



ECONOMIC DISPATCH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL GAS (PLTDG) DI PT. INDONESIA POWER UPJP BALI MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROLLER (FLC)

Muhammad Haekal¹, Rukmi Sari Hartati² dan Wayan Gede Ariastina³

Universitas Udayana Bali, Indonesia

haekalmuhammad035@gmail.com¹, rukmisari@unud.ac.id² dan w.ariastina@unud.ac.id³

Diterima:

**20 Agustus
2021**

Direvisi:

**21 Agustus
2021**

Disetujui:

**14 September
2021**

Abstrak

Unit pembangkit listrik dengan bahan bakar beragam dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik saat ini. Sebagian besar total biaya pengoperasian pembangkit (60%) di keluarkan untuk bahan bakar, sehingga solusi meminimalkan biaya penggunaan bahan bakar sangat penting. Penelitian ini bertujuan *Economic Dispatch* merupakan suatu cara efisiensi pembangkit tenaga listrik dengan melakukan pembagian pembebanan pada setiap unit pembangkit yang beroperasi agar didapat biaya pembangkitan minimum. Penyelesaian permasalahan *Economic Dispatch* menggunakan metode metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) disimulasikan menggunakan aplikasi pendukung yaitu Matlab versi R2016a. Langkah awal sebelum melakukan simulasi adalah membuat pemodelan FLC analisis *Economic Dispatch*. Kemudian digunakan pendekatan algoritma *Fuzzy Logic Controller* yang diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih baik. Hasil simulasi kemudian akan dibandingkan dengan hasil dari *Real System* dan hasil dari metode *Iterasi Lamda*.. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas (PLTDG) di Pesanggaran Denpasar. Hasil perhitungan *Economic Dispatch* menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* menghasilkan total biaya produksi yang lebih murah 3,94%.

Kata kunci : *Energi listrik, PLTDG, Economic Dispatch, Fuzzy Logic Controller*

Abstract

Power generation units with diverse fuels are operated to meet current electricity needs. Most of the total operating costs of the plant (60%) are spent on fuel, so a solution minimizing fuel usage costs is essential. This research aims at Economic Dispatch is a way of power generation efficiency by dividing the loading on each unit of generation that operates in order to obtain minimum generation costs. Economic Dispatch problem solving using the Fuzzy Logic Controller (FLC) method is simulated using a support application, matlab version R2016a. The first step before conducting a simulation is to create FLC modeling economic dispatch analysis. Then used the fuzzy logic controller algorithm approach which is expected to provide a better solution. The simulation results will then be compared with the results from the Real System and the results of the Lamda Iteration method. Diesel Gas Power Plant (PLTDG) in Pesanggaran Denpasar. Economic Dispatch calculations using the Fuzzy Logic Controller method resulted in a cheaper total production cost of 3.94%.

Keywords : *Electrical Energy, Diesel Gas Power Plant, Economic Dispatch, Fuzzy Logic Controller*

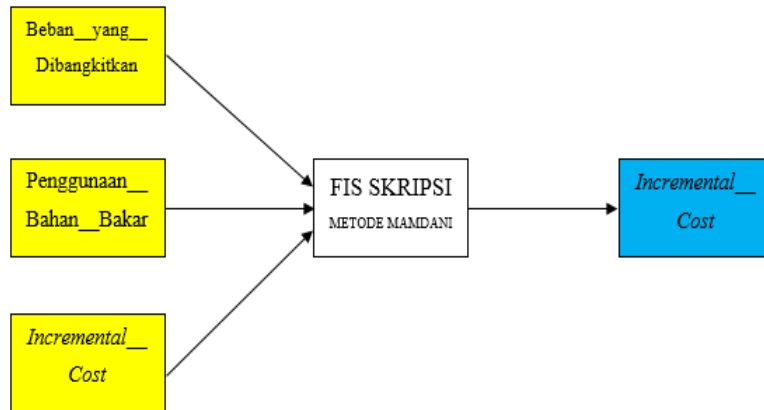
PENDAHULUAN

Bahan bakar saat ini selalu dicarikan solusi dalam meminimalkan (Ariana et al., 2018) dan mengoptimalkan biaya penggunaannya (Halim & Setiawan, 2020), bahan bakar pembangkit listrik digunakan agar didapat nilai ekonomis dari pembangkitan energi listrik sangat penting dilakukan (Axella & Suryani, 2012). Energi listrik saat ini sangat dibutuhkan oleh manusia dalam menjalankan pekerjaannya (Dermawan et al., 2019). Namun seiring berjalannya waktu, ditemukan permasalahan yaitu mahal biaya penggunaannya (Sani et al., 2019). Oleh karena itu, masih dicarikan solusi untuk meminimalkan dan mengoptimalkan biaya penggunaan bahan bakar pembangkit listrik agar didapat nilai ekonomis pembangkitan energi listrik (Gafur, 2016). *Economic Dispatch* atau pengoperasian ekonomis merupakan salah satu cara mengatasi permasalahan (Winasatria et al., 2017) dalam pengoperasian ekonomis pembangkit tenaga listrik dengan melakukan pembagian pembebanan (Susilo et al., 2015) pada unit-unit pembangkit yang beroperasi agar didapatkan biaya produksi energi listrik unit pembangkit yang minimum (Atmajaya et al., 2020) dan optimal dalam sistem kelistrikan. Berbagai metode telah dikembangkan oleh para pakar bidang kelistrikan (Candra et al., 2020) untuk memecahkan permasalahan pengoperasian ekonomis (*Economic Dispatch*) salah satunya adalah metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC).

FLC atau *Fuzzy Logica* merupakan suatu komponen pembentuk *soft computing* (Ghozali, 2014), dimana implementasi *Fuzzy Logic* terhadap penyelesaian persoalan pengoperasian ekonomis (*Economic Dispatch*) (Marifah et al., 2013) dan penjadwalan pembangkit telah dilakukan oleh para peneliti. *Fuzzy Logic* mampu diterapkan pada beberapa sistem dimana teori konvensional terlalu kompleks untuk dipelajari secara cepat (Suprpto, 2012) atau melibatkan terlalu banyak memori dalam komputasi (Furqon et al., 2015). Oleh karena itu, penelitian *Economic Dispatch* menggunakan metode FLC pada unit PLTDG milik PT. Indonesia Power UPJP Bali, diharapkan mampu meminimalkan biaya penggunaan bahan bakar dalam proses pembangkitan energi listrik (Harjanto, 2016). Hasil biaya produksi perhitungan *Economic Dispatch* menggunakan metode FLC akan dibandingkan dengan data *real system* dan metode konvensional (Iterasi Lamda) sehingga nantinya akan diketahui metode mana yang lebih menghasilkan total biaya produksi yang lebih murah.

METODE PENELITIAN

Penyelesaian permasalahan *Economic Dispatch* menggunakan metode FLC disimulasikan menggunakan aplikasi pendukung yaitu Matlab versi R2016a. Langkah awal sebelum melakukan simulasi adalah membuat pemodelan FLC analisis *Economic Dispatch*. Kemudian digunakan pendekatan algoritma *Fuzzy Logic* yang diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih baik. Hasil simulasi kemudian akan dibandingkan dengan hasil dari *real system* dan hasil dari metode Iterasi Lamda. Pemodelan FLC dan alur analisis penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pemodelan Logia



Gambar 2. Alur Analisis Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan perhitungan *Economic Dispatch* perlu diketahui besar permintaan beban (PD). Tabel 1 mendeskripsikan permintaan beban yang dibangkitkan unit PLTDG per tanggal 30 September 2017 setiap jam.

Tabel 1. Beban Harian Total Unit PLTDG

Date	Time	Beban (MW)
09/30/17	00.00.00	99,2
09/30/17	01.00.00	99,2
09/30/17	02.00.00	98,9
09/30/17	03.00.00	96,2
09/30/17	04.00.00	98,5
09/30/17	05.00.00	98,6
09/30/17	06.00.00	98,6
09/30/17	07.00.00	98,6
09/30/17	08.00.00	98,6
09/30/17	09.00.00	98,6
09/30/17	10.00.00	98,6
09/30/17	11.00.00	112,6
09/30/17	12.00.00	112,8
09/30/17	13.00.00	112,8
09/30/17	14.00.00	112,8
09/30/17	15.00.00	112,8
09/30/17	16.00.00	112,8
09/30/17	17.00.00	112,8
09/30/17	18.00.00	117,8
09/30/17	19.00.00	157,8
09/30/17	20.00.00	141,2
09/30/17	21.00.00	112,8
09/30/17	22.00.00	104,6
09/30/17	23.00.00	99,4

Sumber: Data Harian tanggal 30 September 2017

Karakteristik *input-output* unit PLTDG milik PT. Indonesia Power UPJP Bali didapat berdasarkan data pembebanan *performance test* tiap blok unit PLTDG tersebut dari 50%, 75%, 80% dan 100% dari data SFC (*Specific Fuel Consumption*) dengan daya terpasang tiap-tiap blok unit pembangkit. SFC adalah besar konsumsi bahan bakar dalam membangkitkan daya dengan satuan MMBTU/MWh. Berdasarkan data hasil *performance test* unit PLTDG milik PT. Indonesia Power UPJP Bali, tabel berikut adalah hasil proses perhitungan dalam mencari persamaan karakteristik *input-output* tiap blok unit PLTDG:

Tabel 2. Persamaan Karakteristik *Input-Output*

Unit PLTDG Pesanggaran	Koefisien Biaya Bahan Bakar Pembangkit		
	a_i	b_i	c_i
PLTDG Blok 1	12301	139758	25351320
PLTDG Blok 2	7635	443838	21063631
PLTDG Blok 3	4050	721710	15763849
PLTDG Blok 4	126	968302	12117181

Sumber: Setiap Blok Unit PLTDG

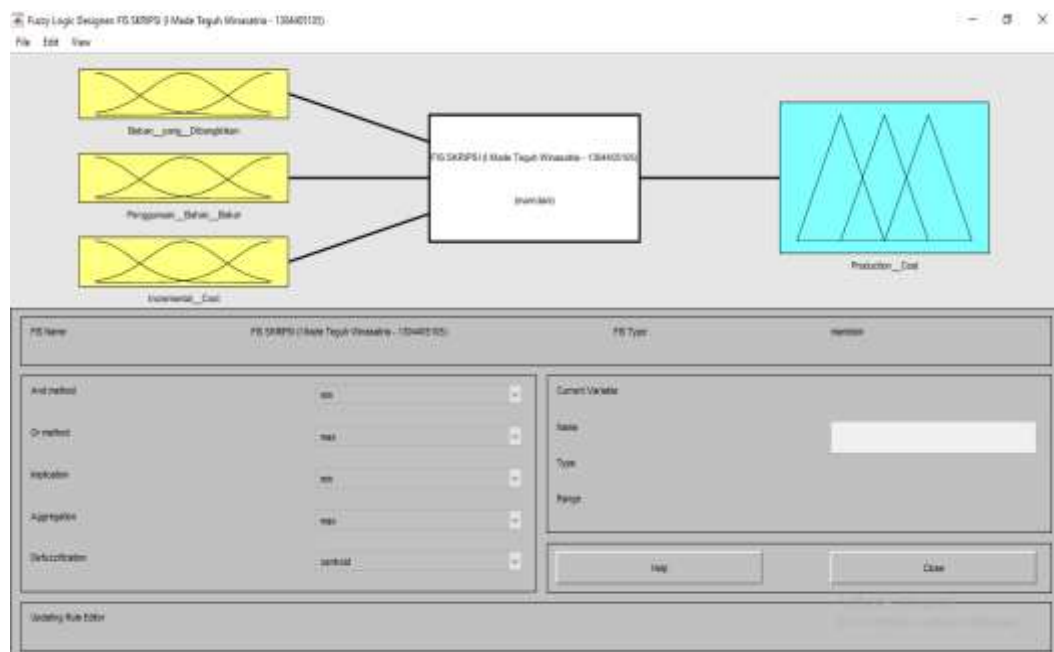
Berdasarkan nilai persamaan karakteristik *input-output* tiap blok unit PLTDG, perhitungan *Economic Dispatch* menggunakan metode Iterasi Lamda pada tanggal 30 September 2017 pukul 00.00 dan 01.00 yang membangkitkan beban sebesar 99,2 MW, didapatkan hasil perhitungan optimal dari total biaya produksi sebesar Rp. 131.513.810,44 Perhitungan *Economic Dispatch* dengan menggunakan cara yang sama yaitu menggunakan metode Iterasi Lamda maka didapatkan hasil seperti tabel III beserta total biaya produksi pembangkitan dari sistem pada tanggal 30 September 2017 per jamnya.

Tabel 3. Hasil Analisis *Economic Dispatch* Menggunakan Iterasi Lamda pada Unit PLTDG tanggal 30 September 2017 per Jamnya

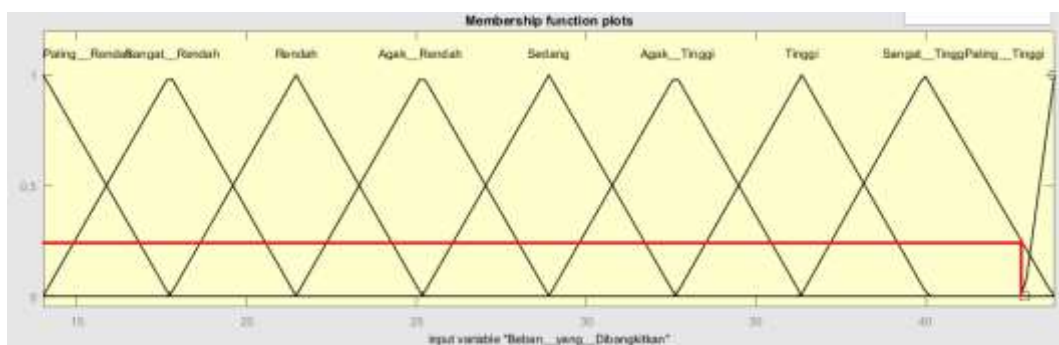
Time	Hasil Biaya Produksi Menggunakan Metode Iterasi Lamda (Rp.)			
	PLTDG Blok 1	PLTDG Blok 2	PLTDG Blok 3	PLTDG Blok4
00.00	44.128.294,84	45.512.152,50	41.873.363,10	-
01.00	44.128.294,84	45.512.152,50	41.873.363,10	-
02.00	44.128.294,84	45.512.152,50	41.640.433,00	-
03.00	43.623.176,82	44.691.285,10	40.314.183,45	-
04.00	44.031.287,29	45.269.775,55	41.543.516,50	-
05.00	44.031.287,29	45.366.611,80	41.543.516,50	-
06.00	44.031.287,29	45.366.611,80	41.543.516,50	-
07.00	44.031.287,29	45.366.611,80	41.543.516,50	-
08.00	44.031.287,29	45.366.611,80	41.543.516,50	-
09.00	44.031.287,29	45.366.611,80	41.543.516,50	-
10.00	44.031.287,29	45.366.611,80	41.543.516,50	-
11.00	44.142.630,21	45.528.194,06	41.891.910,75	25.075.837,58
12.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
13.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
14.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
15.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
16.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
17.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
18.00	44.191.585,70	45.607.067,86	42.040.602,57	29.855.214,14
19.00	45.612.912,49	47.572.978,57	45.746.708,11	62.122.666,54

20.00	44.412.657,23	45.963.243,48	42.712.059,59	51.437.761,26
21.00	44.144.511,97	45.531.225,80	41.897.626,25	25.259.546,83
22.00	44.067.435,87	45.407.045,97	41.663.524,28	11.231.084,43
23.00	44.128.294,40	45.560.742,40	41.931.668,50	-
Total	1.059.794.172,06	1.093.420.015,32	1.006.411.788,59	355.264.006,22
F Total =			Rp. 3.514.889.982,19	

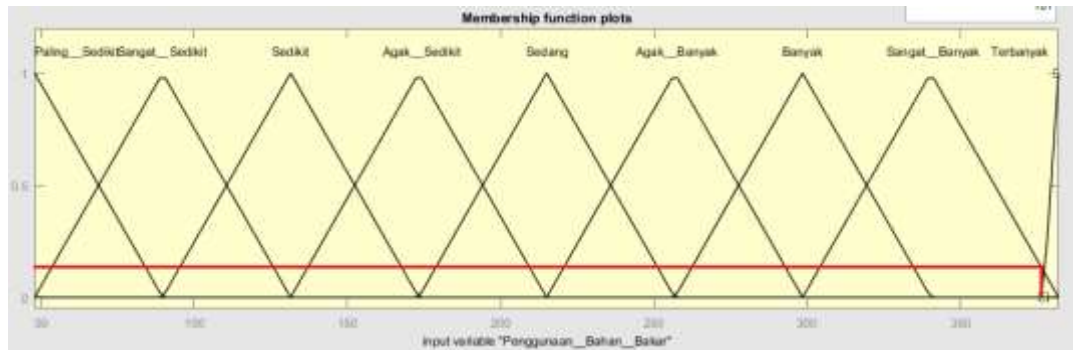
Pengaplikasian metode *Fuzzy Logic Controller* pada unit PLTDG pesanggaran dilakukan pada *software* pendukung yaitu aplikasi Matlab dengan *Fuzzy Inference Systems (FIS)* Editor yang menggunakan metode Mamdani atau sering juga dikenal dengan nama Metode *Min - Max*. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan Logika Fuzzy.



Gambar 3. Variabel *input-output* sistem fuzzy analisis *Economic Dispatch* unit PLTDG



Gambar 4. Fungsi keanggotaan untuk Beban yang Dibangkitkan

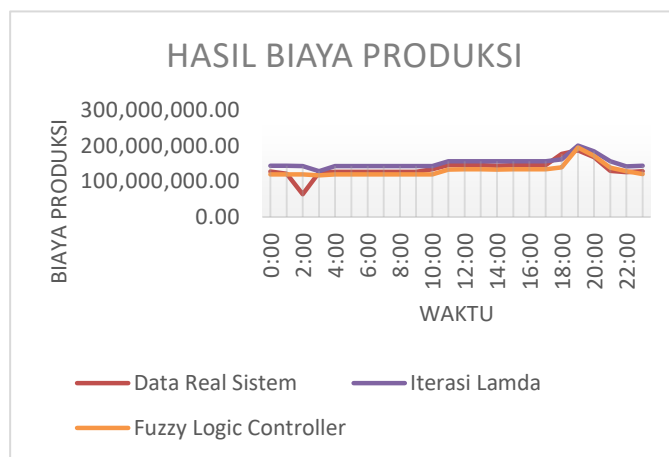


Gambar 5. Fungsi keanggotaan untuk Pergunaan Bahan Bakar

Tabel 4. Perbandingan Hasil Biaya Produksi

Tanggal	Total Hasil Biaya Produksi (Rp)		
	Fuzzy Logic Controller	Real System	Iterasi Lamda
30 September 2017	3.142.600.000,00	3.271.471.872,21	3.648.315.651,05
Selisih Biaya Produksi	128.871.872,21	-	376.843.778,84

Berdasarkan tabel 4, hasil perhitungan *Economic Dispatch* menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* menghasilkan total biaya produksi yang lebih murah sebesar Rp. 3.142.600.000,00 dibandingkan dengan hasil biaya produksi Ril Sistem sebesar Rp. 3.271.471.872,21 yaitu sebesar 3,94%. Adapun, penggunaan metode Iterasi Lamda menghasilkan biaya produksi sebesar Rp. 3.648.315.651,05 selama 24 jam yang lebih mahal dari pada biaya ril sistem sebesar 11,52%.



Gambar 6. Grafik perbandingan Hasil Biaya Produksi Berdasarkan Data Ril Sistem, Iterasi Lamda dan *Fuzzy Logic Controller*

Gambar 6 menunjukkan metode *Fuzzy logic Controller* menghasilkan biaya produksi yang lebih murah dibandingkan dengan data *Real System* dan Metode Iterasi Lamda. Hal ini disebabkan karena pada metode *Fuzzy Logic Controller* terdapat himpunan-himpunan fuzzy yang berupa interval yang dapat memberikan proses yang lebih halus dari pada perhitungan menggunakan rumus yang inputnya berupa bilangan

pasti. Sedangkan perhitungan *Economic Dispatch* dengan menggunakan Iterasi Lamda menghasilkan biaya produksi yang lebih mahal dikarenakan pada Iterasi Lamda menggunakan syarat optimum yaitu mengoptimalkan output pembangkitan tiap blok unit pembangkit.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan yang didapat berdasarkan hasil pembahasan *Economic Dispatch* pada unit PLTDG Pesanggaran menggunakan metode Mamdani dalam *Fuzzy Logic Controller*, dapat diambil kesimpulan bahwa perhitungan *Economic Dispatch* menggunakan metode Iterasi Lamda selama 24 jam pada tanggal 30 September 2017 didapatkan hasil total biaya produksi pembangkitan sebesar Rp. 3.514.889.982,19,- lebih mahal dari pengeluaran *real system* sebesar 11,52%. Penggunaan metode *Fuzzy Logic Controller* pada analisis *Economic Dispatch* melalui 4 tahapan dalam menghasilkan nilai *output*. Terdapat 4 tahapan tersebut didapatkan hasil perhitungan *Economic Dispatch* dengan menggunakan metode FLC menunjukkan total biaya produksi dari hasil perhitungan *Economic Dispatch* dengan menggunakan metode FLC adalah sebesar Rp. 3.142.600.000,-. Hasil perhitungan *Economic Dispatch* menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* menghasilkan total biaya produksi yang lebih murah 3,94% selama 24 jam.

BIBLIOGRAFI

- Ariana, I. M., DP, A. A. B. D., & SA, G. B. D. (2018). Studi Rantai Pasok LNG: Pemanfaatan Gas Bumi sebagai Bahan Bakar Wahana Transportasi Laut. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 2.
- Atmajaya, F. D., Oktaviana Putri, T. W., & Simamora, Y. (2020). *Pembagian Pembangkitan Sistem Pembangkit Termal dengan Mempertimbangkan Rugi Jaringan Menggunakan Metode Iterasi Lambda*. INSTITUT TEKNOLOGI PLN.
- Axella, O., & Suryani, E. (2012). Aplikasi model sistem dinamik untuk menganalisis permintaan dan ketersediaan listrik sektor industri (Studi Kasus: Jawa Timur). *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), A339–A344.
- Candra, O., Usmeldi, U., Yanto, D. T. P., & Ismanto, F. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Praktikum Inkuiri untuk Mata Pelajaran Menganalisis Rangkaian Listrik. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 6(1), 62–74.
- Dermawan, E., Chamdareno, P. G., & Priyono, A. R. (2019). Studi Analisa Start-Up Gas Turbin Memanfaatkan Generator Utama sebagai Motor Penggerak Mula dengan Menggunakan Static Frequency Converter (Sfc) pada Unit Blok 1-2 PT. PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar. *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOmputeR)*, 2(2), 83–88.
- Furqon, M. T., Ridok, A., & Mahmudy, W. F. (2015). Paralelisasi Algoritma K-Medoid Pada Gpu Menggunakan Open Cl. *Konf. Nas. Sist. Inf*, 408–413.
- Gafur, A. (2016). *Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Rantai Pasok Gas Alam ke Pembangkit Listrik di Kepulauan Kangean*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ghozali, A. L. (2014). Sistem Informasi Pendukung Keputusan Terhadap Mutu Lulusan dengan Metode Fuzzy Model Tsukamoto. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 5, 21–28.
- Halim, S. V., & Setiawan, E. (2020). Seftarolin, Antibiotik Baru dengan Aktivitas Anti-MRSA: Sebuah Kajian Efektivitas, Keamanan, dan Biaya Penggunaan. *Jurnal*

Farmasi Galenika, 6(1), 160–180.

- Harjanto, N. T. (2016). Dampak lingkungan pusat listrik tenaga fosil dan prospek pltn sebagai sumber energi listrik nasional. *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*, 1(01).
- Marifah, R. N., Mulyadi, Y., & Abdullah, A. G. (2013). Operasi Ekonomis Pembangkit Thermal Sistem 500 Kv Jawa–Bali Dengan Pendekatan Algoritma Fuzzy Logic. *Electrans*, 12(2), 127–138.
- Sani, A., Ferdiansyah, J., Sudarsono, B. G., & Yuniarto, D. (2019). Penerapan Metode Forward Chaining dengan Case-Based Reasoning pada Kerusakan Komputer. *Applied Information System and Management (AISM)*, 2(1), 28–32.
- Suprpto, B. Y. (2012). Metode Algoritma Genetika dengan Sistem Fuzzy Logic untuk Penentuan Parameter Pengendali PID. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 10(1), 32–38.
- Susilo, J., Facta, M., & Handoko, S. (2015). Simulasi Perhitungan Pembebanan Ekonomis pada Pusat Listrik Tenaga Uap dan Gas dengan Metode Lagrange Multiplier (Studi Kasus di PT. Petrokimia Gresik). *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 3(4), 579–585.
- Winasatria, I. M. T., Mataram, I. M., & Manuaba, I. B. G. (2017). *Economic Dispatch Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas (PLTDG) Menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC)*.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License