

**ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN TERHADAP
PELEPASAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*
LOGIC PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



**Disusun Oleh:
TRI ATMOJO
NPM.3332160012**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2023**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Analisis Kestabilan Tegangan Terhadap Pelepasan Beban
Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Pada Sistem Distribusi
20 KV
Nama Mahasiswa : Tri Atmojo
NPM : 3332160012
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 19 Desember 2022



Tri Atmojo

NPM. 3332160012

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa skripsi berikut:

Judul : Analisis Kestabilan Tegangan Terhadap Pelepasan Beban
Menggunakan Metode *Fuzzy logic* Pada Sistem Distribusi
20 KV

Nama Mahasiswa : Tri Atmojo

NPM : 3332160012

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada tanggal 9 Januari 2023 melalui Sidang Skripsi di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan LULUS.


Dewan Penguji

Tanda Tangan

Pembimbing I : Dr. Ir. Wahyuni Martiningsih, M.T.



Penguji I : Masjudin, S.T., M.Eng.

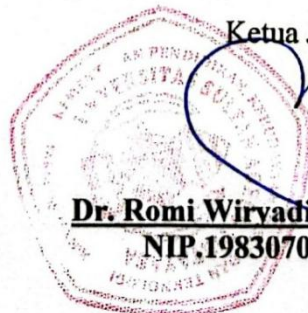


Penguji II : Ir. Lantip Pramono, M.Eng.



Mengetahui,

Ketua Jurusan



Dr. Romi Wirvadinata, S.T., M.Eng.

NIP.198307032009121006

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang telah memberikan nasehat, semangat, doa, dan materi yang tak terhingga nilainya,
2. Bapak Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro,
3. Ibu Dr. Ir. Wahyuni Martiningsih, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini,
4. Bapak Dr. Alimuddin, S.T., M.M., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan kepada saya selama masa perkuliahan ini,
5. Teman-teman dan sahabat saya yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Cilegon, 19 Desember 2022

Penulis

ABSTRAK

Tri Atmojo
Teknik Elektro

Analisis Kestabilan Tegangan Terhadap Pelepasan Beban Menggunakan Metode
Fuzzy logic Pada Sistem Distribusi 20 KV

Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan bagian yang perlu dijaga dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, karena sangat mempengaruhi semua sistem. Banyak hal yang mempengaruhi kestabilan sistem tenaga listrik, salah satunya adalah beban dinamis. Stabilitas dinamis didefinisikan sebagai stabilitas sistem tenaga listrik akibat perubahan beban kecil yang berlangsung terus menerus. Penelitian ini menggunakan metode logika fuzzy untuk mendapatkan nilai load shedding dan mengatasi kestabilan tegangan. Hasil penelitian untuk rata-rata nilai akurasi load shedding menggunakan logika fuzzy adalah 99,3%, sedangkan nilai persentase akurasi tertinggi yang telah dilakukan pada percobaan adalah 99,88% dan untuk nilai akurasi terendah adalah 96,61%.

Kata kunci : Pelepasan Beban, Kestabilan Tegangan, *Fuzzy logic*.

ABSTRACT

Tri Atmojo
Elektrical Engineering

Voltage Stability Analysis Against Load Shedding Using Fuzzy Logic Method in
20 KV Distribution System

The stability of the electric power system is a part that needs to be maintained in the operation of the electric power system, because it greatly affects all systems. Many things affect the stability of the electric power system, one of which is the dynamic load. Dynamic stability is defined as the stability of the electric power system due to small load changes that take place continuously. This study utilizes the fuzzy logic method to obtain load shedding values to overcome voltage stability. The results of the study for the average accuracy value of load shedding using fuzzy logic is 99,31%, while the highest accuracy percentage value that has been carried out in the experiment is 99,88% and for the lowest accuracy value is 96,61%.

Keywords: Load Shedding, Voltage Stability, Fuzzy logic

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok yang sangat diperlukan oleh masyarakat dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Setiap tahun energi listrik mengalami kenaikan, kebutuhan listrik yang terus meningkat ini disebabkan oleh beban yang terus bertambah. Pembagian beban yang tidak sesuai dapat menyebabkan gangguan salah satunya kestidakstabilan tegangan pada sistem distribusi. Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan bagian yang perlu untuk dijaga dalam operasi sistem tenaga listrik, karena sangat berpengaruh pada semua sistem. Banyak hal yang mempengaruhi stabilitas sistem tenaga listrik, salah satunya adalah beban dinamik. Kestabilan dinamik didefinisikan sebagai kestabilan sistem tenaga listrik akibat perubahan beban kecil yang berlangsung terus menerus [1]. Setiap sistem tenaga listrik harus mampu melayani beban secara kontinyu dengan kualitas pelayanan yang baik seperti tegangan dan frekuensi yang konstan, cepat stabil bila mengalami perubahan beban, dan meminimalisasi terjadinya pemadaman listrik total atau sebagian [2][3].

PT Dian Swastatika Sentosa Serang *Power Plant* merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang penyedia energi listrik. Pembangkit listrik tenaga uap ini memiliki 4 unit generator yang jika dijumlahkan memiliki kapasitas pembangkitan mencapai 175 MW untuk pola operasi *full condensing* dan pola operasi saat ini adalah *extraction* dengan kapasitas 160 MW. Selain untuk penggunaan sendiri, sebagian besar daya akan disalurkan ke PT Indah Kiat *Pulp* dan *Paper* yang merupakan anak perusahaan dari Sinar Mas Grup yang memproduksi *pulp*, *paper* dan *product packing*. Peran PT Dian Swastatika Sentosa Serang *Power Plant* bagi PT Indah Kiat *Pulp* dan *Paper* ini sangat penting, karena energi listrik yang digunakan di PT Indah Kiat *Pulp* dan *Paper* sebagian besar disuplai oleh PT Dian Swastatika Sentosa Serang *Power Plant* sehingga jika terjadi gangguan akan berakibat terganggunya proses produksi bagi perusahaan tersebut. PT Dian Swastatika Sentosa Serang *Power Plant* dituntut untuk mampu menjaga

kontinuitas dan kehandalan dalam proses penyuplaian energi listrik ke PT Indah Kiat *Pulp* dan *Paper* [4].

Berdasarkan SPLN No. 1:1995 Pasal 4 tentang ketentuan variasi tegangan pelayanan dimana *drop* tegangan yang diijinkan hanya sebesar -10% s.d. +5% untuk menjaga kestabilan tegangan pada sistem [5]. Cara untuk menjaga agar menjaga kualitas tegangan pada PT Dian Swastatika Sentosa tetap stabil, maka dilakukan penelitian kestabilan tegangan dengan mengamati respon tegangan pada sistem distribusi. Pada penelitian ini akan melakukan analisa terhadap sistem distribusi 20 kV PT Dian Swastatika Sentosa yang menyuplai listrik ke PT Indah Kiat *Pulp* dan *Paper* dengan menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mendapatkan nilai pelepasan beban agar respon tegangan kembali stabil. Analisis yang dilakukan untuk mendapat nilai respon tegangan menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0 dan MATLAB R2016b untuk membuat perancangan *fuzzy logic*.

Salah satu metode yang digunakan untuk mencegah terjadinya ketidakstabilan tegangan yaitu dengan menggunakan analisis pelepasan beban UFLS (*under frequency load shedding*) [6]. UFLS menggunakan *fuzzy* dalam pengambilan keputusan untuk menentukan jumlah pelepasan beban [7]. Parameter keanggotaan *fuzzy logic control* membutuhkan pengetahuan sistem sebelumnya, jika tidak hasil gagal memberikan pelepasan beban yang optimal [8]. Cara ini dilakukan sebagai usaha memperbaiki kestabilan sistem yang mendapatkan gangguan oleh beban lebih. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menjaga kestabilan sistem dengan pelepasan beban. Hasil penelitian menyatakan bahwa pelepasan beban dengan parameter tegangan dapat mengembalikan gangguan sistem kembali stabil [9]. Penerapan algoritma juga dibutuhkan agar permasalahan sistem tenaga menjadi lebih optimal dan efisien. Penelitian lainnya membuktikan bahwa penerapan algoritma genetika dapat membantu sistem yang mengalami *drop* tegangan [10]. *Adaptive neuro fuzzy* diterapkan untuk menyelesaikan ketidakstabilan frekuensi sistem, didapatkan performa *error* 0,0169 yang sangat baik mendekati nilai toleransi dan mendapatkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan metode konvensional [11]. Beberapa penelitian yang

berhasil dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan sistem agar lebih optimal dan efisien.

Salah satu bentuk algoritma adalah *fuzzy logic*. Berdasarkan metode pelepasan beban terdapat salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang baik yaitu dengan menggunakan sistem *fuzzy logic* [12][13]. Penerapan *fuzzy logic* sangat membantu untuk menjaga kestabilan sistem. Metode *fuzzy* merupakan suatu sistem yang dirancang dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang mengacu pada teori logika *fuzzy* dan memiliki beberapa proses seperti *rules fuzzy*, inferensi, *fuzzifikasi*, dan *defuzzifikasi* [14][15]. Menggunakan metode *fuzzy* dapat menentukan bus mana yang lebih dulu akan dilepaskan bebannya. Analisis tersebut menggunakan perangkat lunak *MatLab SimuLink*.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dari skripsi ini terkait dengan respon tegangan yang terjadi ketika gangguan maka dirumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keadaan sistem jika terjadi gangguan pada generator hingga padamnya generator dan melebihi daya pembangkitan?
2. Bagaimana karakteristik respons sistem sebelum dan setelah terjadi gangguan dengan menggunakan mekanisme pelepasan beban dengan metode *fuzzy logic*?
3. Bagaimana peran *fuzzy logic* sebagai salah satu metode untuk mencegah *voltage collapse*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dicapai, yaitu:

1. Membuat sistem yang dapat memprediksi nilai pelepasan beban menggunakan metode *fuzzy logic*.
2. Mengetahui tingkat akurasi sistem dalam memprediksi nilai pelepasan beban.

3. Menggunakan tahapan pelepasan beban untuk mencapai kestabilan tegangan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat utama dalam penelitian ini adalah mencari solusi untuk mengatasi permasalahan kestabilan tegangan pada sistem jaringan distribusi terutama ketika terjadi *voltage collapse*.
2. Manfaat lain dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada pembaca khususnya mahasiswa tentang permasalahan kestabilan tegangan menggunakan *Fuzzy logic*.
3. Dapat memberikan masukan bagi PT Dian Swastatika Sentosa dalam menggunakan *Fuzzy logic* untuk mencegah terjadinya *voltage collapse* pada sistem distribusi.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan skripsi ini antara lain:

1. Mengamati kestabilan tegangan pada sistem distribusi 20 kV PT Dian Swastatika Sentosa ke PT Indah Kiat *Pulp* dan *Paper* Serang.
2. Respon yang dianalisis adalah respon tegangan sebagai acuan kestabilan tegangan sistem distribusi PT Dian Swastatika Sentosa Serang *Power Plant*.
3. Metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai pelepasan beban menggunakan metode *fuzzy logic*
4. Tidak membahas pengaturan AVR dan Governor. AVR dan Governor menggunakan pengaturan yang dipakai PT Dian Swastatika Sentosa Serang *Power Plant*.
5. Tidak membahas tentang koordinasi kerja relay proteksi sistem karena analisis stabilitas merupakan studi untuk mengetahui kondisi perilaku sistem. Proteksi merupakan tahap studi setelah stabilitas.

6. Perangkat lunak yang digunakan untuk mendapatkan karakteristik respon tegangan adalah ETAP 12.6.0, sedangkan untuk pembuatan arsitektur *fuzzy logic* menggunakan MATLAB 2016b.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terbagi menjadi lima bab yaitu tentang susunan materi yang akan dibuat pada Bab I pendahuluan yang akan membahas mengenai latar belakang dan juga landasan pemikiran yang mendorong minat dilakukannya penelitian ini. Selain itu, pada bab ini juga dijelaskan tentang apa yang hendak dicapai dan kontribusi dari hasil penelitian ini. Bab ini terdiri dari subbab perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan skripsi. Bab II tinjauan pustaka memuat landasan teori yang akan digunakan dalam perancangan dan pembahasan topik penelitian. Di bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan ketidakstabilan tegangan, faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan tegangan, pelepasan beban, tegangan jatuh, dan pembahasan mengenai *fuzzy logic* dalam perannya sebagai metode untuk mendapatkan nilai dari pelepasan beban. Bab III metodologi penelitian menjelaskan tentang metode yang dipakai dan instrumen yang digunakan. Selain itu, bab ini juga berisi data-data yang diperlukan dalam penelitian, seperti data generator, dan spesifikasi beban yang digunakan yang akan dimasukkan ke dalam program ETAP dan Matlab Simulink. Pada bab ini juga membahas mengenai diagram alir dalam penelitian ini. Bab IV hasil dan pembahasan menampilkan hasil penelitian berupa grafik dan tabel. Selain itu dibahas juga perbandingan hasil menggunakan *fuzzy logic* dengan perhitungan manual. Bab V penutup membahas kesimpulan dari pembahasan mengenai kestabilan tegangan menggunakan *fuzzy logic* dan saran yang disampaikan untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] Jozi, R. F., M. Haddin, Gunawan, "Analisis Mekanisme Pelepasan Beban terhadap Pengaruh Kestabilan Frekuensi dan Tegangan Akibat Putusnya Generator pada Gardu Induk Tambak Lorok," *Konfrensi Ilmiah Mahasiswa Unissula*, pp. 70–79, 2019.
- [2] Fathurochman, A., Priyadi, A., Soedibyo, "Analisis Stabilitas Transien Dan Tegangan Pada Sistem Tenaga Listrik Akibat Instalasi Pembangkitan Terdistribusi," *Skripsi Jurusan Teknik Elektro ITS*, 2016.
- [3] Saboune, S., A. A. Ladjici, A. Tiguercha, "Adaptive Decentralized Fuzzy Logic-Based Underfrequency Load Shedding To Enhance Power System Stability," *Journal International Transaction. Electrical Energy System*, vol. 31, no. 11, pp. 1–21, 2021.
- [4] Wahyudin, W. Martiningsih, Herudin, "Pelepasan Beban dengan Under Frequency Relay Pada Sistem Distribusi PT. DSS Power," *Skripsi Jurusan Teknik Elektro Untirta*, 2018.
- [5] Yusgiantoro, P., "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik," Jakarta: *Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*, no. 4, 2009.
- [6] Prasdiatmaja, R., Juningtyastuti, M. Facta, "Analisis Kestabilan Tegangan Kelistrikan Pada Subsistem Ungaran," *Jurnal Transient*, vol 5, no. 4, 2016.
- [7] Çam, E., "Application of Fuzzy Logic for Load Frequency Control of Hydroelectrical Power Plants," *Journal Energy Convesion and Management*, vol. 48, no. 4, pp. 1281–1288, 2007.
- [8] Hong, Y, Y., P. H. Chen, "Genetic-Based Under Frequency Load Shedding inn a Stand-Alone Power System Considering Fuzzy Loads," *Journal IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 27, no. 1, pp. 87–95, 2012.
- [9] Klaric, M., I. Kuzle, T. Tomisa, "Simulation of Undervoltage Load Shedding to Prevent Voltage Collapse," *Journal IEEE Rusia Power Tech*, 2005.
- [10] Rochman, C., O. Penangsang, N. K. Aryani, "Manajemen Gangguan Jaringan Distribusi 20 kV Kota Surabaya berbasis Geographic Information

- System (GIS) Menggunakan Metode Algoritma Genetika," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4, no. 1, pp. 51–56, 2015.
- [11] Bhatnagar, S., S. Chopra, S. Bhati, N. K. Gupta, "Under Frequency Load Shedding Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *International Journal of Electrical and Electronics Engineers*, vol. 7, no. 1, pp. 98–104, 2015.
- [12] Hessine, M. B., H. Jouini, S. Chebbi, "Load Shedding Strategy Application Using Fuzzy Logic," *Journal International Conference on Electrical Engineering and Software Applications, ICEESA*, vol. 3, no. 6, 2013.
- [13] Nghia, L. T., T. T. Giang, N. N. Au, Q. H. Anh, D. N. An, "Emergency Control of Load Shedding Based on Fuzzy- AHP Algorithm," *International Journal of Engineering Research and Technology*, vol. 6, no. 9, pp. 185–191, 2017.
- [14] Asghar, F., M. Talha, S. H. Kim, "Fuzzy Logic-Based Intelligent Frequency and Voltage Stability Control System for Standalone Microgrid," *Journal International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 28, no. 4, pp. 1–14, 2017.
- [15] Mansiri, K., S. Sukchai, C. Sirisamphanwong, "Fuzzy Control for Smart PV-Battery System Management to Stabilize Grid Voltage of 22 kV Distribution System in Thailand," *Journal Energies*, vol. 11, no. 7, 2018.
- [16] Grainger, J. J., W. D. Stevenson, "Power System Analysis," Singapore: *McGraw-Hill, Inc*, 1994.
- [17] Kundur, P., "Power System Stability And Control," *McGraw-Hill, Inc*, 1994.
- [18] Hatziargyriou, N., J. V. Milanovic, C. Rahman, "Definition and Classification of Power System Stability-Revisited and Extended," *Journal IEEE Transactions on Power System*, vol. 36, no. 4, pp. 3271–3281, 2021.
- [19] Zakaria, R. A., O. Penangsang, Soedibyo, "Analisa Undervoltage Load Shedding Pada Sistem Jawa-Bali 500 kV untuk Mencegah Voltage Collapse," *Skripsi Jurusan Teknik Elektro ITS*, 2017.
- [20] Nugraheni, A., R. Setiabudy, "Simulasi Pelepasan Beban dengan Menggunakan Rele Frekuensi pada Sistem Tenaga Listrik," *Jurnal Teknik*

- Elektro*, pp. 1–7, 2011.
- [21] Noviyani, E., Junaidi, P. Harjono, "Studi Pelepasan Beban Pada Skema Pertahanan (Defence Scheme) Jaringan Sistem Khatulistiwa," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no.1, pp. 1–7, 2016.
- [22] Kusumadewi, S., "Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)," Yogyakarta: *Graha Ilmu*, 2003.
- [23] Komorihah, S., R. M. Yunus, S. F. Rodiyansyah, "Metode Logika Fuzzy Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa," *Jurnal Teknik Informatika*, 2016.
- [24] Mulato, F. Y., A. M. Abadi, "Klasifikasi Kematangan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava*) dengan Menggunakan Model Fuzzy," *Skripsi Jurusan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta*, 2015.
- [25] Wang, L. X., "A Course in Fuzzy Systems and Control," *Prentice-Hall International, Inc*, pp. 441, 1997.
- [26] Putraa, T. W. A., K. Adi, R. R. Isnanto, "Pengenalan Wajah dengan Matriks Kookurensi Aras Keabuan dan Jaringan Syaraf Tiruan Probabilistik," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 3, no. 2, 2013.
- [27] Mazenda, G., A. A. Soebroto, C. Dewi, "Implementasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan," *Jurnal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, vol. 01, no. 02, pp. 92–103, 2014.
- [28] Gers, J. M., Holmes, E. J., "Protection of Electricity Distribution Networks," London: *The Institution of Electrical Engineers*, pp. 1–344, 2004.
- [29] Nadia, D. T., R. Thayib, "Pelepasan Beban Akibat Drop Tegangan dan Overload Pada Saluran Transmisi/Distribusi Berdasarkan Nilai Sensitivitas Bus," *Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya*, 2019.
- [30] Yuhansyah, D. A., I. W. Farid, C. W. Priananda, "Sistem Otomasi Load Shedding Pada Smart Meter Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [31] Subroto, D. Z. A., T. Wrahatnolo, "Analisa Undervoltage Load Shedding Pada Saat Terjadi Gangguan Beban Lebih Pada Jaringan Distribusi 20 kV

PT PLN UPJ Gedangan Menggunakan PSO Algorithm," *Jurnal Teknik Elektro*, vol 9, no. 2, pp. 409–414, 2020.

- [32] Karo, T. V. B., J. Windarta, M. Facta, "Analisis Pelepasan Beban (Load Shedding) Menggunakan Under Frequency Relay Pada Pembangkitan Tanjung Jati B Jepara," *Jurnal Transient*, vol. 7, no. 1, pp. 138, 2018.