

Available online at: <http://jarpet.ft.unand.ac.id/>**Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi**

ISSN (Online) 2797-9024



Studi Analisis Eksitasi Untuk Mengatur Tegangan Keluaran Generator Dan Governor Untuk Mengatur Beban Pada Unit 3 Di ULPTA Tes PT PLN Indonesia Power

Andre Febrian, Yanolanda Suzantry Handayani*, Irnanda Priyadi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Bengkulu Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diajukan: 6 Oktober 2023
Revisi: 20 November 2023
Diterbitkan: 31 Desember 2023

KATA KUNCI

Eksitasi, Generator, Governor, Guide Vane

KORESPONDENSI

Phone: 085384585552
E-mail: yanolanda@unib.ac.id

ABSTRAK

Generator merupakan mesin yang dapat mengkonversi energy mekanik menjadi energy listrik. Prinsip kerja dari Generator Sinkron adalah dengan induksi elektromagnetik. Eksitasi adalah salah satu bagian yang paling krusial pada system di Generator, dimana peran dari eksitasi adalah untuk membentuk/menghasilkan fluks yang berubah terhadap waktu, sehingga dihasilkan satu GGL induksi. Arus penguatan berfungsi untuk mengatur besarnya tegangan keluaran sesuai pembebanan yang digunakan. Peralatan yang digunakan sebagai pemngatur arus eksitasi adalah Automatic Voltage Regulator (AVR). Fungsi Governor yaitu sebagai 'interface' diantara turbin penggerak dan juga generator. Fungsi utama pengaturan putaran ini untuk menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan terhadap adanya variasi beban atau gangguan pada sistem. Dalam penelitian ini di lakukan perbandingan antara setiap parameter nilai terhadap waktu agar dapat mengetahui pengaruh perubahan nilai tersebut sebab akibatnya, parameter yang diambil anatara lain yaitu tegangan gen, arus generator, arus eksitasi, bukaan guide vane, daya aktif, daya reaktif dan factor daya. Pengaruh perubahan dapat dilihat pada parameter Guid Vane semakin besar bukaan Guide Vane pada Governor maka akan semakin besar pula arus yang akan di peroleh, hal ini dikarenakan semakin besar bukaan Guide Vane akan menyebabkan Rotor lebih kuat menahan tekanan air sehingga Arus yang di dapat semakin besar. Semakin besar nilai arus Generator akan memperbesar nilai Daya Aktif.

PENDAHULUAN

PLTA merupakan pembangkit energy listrik yang memanfaatkan energi potensial air. Air memiliki daya hidrolis dengan mempertimbangkan faktor massa jenis air (ρ), gaya gravitasi (g), debit air (Q), serta ketinggian/head (H) pengaruh dari factor-factor tersebut yang menciptakan energy potensial dan energy kinetic yang nantinya dapat digunakan sebagai penggerak turbin untuk memutar generator. Mengapa harus membahas mengenai PLTA? Secara geografis Indonesia terutama di daerah Bengkulu memiliki banyak sekali sumber mata air baik dari danau, sungai dan lain sebagainya sehingga sangat memungkinkan untuk di teliti lebih dalam [1].

PLTA TES adalah pembangkit listrik tenaga air yang pertama didirikan di wilayah Sumatera, Provinsi Bengkulu Kab. Lebong. Pusat listrik yang digunakan yaitu pola kolam tando berupa Danau Tes dengan Power House (PH) yang berada di permukaan tanah dengan memanfaatkan aliran dari Sungai Ketaun yang dibendung dalam kolam tando (Danau Tes) yang selanjutnya akan dialirkan melalui penstock ke turbin. PLTA TES terdiri dari 2 Power House (PH) dimana yang pertama adalah unit PLTA TES Lama yang mulai dibangun pada tahun 1912-1923 oleh pemerintahan kolonial Hindia Belanda yang beroperasi mulai tahun 1923 dan sentral unit baru yang diresmikan oleh presiden soeharto pada 9 juli 1992 di Desa Turan Tiging, Kabupaten Rejang Lebong yang sekarang berubah menjadi Kabupaten Lebong, Bengkulu [2].

Generator merupakan mesin yang dapat mengkonversi energy mekanik menjadi energy listrik. Prinsip kerja generator listrik adalah induksi elektromagnetik. Berdasarkan jenis arus listriknya, generator dibagi menjadi generator arus DC dan generator arus AC. Perbedaan antara keduanya adalah penggunaan komutator pada Generator arus DC dan cincin selip pada Generator arus AC. Pada pembangkitan sendiri biasanya di gunakan Generator Sinkron dengan arus bolak-balik (AC). Mengapa harus menggunakan Generator sinkron? Hal ini di sebabkan karena generator sinkron tidak memiliki slip sehingga lebih mudah dalam pengaturan tegangan dan frekuensi yang akan digunakan.

Cara kerja generator, menurut hukum faraday, apabila medan magnet berputar di dalam kumparan, maka timbul gaya gerak listrik (GGL) atau timbul tegangan pada ujung-ujung kumparan. sehingga besarnya tegangan yang telah diinduksikan ke kumparan medan bergantung terhadap kecepatan putaran, kuat medan magnet yang dihasilkan dan panjang penghantar dalam kumparan medan [3]–[5].

Automatic Voltage Regulator (AVR) adalah sebuah device pengatur tegangan yang digunakan pada generator sinkron untuk menstabilkan tegangan keluaran yang dihasilkan. Cara kerja AVR yaitu Apabila tegangan output generator dibawah tegangan normal tegangan generator, maka AVR akan memperbesar arus pengutan (*exitacy*) pada exciter. Berdasarkan hal tersebut apabila terjadi perubahan Vout Generator akan dapat distabilkan oleh AVR secara otomatis karena dilengkapi dengan peralatan seperti alat yang digunakan untuk pembatasan minimum ataupun maksimum yang dapat bekerja secara otomatis [6].

Fungsi *Governor* yaitu sebagai ‘interface’ diantara turbin penggerak dan juga generator. Fungsi utama dalam pengaturan putaran ini yaitu untuk menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan terhadap adanya variasi beban atau gangguan pada system *Governor* pada operasionalnya dapat bekerja secara otomatis (dikendalikan dipusat kontrol) maupun dikontrol secara manual langsung pada panel *governor* tersebut. Selain itu Fungsi utama dari *governor* antara lain untuk menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan terhadap adanya variasi beban atau gangguan pada sistem, kestabilan putaran pada *governor* memiliki peran besar untuk menjaga kestabilan frekuensi tegangan AC yang akan dihasilkan [7]–[9].

Guide vane merupakan alat bantu yang memiliki fungsi utama sebagai pengarah arah aliran air ke turbin. Pemilihan bahan yang tepat menjadi salah satu pertimbangan dalam pembuatan *guide vane*. Prinsip kerja utama dari *guide vane* adalah dengan mengarahkan aliran air yang akan masuk melalui penstock kedalam turbin. Sehingga setiap sudut turbin mendapatkan sudut serang air yang maksimal untuk mendapatkan nilai beban yang maksimal, dan pada akhirnya komponen *guide vane* tersebut dapat meningkatkan nilai efisiensi sistem aliran air [10], [11].

METODE

Pra-Penelitian akan dilakukan pengambilan beberapa sample data dari semua unit yang beroperasi dan dilakukan analisis sederhana terhadap data yang diperoleh, ada beberapa parameter yang akan menjadi acuan pengambilan data yang akan di analisis lebih lanjut seperti terjadinya kenaikan dan penurunan secara drastis pada daya keluaran dan arus generator yang selanjutnya akan di analisis lebih lanjut dan lebih mendalam mengenai factor-factor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kenaikan dan penurunan tersebut. Selain hal-hal tersebut juga di analisis perubahan pada parameter-parameter lainnya. Seperti bukaan *guide vane*, arus eksitasi dan juga tegangan keluaran generator. Disini akan di gunakan rumus daya aktif pada persamaan (1) sebagai parameter hitung untuk melihat pengaruh arus keluaran tegangan terhadap daya keluaran.

$$P = V \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah didapatkan data yang sesuai dengan analisis yang akan dilakukan selanjutnya parameter data tersebut dimasukan kedalam Tabel 1 dan selanjutnya akan dilakukan analisis lebih mendalam dengan melakukan perbandingan parameter data terhadap waktu untuk mengetahui perbedaan dan perubahan setiap parameter data terhadap waktu, sehingga dapat mempermudah dalam menganalisis data.

Berdasarkan Metodologi yang dilakukan maka di dapat data hasil pendataan keluaran data dari generator pada Tabel 1 Data hasil pendataan keluaran Generator. Setelah didapat data hasil pendataan selanjutnya akan dibuat grafik perbandingan pada setiap parameter data. Pengambilan data dilakukan pada unit 3 PLTA Tes, dalam melakukan pengambilan data banyak pertimbangan yang dilakukan terutama pada naik turunnya parameter nilai sehingga dapat dilakukan analisis yang lebih maksimal.

Setelah didapat parameter data, selanjutnya akan dilakukan analisis setiap parameter data terhadap waktu, setelah itu akan dianalisis lebih mendalam pengaruh antar parameter data satu dengan lainnya sehingga dapat disimpulkan pengaruh dari setiap parameter data. Grafik perbandingan Arus Eksitasi terhadap waktu dapat dilihat melalui Gambar 1

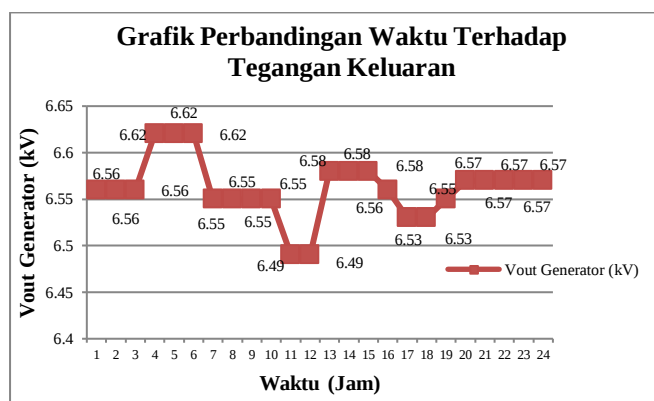


Gambar 1. Grafik Perbandingan Arus Eksitasi terhadap Waktu

Tabel 1. Data Oprasional Generator Unit 3 PLTA Tes 14/02/2023

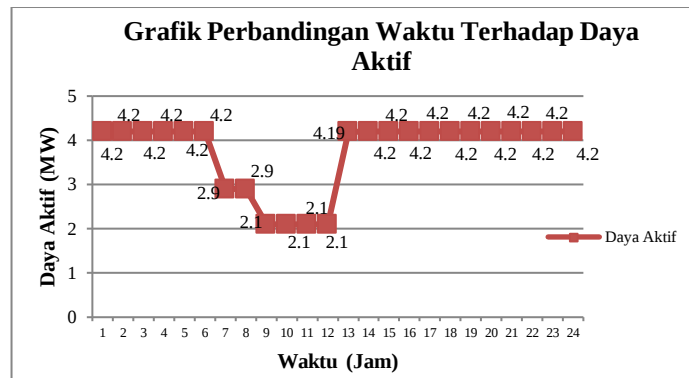
Jam	VOUT GEN (KV)	Arus Generator (A)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (Mvar)	Arus Eksitasi (A)	Bukaan Guide Vane (%)	Cos phi
01.00	6.56	372	4.20	0.40	5.01	49.00	0.99
02.00	6.56	372	4.20	0.40	5	49.00	0.99
03.00	6.56	372	4.20	0.40	5	49.00	0.99
04.00	6.62	371	4.20	0.50	5.04	49.00	0.99
05.00	6.62	371	4.20	0.70	5.01	49.00	0.99
06.00	6.62	371	4.20	0.80	5	49.00	0.99
07.00	6.55	265	2.90	0.60	4.85	16.00	0.99
08.00	6.55	265	2.90	0.50	4.85	16.00	0.99
09.00	6.55	205	2.10	0.80	4.81	16.00	0.99
10.00	6.55	205	2.10	0.80	4.86	16.00	0.99
11.00	6.49	206	2.10	0.70	4.90	16.00	0.99
12.00	6.49	206	2.10	0.70	4.86	16.00	0.99
13.00	6.58	378	4.19	0.63	4.94	45.50	0.99
14.00	6.58	375	4.20	0.60	4.99	45.30	0.99
15.00	6.58	375	4.20	0.80	4.91	45.30	0.99
16.00	6.56	375	4.20	0.80	5	45.30	0.99
17.00	6.53	373	4.20	0.60	5	45.10	0.99
18.00	6.53	374	4.20	0.50	5	45.00	0.99
19.00	6.55	374	4.20	0.50	5.13	45.00	0.99
20.00	6.57	373	4.20	0.50	5	45.40	0.99
21.00	6.57	372	4.20	0.50	5	45.40	0.99
22.00	6.57	372	4.20	0.50	5	45.40	0.99
23.00	6.57	372	4.20	0.50	5	45.40	0.99
24.00	6.57	372	4.20	0.50	5	45.40	0.99

Grafik perbandingan Tegangan Keluaran terhadap waktu dapat dilihat melalui Gambar 2.



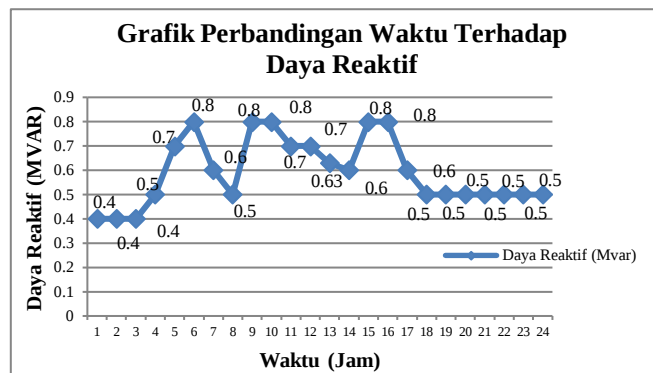
Gambar 2. Grafik Perbandingan Tegangan Keluaran terhadap Waktu

Grafik perbandingan Daya Aktif terhadap waktu dapat dilihat melalui Gambar 3.



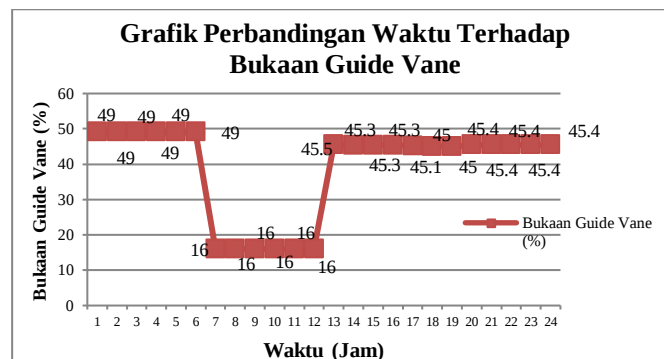
Gambar 3. Grafik Perbandingan Daya Aktif terhadap Waktu

Grafik perbandingan Daya Reaktif terhadap waktu dapat dilihat melalui Gambar 4.



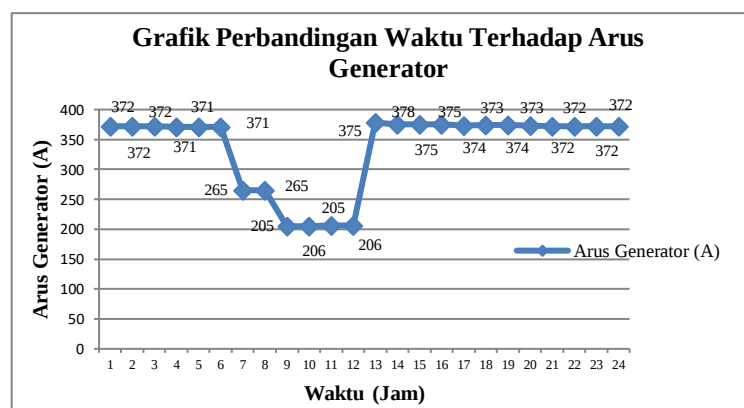
Gambar 4. Grafik Perbandingan Daya Reaktif terhadap Waktu

Grafik perbandingan Bukanan Guide Vane terhadap waktu dapat dilihat melalui Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Bukanan Guide Vane terhadap Waktu

Grafik perbandingan Arus Generator terhadap waktu dapat dilihat melalui Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Arus Generator terhadap Waktu

Berdasarkan perbandingan yang telah di buat tersebut dapat dianalisa lebih dalam pengaruh masing-masing parameter dimana saat bukaan Guide Vane di posisi 49% di dapat daya aktif 4,2MW dan arus Generator 372 A pada Jam 01.00-06.00 dan secara spontan ke tiga parameter tersebut turun bersamaan pada jam 09.00 saat bukaan Guide Vane di 16% di dapat Daya Aktif sebesar 2,1 MW dan Arus Generator sebesar 206A dan ketiga parameter tersebut kembali naik pada jam 14.00 saat bukaan Guide Vane di 45,5% diperoleh Daya Aktif sebesar 4,2 MW dan Arus Generator 375 MW. Berdasarkan data dan analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa bukaan Guide Vane dapat mempengaruhi besar Arus Generator dan Daya Aktif yang diperoleh, hal ini dapat di sebabkan karena semakin besar Bukaan Guide Vane maka akan memberikan beban yang besar ke turbin akibat tekanan air yang besar sehingga akan menghasilkan Arus Generator yang semakin besar juga. Berdasarkan hal ini, dalam generator pembangkitan jika kita ingin menghasilkan tegangan dan frekuensi yang stabil maka kita harus menstabilkan putaran/rpm dari sebuah generator, sehingga jika generator di asumsikan sebagai kendaraan yang akan berjalan dengan kecepatan konstan, ketika kendaraan tersebut menanjak maka kendaraan tersebut akan memakan daya yang lebih besar dan ketika kendaraan dalam keadaan menurun maka akan memakan daya yang lebih kecil. Kembali dari asumsi tadi apabila kendaraan berjalan konstan maka tegangan yang di gunakan tetap, tapi apa yang mempengaruhi peningkatan daya tersebut? Jawabannya adalah arus generator, hal ini dasari dari rumus Daya Aktif itu sendiri. Sehingga dapat disimpulkan Bukaan Guide Vane berbanding lurus terhadap Arus Generator dan Daya Aktif.

Lalu bagaimana dengan Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran? Dalam grafik dapat di ketahui tegangan keluaran kurang lebih di 6,6 kV sesuai dengan spesifikasi Generator pada Unit 3 PLTA Tes. Bagaimana Tegangan generator bisa tidak mengalami banyak perubahan? Hal ini karena AVR sebagai penstabil Tegangan Keluaran Generator agar sesuai dengan keinginan, AVR mengatur Tegangan Keluaran dengan cara menaikkan dan menurunkan Arus Eksitasi. Dapat dilihat dalam perbandingan Grafik antara Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran memiliki hubungan yang cukup berbanding lurus.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, bahwa bukaan Guide Vane memiliki pengaruh besar terhadap Arus keluaran dari generator sehingga akan terjadi juga perubahan daya aktif yang akan di peroleh. Hal ini disebabkan karena apabila bukaan Guide Vane semakin besar maka akan menimbulkan beban yang lebih besar pada Turbin sehingga akan terjadi lonjakan Arus Generator, Arus inilah yang mempengaruhi daya Aktif, berdasarkan rumus Daya Aktif (P), dapat diketahui bahwa Arus Generator akan selalu berbanding lurus dengan Daya Aktif, terlebih lagi Tegangan Generator yang dihasilkan juga tetap sehingga yang paling dapat mempengaruhi nilai dari Daya Aktif adalah Arus keluaran Generator. Sedangkan untuk Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran, dalam grafik dapat di ketahui tegangan keluaran kurang lebih di 6,6 kV sesuai dengan spesifikasi Generator pada Unit 3 PLTA Tes. Dalam menjaga kestabilan ini terdapat peran besar dari AVR sebagai penstabil Tegangan Keluaran Generator agar sesuai dengan keinginan, AVR mengatur Tegangan Keluaran dengan cara menaikkan dan menurunkan Arus Eksitasi. Dapat dilihat dalam perbandingan Grafik antara Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran memiliki hubungan yang cukup berbanding lurus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang telah memberikan gagasan, bimbingan dan berbagai dukungan lainnya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ika Novia Anggraini, ST.,M.Eng sebagai Koordinator Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik di Universitas Bengkulu.
2. Ibu Yanolanda Suzantry Handayani, S.T.,M.,Eng selaku Dosen pembimbing dalam Penelitian.
3. Bapak/Ibu dosen, staff pengajar dan tata usaha program studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.
4. Bapak Rika Alfian Raharja selaku Manager PT PLN Indonesia Power PLTA Tes
5. Bapak Hendro Wedyanto selaku Supervisor K3L dan Keamanan PLTA Tes.
6. Bapak Doddy Irsandi, Bapak Nyoman Arya Wiriyawan, Bapak Indra Sariman Siregar, dan Bapak Edyson Petrus Hutabarat selaku Supervisor Operator PLTA Tes.
7. Bapak Ivan Rifki Hidayat selaku Supervisor Pemeliharaan dan Pembimbing Kerja Praktek.
8. Seluruh karyawan bagian pemeliharaan PLTA Tes (Pak Rico, Pak Maryono, Pak Mifta, Pak Rendi, Pak Panca, Pak Mim, Pak Oyen, Pak Hautari, Pak Nofri).
9. Seluruh karyawan bagian operator PLTA Tes (Pak Jupri, Pak Yuda, Pak Frengki, Pak Andri, Pak Han, Pak Gandi, Pak Pari).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hamdani Putra, "ANALISA TINGKAT KAVITASI TURBIN FRANCIS DI PT.PLN (PERSERO) PLTA BATANG AGAM," 2021. Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.umsb.ac.id/943/>
- [2] M. Juliza, S. Nugroho, and J. Rizal, "APLIKASI FUNGSI TRANSFER PADA DATA DEBIT AIR DI PLTA TES".
- [3] I. Amri, "PERTIMBANGAN PENGARUH BEBAN DALAM PERANCANGAN PEMBANGKITAN SISTEM TENAGA LISTRIK," 2018.
- [4] S. A. Putra and D. B. Santoso, "ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF GENERATOR SINKRON UNIT 3 PLTA UBRUG ANALYSIS OF THE EFFECT OF EXCITATION CURRENT ON REACTIVE POWER OF SYNCHRONOUS GENERATOR UNIT 3 UBRUG HEPP," *Jurnal Disprotek*, vol. 13, no. 2, 2022.

- [5] B. A. Hasibuan, J. C. Siahaan, and I. Harianda, "ANALISIS UNJUK KERJA TURBIN AIR KAPASITAS 3×6 MW PADA BEBAN NORMAL DAN BEBAN PUNCAK DI UNIT PLTA PAKKAT PT. ENERGY SAKTI SANTOSA," *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 13–22, 2022.
- [6] L. Liliana, "Performance Analysis of Automatic Voltage Regulator (AVR) as a 3-Phase AC Generator Excitation Voltage Supply Controller: Analisis Kinerja Automatic Voltage Regulator (Avr) Sebagai Pengontrol Suplai Tegangan Eksitasi Generator Ac 3 Phasa," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy (IJEERE)*, vol. 1, no. 1, pp. 37–44, 2021.
- [7] B. Simanjorang, S. Siahaan, and J. L. Hutabarat, "Studi Analisis Eksitasi dan Governor Untuk Mengatur Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator Pada PLTMH Aek Raisan I," *Jurnal ELPOTECS*, vol. 4, no. 2, pp. 22–28, 2021.
- [8] K. Masruhan, P. E. Pambudi, and M. Mujiman, "ANALISIS SISTEM GOVERNOR DALAM MENJAGA KESTABILAN FREKUENSI PADA PT. INDONESIA POWER UP MRICA SUB UNIT PLTA WADASLINTANG," *Jurnal Elektrikal*, vol. 6, no. 1, pp. 48–55, 2019.
- [9] V. T. Wahyuni¹, B. P. Manunggal, and A. A. Melkias, "ANALISIS SETTING SPEED DROOP DAN DEADBAND GOVERNOOR UNIT 1 PLTA MANINJAU SEBAGAI PENGATURAN FREKUENSI PADA SISTEM 150 KV".
- [10] A. Suryana, "Guide Vane (Gv) Governor Valve Plta Cikalong Unit 3," *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, vol. 12, no. 11, pp. 1397–1402, 2021.
- [11] A. N. Lasman, "Analisis Patahan Dan Perbaikan Material Pada Penghubung Governor Terhadap Turbin Vertical Francis Hydro Power Dengan Daya Total 68 Mw Di Sumatera Barat," *TEKNOBIZ: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 47–53, 2015.