

PENERAPAN FUZZY LOGIC SUGENO UNTUK MEMPREDIKSI KERUSAKAN SUCTION BLOWER MOTOR

Lutfi Agung Swarga^a, Santoso^b, Luhfita Tirta Swarga^c, Yunita Prastyaningsih^d

^{ab}Department of Electrical Engineering, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

^cDepartment of Informatic Engineering, Universitas Yos Soedarmo Surabaya, Indonesia

^dDepartment of Informatic Engineering, Politeknik Negeri Tanah Laut Kalimantan Selatan, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 3 September 2025

Received in revised form:

23 October 2025

Accepted: 3 November 2025

Available online: 30 November 2025

Keywords:

Suction Blower

Sensor GY-521

MPU-6050

Thermocouple

Type-K

Sensor PZEM 004T

Fuzzy Logic

ABSTRACT

The Suction Blower Motor, typically an induction motor, is a fundamental component widely and frequently employed across various industrial sectors. This critical apparatus operates based on the principle of air suction and blowing, serving an essential role in circulating air or materials for diverse applications, including the removal of harmful dust from machinery, pneumatic conveyance of particles, and general facility ventilation. The device functions by utilizing an electric motor to drive fan blades, drawing air or particles inward before directing them out through a designated exhaust duct. Given their constant and demanding use, the unexpected failure of these motors can lead to severe operational disruptions and significant financial loss in industrial plants. Therefore, this study focuses on developing a robust predictive maintenance system by applying the Fuzzy Logic method to predict and identify potential damage in suction blower induction motors. This intelligent prediction system is designed to provide early warnings, which are expected to significantly mitigate the risk of catastrophic motor failure, thereby increasing overall operational efficiency and drastically minimizing unplanned maintenance costs and downtime. The successful implementation of this damage prediction system offers a valuable contribution to the industrial world, specifically in maintaining crucial operational continuity and reinforcing occupational safety standards. The system demonstrated its effectiveness through testing, achieving the capability to detect the specific type of damage to the Suction Blower induction motor with a high accuracy of 90%.

1 Latar Belakang

Suction Blower Motor adalah salah satu motor induksi yang cukup sering digunakan dalam dunia industri. *Suction blower motor* adalah alat yang bekerja dengan prinsip hisap dan tiupan (suction and blowing), berfungsi untuk mengalirkan udara atau material dalam berbagai aplikasi, seperti mengeluarkan debu dari mesin, memindahkan partikel dari satu lokasi ke lokasi lain, atau untuk ventilasi. Alat ini bekerja dengan menghisap udara atau partikel melalui bilah kipas yang diputar oleh motor listrik, dan kemudian mengarahkannya keluar melalui saluran pembuangan. Meskipun memiliki banyak kelebihan, motor ini juga rentan terhadap berbagai jenis kerusakan yang dapat menyebabkan gangguan operasi, peningkatan biaya perawatan, dan bahkan kegagalan total sistem jika tidak diantisipasi dengan baik. Kerusakan pada motor ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan bearing, Impeler kotor, pipa suction tersumbat. Deteksi dini terhadap kerusakan ini sangat penting untuk menghindari kerusakan yang lebih parah dan meminimalisir downtime pada proses industri. Namun, memprediksi kerusakan pada motor suction sering kali menjadi tantangan karena kompleksitas sistem dan berbagai faktor yang mempengaruhi performa motor.

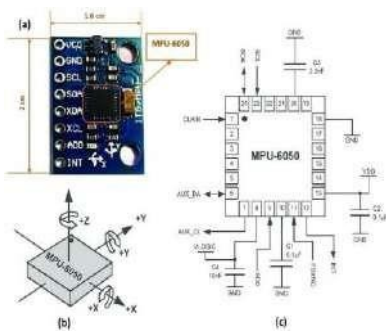
Dalam beberapa tahun terakhir, penerapan metode berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) seperti *Fuzzy Logic Sugeno* telah banyak digunakan untuk memprediksi dan mendiagnosis kerusakan pada sistem industri. *Fuzzy Logic Sugeno*, yang diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965, merupakan pendekatan yang sangat efektif dalam menangani data yang tidak pasti dan tidak presisi, seperti yang sering terjadi pada kondisi kerusakan motor suction. Dengan kemampuan untuk meniru cara berpikir manusia dalam menilai ketidakpastian, *Fuzzy Logic Sugeno* dapat digunakan untuk memprediksi potensi kerusakan berdasarkan berbagai parameter operasional motor, seperti arus, tegangan, getaran, suhu [1][2].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Fuzzy Logic Sugeno* dalam prediksi kerusakan suction blower motor. Dengan adanya sistem prediksi ini, diharapkan dapat membantu mengurangi risiko kegagalan motor secara signifikan, meningkatkan efisiensi operasional, serta meminimalkan biaya perawatan. Pengembangan sistem prediksi kerusakan ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi dunia industri, terutama dalam menjaga kontinuitas operasi dan meningkatkan keselamatan kerja.

2 Metodologi

A. Sensor GY-521 MPU-6050

Merupakan modul sensor yang berfungsi sebagai akselerometer dan giroskop yang dikemas dalam bentuk satu modul yang kokoh. Modul ini mampu membaca data pada sudut x, y, dan z dalam satu waktu bersamaan. Modul ini sudah dilengkapi dengan fitur ADC (*Analog to Digital Converter*) dengan resolusi 16-bit sehingga data yang dihasilkan akan lebih teliti dan lebih bagus. Dengan menggunakan sensor ini, maka perubahan maupun pergerakan benda pada ruang dapat diamati penilaian dalam sudut x, y, dan z. gy-521 mpu-6050 juga sudah dilengkapi dengan antarmuka i2c sehingga bisa dihubungkan dengan Arduino Uno, maupun perangkat modul mikrokontroler. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan pin Interrupt sehingga bisa memanfaatkan dengan program interupsi, jika terdapat banyak baris program. [2].



Gambar 1. Module MPU-6050

B. Thermocouple Tipe-K

Thermocouple Tipe K (Nikel-Kromium/Nikel-Alumel) adalah tipe thermocouple yang paling umum. Murah, akurat, andal, dan memiliki rentang suhu yang luas. Tipe K umumnya ditemukan dalam aplikasi nuklir karena ketahanan radiasinya yang relatif dengan suhu kontinu maksimum sekitar 600°C. *Thermocouple* tetap menjadi sensor suhu yang menarik untuk aplikasi laboratorium dan industri. Namun, termokopel sangat berbeda dengan perangkat suhu resistif (RTD), yang menghasilkan perubahan sinyal akibat perubahan resistansi elemen penginderaan. Secara non-intuitif, *thermocouple* merespons gradien suhu yang terjadi di dalam elemen, sehingga setiap bagian dapat berkontribusi terhadap suhu yang ditunjukkan [2][3][4].



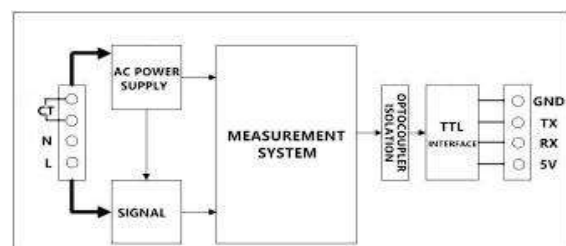
Gambar 2. Thermocouple Tipe k

C. Sensor PZEM 004T

Adalah hardware yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif. Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran pzem-004t ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah 3,1 × 7,4 cm dengan kumparan transformator arus 33mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal masukan tegangan dan arus, serta pengkabelan komunikasi serial. Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial port yang dapat dibaca dan mengatur parameter yang relevan, tetapi jika ingin menggunakan perangkat dengan USB atau kabel RJ45 (seperti komputer) untuk berkomunikasi, maka Anda harus dilengkapi dengan papan perangkat RJ45 yang berbeda [5][7].



Gambar 3. Modul Sensor PZEM 004T.



Gambar 4. Blok Diagram Koneksi PZEM-004T.

D. Arduino Mega 2560

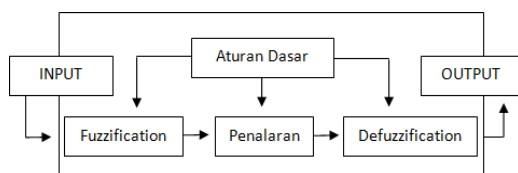
Merupakan modul mikrokomputer dengan mikroprosesor Atmel 2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dengan 15 pin yang dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 5 pin sebagai UART (port serial hardware). Papan ini dilengkapi dengan osilator kristal 18 MHz, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Arduino Mega cocok digunakan untuk proyek yang membutuhkan memori yang besar dan banyak pin I/O untuk sensor. Arduino Mega juga cocok untuk pembuatan robot yang memiliki banyak sensor [6][7][8].



Gambar 5. Arduino Mega 2560.

E. Fuzzy Logic Sugeno

Merupakan model kecerdasan buatan dasar computing dengan kelas objek nilai keanggotaan. Anggota tersebut ditandai dengan fungsi yang diberikan kepada setiap nilai sensor maupun input dan output dengan berkisar antara nol dan satu. Proses yang digunakan antara lain inclusion, union, intersection, komplemen, relasi, sebagai sifat dari *fuzzy Sugeno* yang diterapkan. Secara khusus, teorema pemisah untuk himpunan *fuzzy Sugeno* adalah memberikan pemisah tanpa harus benar-benar memisahkan himpunan *fuzzy Sugeno* tersebut yang dimana memiliki cara input, proses (defuzzifikasi) dan output yang diberikan. [3][4][5][6].



Gambar 6. Blok Diagram Logika Fuzzy.

F. Suction Blower Motor

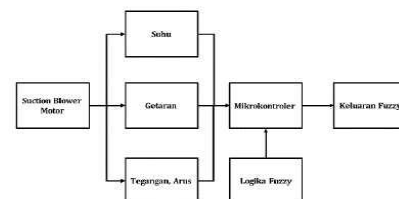
Adalah salah satu motor induksi yang cukup sering digunakan dalam dunia industri. Suction blower motor adalah alat yang bekerja dengan prinsip hisap dan tiupan (suction and blowing), berfungsi untuk mengalirkan udara atau material dalam berbagai aplikasi, seperti mengeluarkan debu dari mesin, memindahkan partikel dari satu lokasi ke lokasi lain, atau untuk ventilasi [9][12][13].



Gambar 7. Suction Blower Motor.

G. Blok Diagram

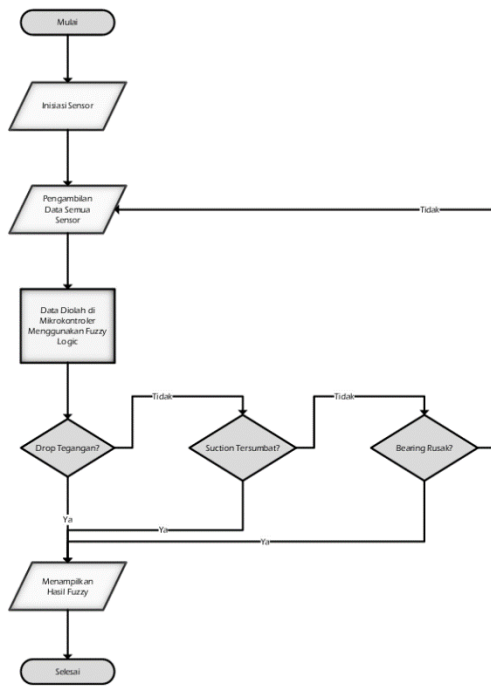
Pada gambar 8 menunjukkan blok diagram sistem yang merepresentasi grafis dari suatu rangkaian elektronik yang menunjukkan hubungan antar komponen atau blok fungsional dalam sistem tersebut. Blok diagram tidak menunjukkan detail komponen individu atau koneksi fisik seperti pada skema rangkaian listrik, tetapi lebih fokus pada fungsi utama dan alur informasi atau sinyal di antara berbagai bagian sistem.



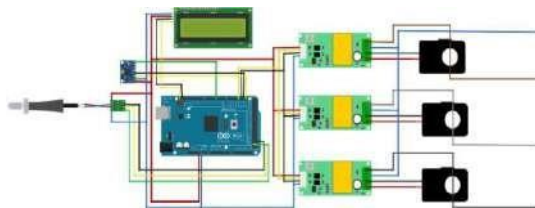
Gambar 8. Blok diagram sistem Penerapan Fuzzy Logic untuk Memprediksi Kerusakan Suction Blower Motor.

H. Flowchart

Diagram alir atau flowchart berisi tentang bagan yang akan menunjukkan bagaimana alur atau urutan dalam sebuah alat prediksi kerusakan suction blower motor yang akan menjelaskan secara garis besar sistem tersebut. Gambar 9 di atas menunjukkan gambar diagram alir alat prediksi kerusakan suction blower motor. Kemudian gambar 10 juga menunjukkan *wiring diagram* yang dimana jika sensor suhu, getaran dan PZEM mencapai batas yang ditentukan *Fuzzy Logic Sugeno* akan memberikan hasil berupa tampilan LCD 20x4



Gambar 9. Flowchart Sistem



Gambar 10. Wiring Diagram Sistem

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini akan membahas mengenai proses perancangan alat pendeteksi kerusakan suction blower motor dengan menerapkan logika fuzzy yang ditunjukkan pada gambar 11. Proses perancangan ini bertujuan untuk mengimplementasikan logika fuzzy untuk mendeteksi kerusakan pada suction blower motor yang memungkinkan dan mempermudah dalam predictive dan preventive maintenance pada suction blower motor yang ditunjukkan pada tabel 1, tabel 2, tabel 3 dan tabel 4.



Gambar 11. Hasil Perancangan Perangkat Keras.

Tabel 1. Hasil Pengujian Motor Kondisi Normal

No.	Tegangan (Volt)			Arus (Amphere)			Suhu	Getaran
	R	S	T	R	S	T		
1	242	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	38,75	0,9
2	242	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	38,25	1,04
3	241,9	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	38	0,83
4	241,9	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	37,75	0,81
5	241,9	243,2	242,1	4,68	4,47	4,02	38,75	0,98
6	242	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	37,5	0,87
7	242	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	37,5	1,05
8	242	243,2	242,1	4,68	4,46	4,02	37	0,87
9	241,9	243,2	242,2	4,68	4,46	4,02	38,25	0,75
10	241,8	243	242	4,67	4,46	4,02	37,5	0,89

Tabel 2 Hasil Pengujian Data Kondisi Suction Block

No.	Tegangan (Volt)			Arus (Amphere)			Suhu	Getaran
	R	S	T	R	S	T		
1	242	243,3	242,2	5,44	5,17	4,82	44,75	1,34
2	242,1	243,3	242,2	5,44	5,17	4,82	42,75	1,43
3	242,1	243,3	242,2	5,45	5,17	4,82	44,75	1,19
4	242,1	243,3	242,2	5,44	5,17	4,81	43,75	1,33
5	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,81	44	1,4
6	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,82	45	1,48
7	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,81	44,5	1,36
8	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,81	44	1,27
9	241,9	243,1	242,1	5,43	5,17	4,81	45	1,36
10	241,9	243,1	242,1	5,43	5,16	4,81	43,75	1,38

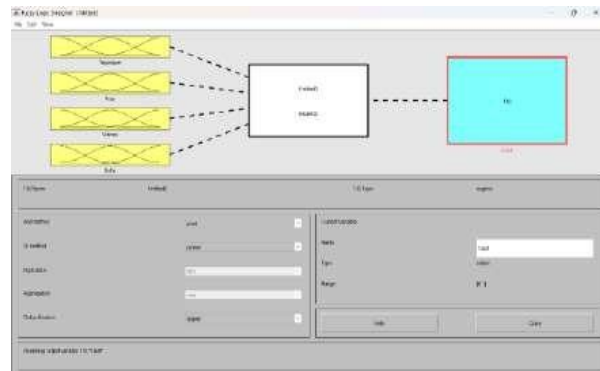
Tabel 3. Hasil Pengujian Data Kondisi Bearing Rusak

No.	Tegangan (Volt)			Arus (Ampere)			Suhu	Getaran
	R	S	T	R	S	T		
1	242	243,3	242,2	5,44	5,17	4,82	34,75	1,12
2	242,1	243,3	242,2	5,44	5,17	4,82	32,75	1,13
3	242,1	243,3	242,2	5,45	5,17	4,82	34,75	1,15
4	242,1	243,3	242,2	5,44	5,17	4,81	33,75	1,23
5	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,81	34	1,18
6	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,82	35	1,19
7	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,81	34,5	1,26
8	242	243,2	242,2	5,44	5,17	4,81	34	1,26
9	241,9	243,1	242,1	5,43	5,17	4,81	35	1,23
10	241,9	243,1	242,1	5,43	5,16	4,81	33,75	1,26

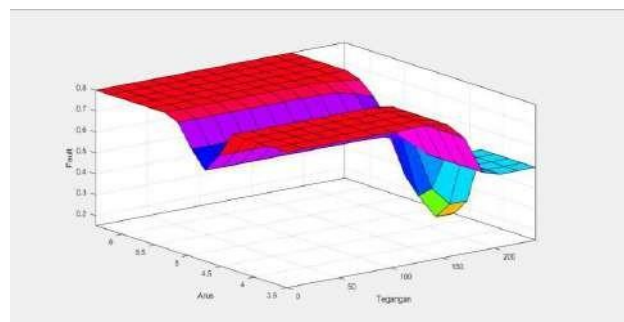
Tabel 4 Hasil Pengujian Implementasi Logika Fuzzy Sugeno

No.	Tegangan (Volt)			Arus (Ampere)			Suhu	Getaran	Keluaran (Kondisi)
	R	S	T	R	S	T			
1	233,3	234,3	235,1	4,42	4,37	4,05	34,25	1,1	BEARING
2	233,3	234,2	235	4,42	4,37	4,05	34,25	1,2	BEARING
3	233,4	234,9	234,9	4,42	4,37	4,06	35,25	1,24	BEARING
4	233,4	234,9	234,9	4,41	4,36	4,05	34,75	1,23	BEARING
5	234,7	235,3	0	4,36	4,19	0	53,25	0,79	VOLT DROP
6	234,5	235,6	0	4,35	4,19	0	55,25	0,85	VOLT DROP
7	234,5	235,2	0	4,34	4,2	0	53,75	0,9	VOLT DROP
8	234,6	235,3	0	4,34	4,2	0	54,5	0,79	VOLT DROP
9	234,6	235,2	234,2	4,77	4,61	4,26	43,75	1,32	SUCTION BLOCK

10	234,4	235,2	234,1	4,77	4,6	4,26	42,5	1,38	SUCTION BLOCK
----	-------	-------	-------	------	-----	------	------	------	---------------



Gambar 12. Membership Function Fuzzy



Gambar 13. Grafik Permukaan Basis Aturan

4. Kesimpulan

Hasil dari pengujian alat dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan logika fuzzy kita dapat mengetahui kondisi dari suatu motor, khususnya motor suction blower. Hal ini merupakan salah satu hal penting dalam melakukan predictive maintenance. Akan tetapi, dalam proses pembentukan logika fuzzy Sugeno untuk mendeteksi kerusakan motor suction blower diperlukan data- data dan variabel-variabel kondisi motor yang nantinya menjadi acuan dalam pembentukan keanggotaan logika fuzzy Sugeno. Sehingga, nantinya memperkecil kemungkinan adanya kegagalan dalam proses deteksi kerusakan oleh logika fuzzy. Hasil dari system tersebut dapat mendeteksi jenis kerusakan pada motor induksi Suction Blower dengan akurasi sebesar 90%.

Referensi

- [1] Al Faruq, F. F., Endryansyah, E., Rusimamto, P. W., & Baskoro, F. (2023). Perbaikan Unjuk Kerja Motor Tiga Fasa Sebagai Penggerak Konveyor menggunakan Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), pp 73–80.
- [2] Edo Andhika Praditya Jaya, Arif Musthofa, & Ciptian Wieried Priananda. (2021). Sistem Proteksi Gangguan Thermal dan Arus Lebih Motor Induksi 3 Fasa pada Mesin Kompresor Menggunakan Metode. *Jurnal Teknik Its*, pp 1-6
- [3] Fatkhurrozi, B., & Setiawan, H. T. (2024). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban Udara untuk Ruang Pengerian Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Implementation of Fuzzy Logic in a Microcontroller-Based Air Temperature and Humidity Control System for Coffee Bean Drying. 8275, pp 50–59.

- [4] Filla, S. U., Islam, U., & Sumatera, N. (2024). Prototype Alat Pengatur Temperatur Ruang Kerja Pada Rumah Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Iot. *JSSR*, pp 68–77.
- [5] Hendra, R. O. Y., Purwanto, E., Oktavianto, H., Muntashir, A. A., & Setiawan Suda, K. R. (2022). Pengendalian Motor Induksi 3 Fasa Dengan Beban Dinamis Kontrol Pid Fuzzy Menggunakan Metode Foc-Tak Langsung (Indirect Field Oriented Control) Pada Labview. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, pp 45–55.
- [6] Heryanto, M. A. (2024). Pengaruh Penyesuaian Parameter Membership Function pada Sistem Kendali Robot Balancing Berbasis Fuzzy Logic, *JEETech*, pp 145–150.
- [7] Inayati, W., & Effendy, M. (2021). Identifikasi Kerusakan Outer Race Bearing, *Journal of Mechatronic and Electrical Engineering*, pp 8–18.
- [8] Athiyah, U., Handayani, A. P., Aldean, M. Y., & Putra, N. P. (2021). Sistem Inferensi Fuzzy: Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya. *Journal of Dinda*, pp 73–76
- [9] Irfan, M., Mappalotteng, A. M., & Mappedasse, M. Y. (2025). Sistem Early Warning Deteksi Malfungsi pada Motor Listrik 3 Fasa Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Lora Terintegrasi Scada. *Journal Sains dan Teknologi*, pp 90–102.
- [10] Kristiantya, Y. N., Setiawan, E., & Prasetyo, B. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp 3145–3154.
- [11] Rifai, D., & Fitriyadi, F. (2023). Penerapan Logika Fuzzy Sugeno dalam Keputusan Jumlah Produksi Berbasis Website, *Jurnal Ilmu Komputer*, pp 102–109.
- [12] Salsabillah, S. F., Diah, I., Karyatanti, P., Belly, D., Dewantara, Y., Hang, U., Surabaya, T., Rachman, J. A., No, H., Kota Surabaya, S., & Timur, J. (2023). Short Time Fourier Transform (STFT) Sebagai Feature Extraction Deteksi Kerusakan Inner Race Bearing Motor Induksi Secara Realtime Menggunakan Sinyal Suara. *Jurnal Teknik Elektro*, pp 20–26.
- [13] Sandi Hardiansyah, & Sofian Yahya. (2024). Perancangan dan Simulasi Deteksi Kerusakan Bearing Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan FFT dan ANN. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp 412–419.
- [14] Santoso, Hartayu, R., Ridho'i, A., Andriawan, A. H., Pambudi, W. S., Anwar, A. N., & Muharom, S. (2024). Bearing Fault Analysis Utilizing Fuzzy Logic Methodology for Enhanced Diagnostic Accuracy. *Journal Przegląd Elektrotechniczny*, pp 73–78.
- [15] Danang Rifai, Farid Fitriyadi (2023). Penerapan Logika Fuzzy Sugeno dalam Keputusan Jumlah Produksi Berbasis Website. *Jurnal Ilmu Komputer*, pp 102-109.