 4 melampirkan hasil perhitungan.

Tabel 4. hasil perhitungan

Case	P_A (%)	d_f/d_t (Hz/s)	$t_{pick-up}$ (s)	t_{trip} (s)	$f_{load shedding}$ (Hz)	P_1 (MW)	ΔP_1 (MW)
Trip PLTU Bolok Unit 1	0,168	0,103	7,6	6,7	49,2	70,56	2,22

Dari hasil perhitungan yang terdapat pada tabel 4, besar kelebihan beban ketika PLTU Bolok Unit 1 Trip yaitu sebesar 0,168 %, dengan besar laju penurunan frekuensi yaitu 0,103 Hz/Detik. Lama waktu untuk Under Frequency Relay bekerja pada saat penurunan frekuensi yaitu 6,7 detik, dan lama waktu untuk pemutus tenaga bekerja yaitu 7,6 detik setelah UFR mendeteksi penurunan frekuensi. Daya sisa generator yang diharapkan 70,56 MW dengan beban yang akan dilepas sebesar 2,22 MW.

Simulasi Menggunakan ETAP 19.0.1

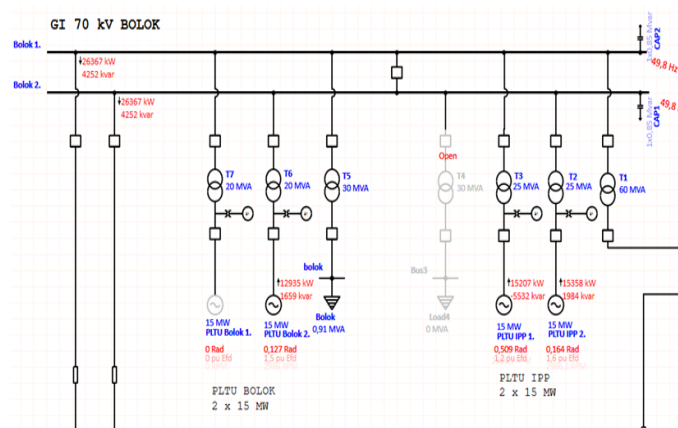
Pada simulasi ini dilakukan skenario pelepasan beban menggunakan *Under Frequency Relay* akibat adanya kelebihan beban yang mengakibatkan penurunan frekuensi sistem. Terjadinya kelebihan pada simulasi disebabkan tripnya generator unit 1 PLTU Bolok. Tabel 5 merupakan kondisi pembangkit yang beroperasi normal sebelum PLTU Bolok 1 mengalami trip.

Tabel 5. Pembangkit yang Beroperasi

Nama Pembangkit	DMN (MW)	Rating Operasi (MW)
PLTU BOLOK 1	15	10,846
PLTU BOLOK 2	15	10,846
PLTU IPP SMSE 1	15	12,323
PLTU IPP SMSE 2	15	12,339
PLTMG KUPANG PEAKER 1	9,49	6,267
PLTD COGINDO 1	8	5,928
PLTD COGINDO 2	8	5,928
PLTD COGINDO 3	8	5,928
Total	93,49	70,405

Kondisi trip nya PLTU Bolok Unit 1

Pada kondisi ini dilakukan skenario tripnya PLTU Bolok unit 1. Akibat dari tripnya PLTU Bolok unit 1 akan dilakukan analisis repon frekuensi sistem dengan melihat laju penurunan frekuensi pada sistem.



Gambar 2. Simulasi Trip Generator

Dalam simulasi transient stability analysis pada awalnya sistem berjalan dalam keadaan normal dengan frekuensi dalam keadaan normal 50 Hz dan daya aktif yang di bangkitkan sebesar 70,405 MW dengan total pembebanan sistem sebesar 68,46 MW. Pada saat $t = 10$ detik generator PLTU Bolok mengalami trip dan lepas dari sistem, trip nya PLTU Bolok unit 1 ditandai dengan terbuka pemutus tenaga pada generator. Akibat dari tripnya generator ini sistem kehilangan suplai daya sebesar 15 MW, sehingga generator bekerja diluar kapasitas operasi karena kurangnya suplai daya yang dibangkitkan dari jumlah beban sistem.

Kondisi Pembangkit pada saat PLTU Bolok Unit 1 mengalami Trip

Trip PLTU Bolok Unit 1 mengakibatkan beberapa pembangkit mengalami pembebanan lebih. Dilihat pada tabel 4.8 pada saat PLTU Bolok Unit 1 trip mengakibatkan PLTU IIP SMSE 1 dan 2 mengalami pembebanan lebih hingga 15,374 MW dan 15,288 MW.

Nama Pembangkit	DMN (MW)	Rating operasi (MW)
PLTU BOLOK 1	15	0
PLTU BOLOK 2	15	13,256
PLTU IPP SMSE 1	15	15,374
PLTU IPP SMSE 2	15	15,288
PLTMG Kupang Peaker 1	9,47	7,435
PLTD Cogindo 1	8	6,279
PLTD Cogindo 2	8	6,279
PLTD Cogindo 3	8	6,279

Kondisi pada saat Pelepasan Beban menggunakan Under Frequency Relay pada Gardu Induk Maulafa

Pada gambar 2 menunjukan keadaan dimana Under Frequency Relay melepaskan beban di Gardu Induk Maulafa pada saat nilai frekuensi mengalami penurunan hingga 49,3 Hz, UFR bekerja pada tahap pertama untuk melepaskan beban di tandai dengan warna abu-abu pada penyulang yang terpasang UFR. Kondisi sebelum dilakukan pelepasan beban, total beban sistem yaitu 68,46 MW. setelah dilakukan pelepasan beban sistem mengalami penurunan menjadi 66,352, dengan beban yang dilepas yaitu Gardu Hubung Sikumana dengan jumlah beban yang dilepas sebesar 2,22 MW.

Kondisi Pembangkit pada saat Under Frequency Relay Melepaskan Beban di Gardu Induk Maulafa.

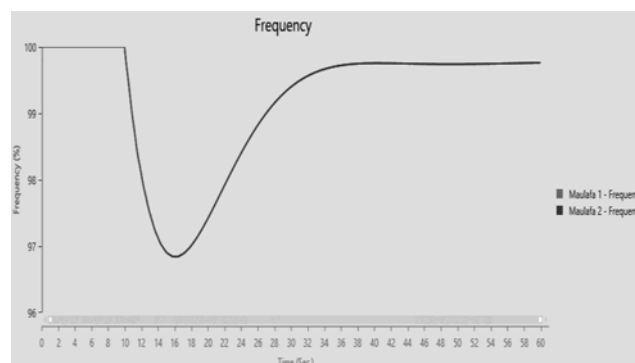
Tabel 7. Kondisi Pembangkit pada saat UFR Melepaskan Beban di Gardu Induk Maulafa

Nama Pembangkit	DMN (MW)	Rating Operasi (MW)
PLTU BOLOK 1	15	0
PLTU BOLOK 2	15	12,903
PLTU IPP SMSE 1	15	14,688
PLTU IPP SMSE 2	15	14,854
PLTMG Kupang Peaker 1	9,47	7,271
PLTD Cogindo 1	8	6,23
PLTD Cogindo 2	8	6,23
PLTD Cogindo 3	8	6,23

Untuk kondisi pembangkit setelah dilakukan pelepasan di Gardu Induk maulafa, kondisi PLTU IPP Unit 1 dan Unit 2 sebelum dilakukan pelepasan beban mengalami pembebanan lebih hingga 15,374 MW dan 15,288 MW. Setelah dilakukan pelepasan beban, PLTU IPP Unit 1 dan 2 beroperasi normal dengan daya yang dibangkitkan 14,688 MW dan 14,854 MW. kondisi PLTU Bolok Unit 2 sebelum dilakukan pelepasan beban daya yang dibangkitkan 13,256 MW. Setelah dilakukan pelepasan beban, daya yang dibangkitkan mengalami penurunan menjadi 12,903 MW. Kondisi PLTMG Kupang Peaker 1 sebelum dilakukan pelepasan beban daya yang dibangkitkan 7,435 MW. Setelah dilakukan pelepasan beban, daya yang dibangkitkan mengalami penurunan menjadi 7,271 MW. Kondisi PLTD Cogindo Unit 1, 2 dan 3 sebelum dilakukan pelepasan beban daya yang dibangkitkan 6,279 MW untuk masing-masing Unit. Setelah dilakukan pelepasan beban, daya yang dibangkitkan mengalami penurunan menjadi 6,23 MW untuk masing-masing unit.

Respon Frekuensi pada saat PLTU Bolok Unit 1 mengalami Trip

Respon frekuensi dilihat ketika penurunan frekuensi pada saat trip nya PLTU Bolok Unit 1 hingga kembali ke keadaan normal setelah dilakukan pelepasan pada Gardu Induk Maulafa.



Gambar 4. Grafik Respon Frekuensi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, pada kondisi tripnya generator unit 1 PLTU Bolok mengakibatkan penurunan frekuensi sistem yang signifikan hingga mencapai batas 48,8 Hz. Penurunan frekuensi ini mengakibatkan *Under Frequency Relay* (UFR) bekerja pada tahap 1 untuk beroperasi pada frekuensi acuan 49,3 Hz dengan waktu tunda operasional selama 1,5 detik. UFR melakukan pelepasan beban secara otomatis dengan total beban yang dilepas sebesar 2,22 MW yang terbukti secara efektif mampu mengatasi ketidakstabilan sistem. Tindakan pelepasan beban ini berhasil mengembalikan profil frekuensi sistem dari kondisi kritis naik secara perlahan, hingga akhirnya kembali mencapai titik stabil (*steady state*) pada nilai 49,9 Hz dengan total waktu pemulihan (*recovery time*) selama 11 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S Suripto, "Sistem tenaga listrik," *slametumy.wordpress.com*, 2017, Accessed: Jul. 25, 2026.
- [2] F. J. Tasiam, "Proteksi sistem tenaga listrik," 2017, *Teknosain*.
- [3] N. Nuswantara, W. G. Ariastina, and A. A. N. Amrita, "Studi Kestabilan Sistem dan Pelepasan Beban (Load Shedding) Berdasarkan Standar IEEE di PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit IV," 2017.
- [4] N. Hatziaargyriou *et al.*, "Definition and Classification of Power System Stability - Revisited & Extended," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 36, no. 4, pp. 3271–3281, 2021, doi: 10.1109/TPWRS.2020.3041774.
- [5] F. Ariansyah, A. Priyadi, M. Pujiatara, and J. T. Elektro, "Analisis Kestabilan Transien dan Pelepasan Beban Pada Sistem Integrasi 33 KV PT. Pertamina RU IV Cilacap akibat Penambahan Beban RFCC dan PLBC," *B19 JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [6] A. Baggingi, "Handbook of power quality," 2008, Accessed: Mar. 27, 2026
- [7] IEEE Std C37.117, "IEEE Std C37.117™-2007, *IEEE Guide for the Application of Protective Relays Used for Abnormal Frequency Load Shedding and Restoration*," 2007.
- [8] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral NO 20, "Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Sistem Tenaga Listrik," 2020.
- [9] PT. PLN (Persero), *SPLN S5.005: 2022 Sistem defense scheme*. JAKARTA SELATAN, 2022.
- [10] J. M. Gers and E. J. Holmes, "Protection of Electricity Distribution Networks-2nd Edition," 2004.
- [11] Y. Raharja, "Analisis Pelepasan Beban (Load Shedding) Menggunakan Under Frequency Load Shedding (UFLS) Berdasarkan Standar IEEE Pada PT. Kilang Pertamina," 2022, Accessed: Mar. 27, 2026.
- [12] F. PEBRIANI, "Sistem Proteksi Rele Frekuensi Sebagai Pengaman Pada Generator Di PT. Pupuk Sriwidjaja," 2016,
- [13] F. Kamil, "Analisis Kestabilan Frekuensi Pada Sistem Sulbagsel Dengan Integrasi PLTA Bakaru II 140 MW," 2023, Accessed: Mar. 27, 2026. [Online]. Available: <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/28932/>
- [14] M. Rafsanjani, ; Retno, A. Diantari, S. Tinggi, and T. Pln, "Studi Laju Penurunan Frekuensi Pada Sistem Kelistrikan Sumatera Bagian Utara Dengan Skema Pelepasan Beban," vol. 9, no. 2, 2019, doi: 10.33322/sutet.v9i2.584.
- [15] W. Martiningsih, Pelepasan Beban dengan Under Frequency Relay pada Sistem Distribusi PT. DSS Power. 2018.
- [16] B. Sakti, A. A. Gede, M. Pelayun, I. Gede, D. Arjana, and I. A. A. Gede, "Studi Analisis UFR (Under Frequency Relay) Pada Gardu Induk Pesanggaran," 2019.