

IMPLEMENTASI METODE ANFIS DALAM MEMPREDIKSI *MAINTENANCE* PADA MESIN *E-FILL*

Ii Munadhif¹⁾, Deni Almunawar²⁾, Ryan Yudha Adhitya³⁾, Zindhu Maulana A.P⁴⁾

^{1,2,3,4}Teknik Kelistrikan Kapal, Politenik Perkapalan Negri Surabaya
E-mail: iimunadhif@ppns.ac.id

Abstract

This study applies the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) to predict maintenance times for the *E-FILL* machine. Rapid technological advancements necessitate effective predictive maintenance systems to optimize machine performance and ensure smooth production processes. This research designs and tests a predictive model using ANFIS, evaluating its accuracy and efficiency based on RMSE values. The results show that the ANFIS model can make accurate predictions, with an RMSE of 0.000003 for training and 0.0001 for testing. The performance of the machine monitored using ANFIS indicated an Overall Equipment Effectiveness (OEE) of 85.31% at 2000 RPM, 67.06% at 2500 RPM, and 65.81% at 3000 RPM. These values reflect stable performance under various operating conditions. These findings suggest that ANFIS can significantly contribute to developing predictive maintenance systems, ensuring timely maintenance and minimizing downtime. This research provides valuable insights into the application of ANFIS in the industrial sector to enhance operational efficiency and productivity.

Keywords: *ANFIS, Predictive Maintenance, E-FILL Machine, Machine Learning, Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

PENDAHULUAN

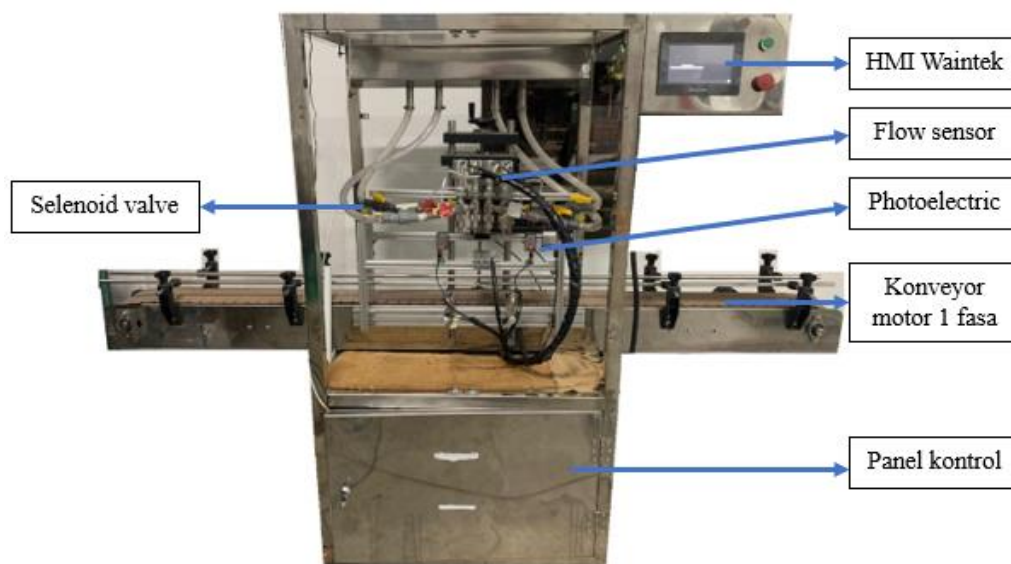
Sistem prediksi untuk *maintenance* mesin *e-fill* memiliki hal penting dalam mengoptimalkan kinerja mesin dan menjaga kelancaran proses produksi. Memprediksi sama dengan perkiraan atau hasil dari kegiatan perkiraan dalam proses memperoleh pengetahuan (Pranowo, 2019). Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem dalam memprediksi *maintenance* mesin *e-fill* untuk mengantisipasi masalah dan mengurangi waktu pengerjaan. Dalam industri produksi, sistem prediksi *maintenance* mesin *e-fill* sangat membantu dalam mengurangi waktu pengerjaan, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas produk. Selain itu penggunaan sistem prediksi *maintenance* juga memungkinkan perusahaan dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan mencapai target produksi.

Dalam menentukan prediksi *maintenance* suatu mesin, terdapat beberapa metode yang lazim untuk digunakan. Salah satu metode yang dapat diimplementasikan untuk memprediksi tersebut adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Metode

ANFIS merupakan gabungan antara metode logika *fuzzy* dan jaringan saraf tiruan yang memiliki keunggulan dalam melakukan prediksi berdasarkan data. Metode ANFIS umumnya digunakan untuk memprediksi kesehatan mesin dan peralatan, termasuk memprediksi kegagalan mesin dan peralatan dimana metode ANFIS dapat beradaptasi dengan masukan data dan membuat model yang memprediksi berbagai fenomena secara akurat (Ari dan Budiyanto 2023). Metode ANFIS telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi prediktif, seperti pemeliharaan mesin dan peramalan proses produksi.

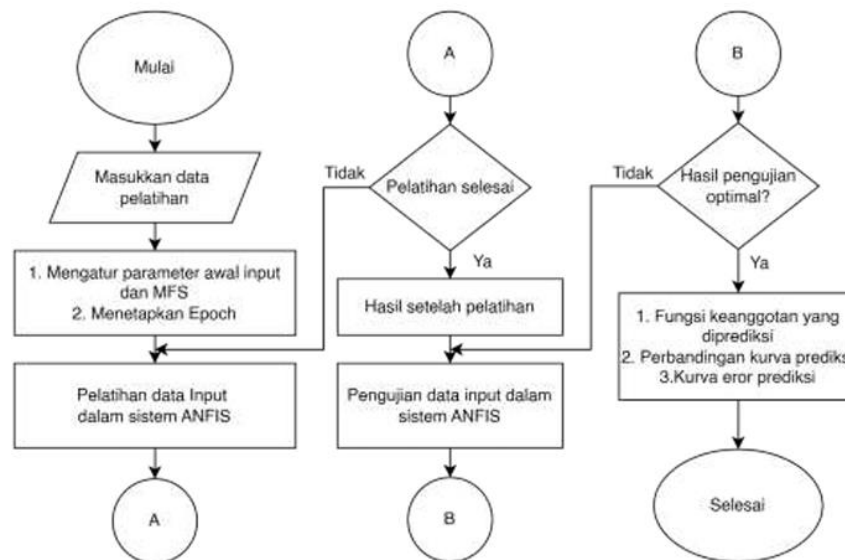
METODE PENELITIAN

Perencanaan desain *hardware* dan mekanik dilakukan untuk mengetahui tata letak komponen yang digunakan dan mempersiapkan peralatan yang diperlukan dalam membangun mesin *e-fill*. Pada Gambar 1 menunjukkan desain *hardware* mesin yang memiliki komponen *input* berupa *flow sensor* untuk mendeteksi aliran fluida dan *photoelectric* sensor untuk mendeteksi keberadaan objek. Sedangkan komponen *output* berupa *solenoid valve* untuk membuka/menutup aliran fluida dan konveyor untuk mengantarkan objek menuju posisi pengisian fluida. *Hardware* pengendali menggunakan PLC dan dilengkapi dengan HMI waitek untuk memonitoring kerja sistem.



Gambar 1. Desain *hardware*

Dalam proses pelatihan, ANFIS akan menyesuaikan nilai parameter-parameternya seperti fungsi keanggotaan *fuzzy* (*membership function*) agar semakin akurat dalam memodelkan pola hubungan antara data *input* dan *output* berdasarkan data latih. Semakin banyak data latih dan *epoch* yang digunakan, semakin baik ANFIS dapat menyesuaikan parameternya untuk menghasilkan model prediksi yang optimal. Dengan kemampuan adaptif ini, ANFIS dapat belajar dari data masa lalu untuk memprediksi waktu *maintenance* mesin *e-fill* di masa depan. Hasil prediksi ANFIS juga akan semakin akurat seiring dengan semakin banyaknya data historis yang disajikan untuk pelatihan model. Kemampuan inilah yang menunjukkan sifat adaptif dari metode ANFIS dalam penelitian ini. Gambar 2 menunjukkan diagram alir prediksi ANFIS.



Gambar 2. Diagram alir prediksi ANFIS

Pengambilan data secara *realtime* ini memungkinkan model ANFIS untuk belajar dari kondisi aktual mesin *e-fill* dari waktu ke waktu. Dengan data *realtime*, ANFIS dapat mendeteksi perubahan parameter operasional mesin dan memperbarui model prediksinya sesuai kondisi mesin saat ini. Selain itu, sistem *realtime* juga bermanfaat untuk memantau kondisi mesin *e-fill* secara kontinyu. Data *realtime* memungkinkan ANFIS untuk belajar adaptif sesuai kondisi aktual mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari sensor *photoelectric* disimpan dan dianalisis untuk memantau kinerja mesin. Sistem ini memungkinkan operator melihat jumlah botol yang diproses, memastikan target produksi, dan mendeteksi penyimpangan. Informasi tersebut digunakan untuk menganalisis efisiensi produksi, mengidentifikasi masalah potensial, dan merencanakan pemeliharaan preventif. Penggunaan sensor *photoelectric* dan integrasi dengan HMI dalam pengambilan data *realtime* meningkatkan efisiensi dan operasi mesin *e-fill*.

Tabel 1

Pengumpulan Data Setiap RPM

RPM	Total Count	Good Count	Operating Time	Planned Production Time	Ideal Production Time	A	P	Q	OEE
2000	4	4	6.22	7	0.057	88.86	96.08	100	85.31
	4	4	6.22	7	0.057	88.86	96.08	100	85.31
	4	3	6.22	7	0.057	88.86	96.08	75	67.06
	4	3	6.22	7	0.057	88.86	96.08	75	67.06
	4	0	6.22	7	0.057	88.86	96.08	0	0
	4	0	6.22	7	0.057	88.86	96.08	0	0
2500	4	4	6	7	0.05	85.71	90	100	77.13
	4	4	6	7	0.05	85.71	90	100	77.13
	4	3	6	7	0.05	85.71	90	75	57.85
	4	3	6	7	0.05	85.71	90	75	57.85
	4	0	6	7	0.05	85.71	90	0	0
	4	0	6	7	0.05	85.71	90	0	0
3000	4	4	8	9	0.067	88.8	98.82	100	87.75
	4	4	8	9	0.067	88.8	98.82	100	87.75
	4	3	8	9	0.067	88.8	98.82	75	65.81
	4	3	8	9	0.067	88.8	98.82	75	65.81
	4	0	8	9	0.067	88.8	98.82	0	0
	4	0	8	9	0.067	88.8	98.82	0	0

Berdasarkan Tabel 1, rumus OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) digunakan sebagai perhitungan dari data yang telah diperoleh saat pengujian.

$$\text{Ideal Production Time} = \frac{\text{Operating time}}{\text{Total Count}} \quad (1)$$

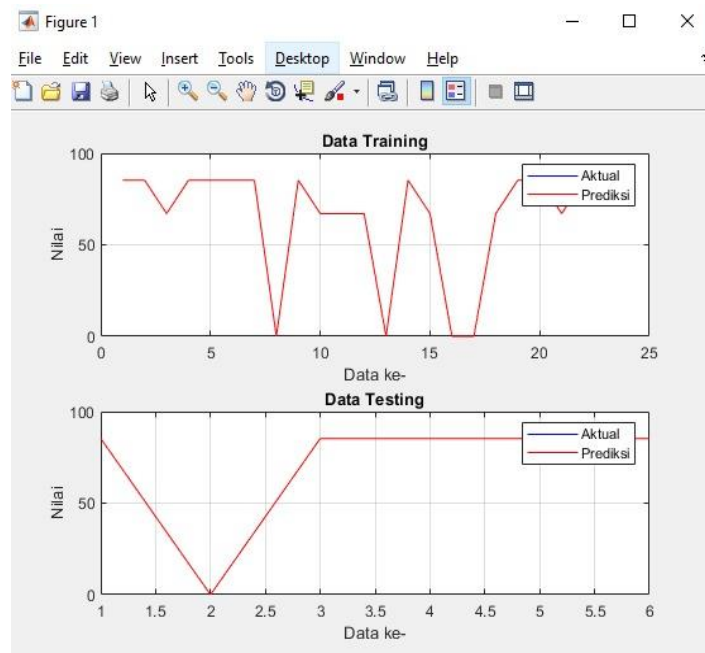
$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating time}}{\text{Planned Production Time}} \quad (2)$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Ideal Production Time} \times \text{Total Count}}{\text{Operating Time}} \quad (3)$$

$$Quality = \frac{Good\ Count}{Total\ Count} \quad (4)$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (5)$$

Hasil prediksi ANFIS RPM 2000



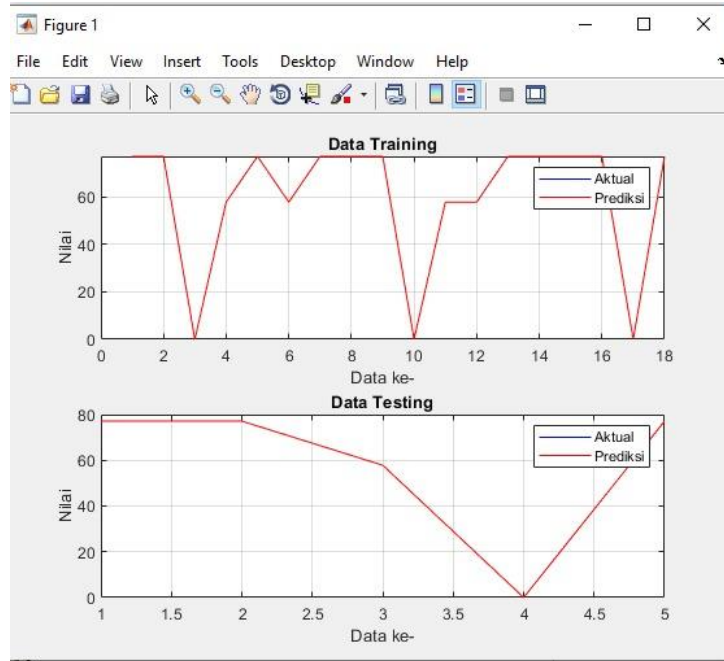
Gambar 3. Grafik hasil pengolahan ANFIS RPM 2000

Gambar 3 menunjukkan hasil pengolahan ANFIS RPM 2000 menggunakan MATLAB. *Subplot* pertama menampilkan hasil data pelatihan dengan nilai aktual (garis biru) dan prediksi (garis merah). Sedangkan *subplot* kedua menampilkan hasil data pengujian dengan nilai yang sama. RMSE data pelatihan adalah 0.000003 menunjukkan prediksi yang baik. Sedangkan RMSE data pengujian adalah 0.0001 menunjukkan kesalahan yang lebih besar sehingga mengindikasikan *overfitting*. Selain itu, jumlah dan persentase data pelatihan dan pengujian juga ditampilkan. Gambar ini menunjukkan penggunaan ANFIS untuk memodelkan dan memprediksi data, dengan hasil pelatihan yang baik tetapi kesalahan lebih besar pada pengujian.

Hasil Prediksi ANFIS RPM 2500

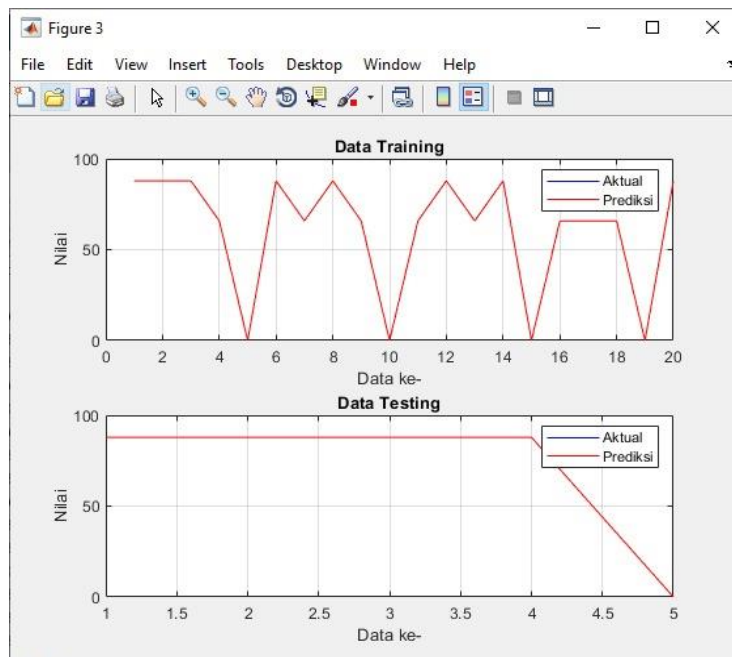
Gambar 4 menunjukkan hasil pengolahan ANFIS RPM 2500 menggunakan MATLAB. Selama pelatihan, RMSE terendah yang dicapai adalah 0.000006 menunjukkan akurasi yang sangat tinggi. Namun juga terdapat RMSE sebesar 0.0001

yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara hasil prediksi dan data aslinya.



Gambar 4. Grafik hasil pengolahan ANFIS RPM 2500

Hasil Prediksi ANFIS RPM 3000



Gambar 5. Hasil pengolahan ANFIS RPM 3000

Gambar 5 menunjukkan hasil pengolahan ANFIS RPM 30000 menggunakan MATLAB. Grafik pelatihan menunjukkan perbandingan data asli dan prediksi yang *fluktuatif*. Sedangkan grafik pengujian menunjukkan prediksi yang mendekati data asli meskipun *fluktuatif*. RMSE selama pelatihan adalah 0.000006 menunjukkan akurasi tinggi sementara RMSE selama pengujian adalah 0.0001 menunjukkan prediksi mendekati nilai aktual dengan akurasi tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan prediksi *maintenance* menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* telah berhasil direalisasikan. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa metode ini mampu memberikan prediksi yang akurat dan handal. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini sangat efektif untuk digunakan dalam memprediksi kebutuhan *maintenance*.
2. Secara keseluruhan ANFIS menunjukkan performa yang bervariasi. Dapat dilihat pada hasil nilai RMSE RPM 2000 *testing* data (0.0001) RMSE *training* data (0.000003) RMSE RPM 2500 *testing* data (0.0001) *testing* data (0.000006) RMSE RPM 3000 *testing* data (0.0001) *training* data (0.000006).

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia Hardiyanti, S., Shofiyah, Q., Teknik Sipil, J., Negeri Banyuwangi, P., & Raya Jember, J. K. (2020). Prediksi Kasus Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, 6(1).
- Ari, A. S., & Budiyanto, U. (2023). Prediksi Jumlah Produksi Perakitan Komponen Menggunakan ANFIS yang Dioptimasi dengan Algoritma K-Means. *CogITO Smart Journal*, 9(2), 252–265.
- Fauziah. (2022). Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa (Vol. 4, Issue 1).
- Pranowo, I. D. (2019). Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Maintenance: System And Management) (Vol. 1). *Deepublish Publisher*.
- Suhail, M., Akhtar, I., Kirmani, S., & Jameel, M. (2021). Development of Progressive Fuzzy Logic and ANFIS Control for Energy Management of Plug-In Hybrid Electric Vehicle. *IEEE Access*, 9, 62219–62231.