

Artikel

Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Mesin E-Fill Berbasis Anfis

Ii Munadhif^{1*}, Deni Almunawar², Muhammad Dhifa Alfitra³, Muhammad Dzi WashfilHasin⁴,
Mohammad Abu Jami'in⁵, Ryan Yudha Adhitya⁶, Dwi Rizky Anto⁷, Anggara TrsinaNugraha⁸,
Dimas Pristovani Riananda⁹, Zindhu Maulana Ahmad Putra¹⁰, Mohammad Fajar Adiatmoko¹¹.

¹⁻¹¹ Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negri Surabaya, Surabaya, Indonesia

* Korespondi : iimunadhif@ppns.ac.id

Received: 31 Oktober 2023; Revised: 20 November 2023; Accepted: 15 Desember 2023

Abstrak: Mesin E-Fill merupakan bagian penting dalam proses produksi di industri manufaktur, khususnya untuk mengisi cairan ke dalam kemasan botol. Pengoperasiannya memerlukan keahlian khusus sehingga diperlukan sistem pendukung keputusan. Penelitian ini merancang sistem pendukung keputusan untuk mesin E-Fill dengan metode ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) yang menggabungkan kecerdasan buatan dan logika fuzzy. Pemantauan kinerja mesin menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) berdasarkan aspek availability, performance, dan quality. Berdasarkan percobaan pada mesin E-Fill diperoleh nilai OEE rata-rata hanya 57,3% (*cycle time* 15 detik) dan 61,7% (*cycle time* 16 detik). Nilai ini jauh di bawah standar sistem baik minimum 85%, sehingga performa mesin perlu optimalisasi lebih lanjut. Sementara pemodelan dengan ANFIS menghasilkan akurasi prediksi yang sangat tinggi didasarkan nilai RMSE sebesar 0,000312 dari 27 data pengujian. Perbandingan nilai aktual dan hasil prediksi ANFIS juga hanya memiliki selisih yang sangat kecil. Dapat disimpulkan bahwa performa mesin E-Fill perlu ditingkatkan, dan ANFIS terbukti sangat akurat sehingga variable untuk implementasi pada sistem pendukung keputusan mesin E-Fill. Studi ini berkontribusi pada pengembangan teknologi cerdas di industri manufaktur Indonesia.

Kata Kunci: ANFIS, Mesin E-Fill, Overall Equipment Effectiveness (OEE), RMSE, sistem pendukung keputusan,

1. Pendahuluan

Sistem dalam industri manufaktur mesin memegang peranan penting dalam proses produksi. Salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi adalah mesin E-Fill untuk mengisi cairan ke dalam kemasan botol. Mengoperasikan mesin E-Fill memerlukan keahlian khusus dan pengalaman yang cukup, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan terkait pengoperasian mesin E-Fill.

Sistem pendukung keputusan atau *Decision Support System* (DSS) merupakan suatu sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan dengan menggunakan data dan informasi yang tersedia. DSS dapat digunakan di berbagai bidang seperti bisnis, industri, kesehatan, dan pendidikan. Dalam penerapannya di industri, DSS dapat membantu pengambilan keputusan terkait produksi, kualitas, dan efisiensi.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perancangan sistem pendukung keputusan pada mesin E-Fill adalah sistem inferensi *neuro-fuzzy* adaptif atau lebih dikenal dengan ANFIS. ANFIS merupakan metode yang menggabungkan kecerdasan buatan berupa jaringan syaraf tiruan

dan logika *fuzzy* untuk membangun model sistem. Alasan mengapa menggunakan ANFIS dibandingkan dengan metode yang lain adalah ANFIS dapat digunakan di berbagai berbagai aplikasi, seperti pengenalan pola, prediksi, dan pengambilan keputusan serta ANFIS dapat digunakan untuk memodelkan sistem nonlinier yang kompleks dan memiliki kemampuan belajar dari data. Pada saat merancang sistem pendukung keputusan mesin E-Fill berbasis ANFIS, sistem akan menggunakan data dan informasi yang tersedia untuk membuat rekomendasi keputusan yang optimal pada saat menggunakan mesin E-Fill.

Dalam industri manufaktur, metode efektivitas peralatan secara keseluruhan (OEE) dapat diterapkan untuk memantau kinerja mesin. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas dan produktivitas dari peralatan produksi. OEE menentukan persentase waktu produksi dan menghitung berbagai jenis kerugian. OEE mencakup tiga faktor, yaitu ketersediaan, kinerja, dan kualitas. OEE dapat dihitung dengan mengalikan faktor OEE dengan tiga atau dengan mengalikan jumlah produk sempurna dengan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit, kemudian membaginya dengan waktu produksi yang diharapkan.

Efisiensi sistem produksi menjadi faktor kunci daya saing industri manufaktur. Namun nilai OEE rendah menunjukkan performa mesin yang belum optimal. Untuk itu diperlukan sistem cerdas prediktif berbasis ANFIS yang mampu merekomendasikan parameter operasional mesin guna meningkatkan efisiensi. Data aktual dimanfaatkan ANFIS untuk permodelan dan prediksi kondisi optimal agar performanya maksimal, yang akhirnya tercermin pada peningkatan nilai OEE. Maka penerapan OEE dan ANFIS menjadi solusi yang saling berkaitan untuk optimasi berkelanjutan.

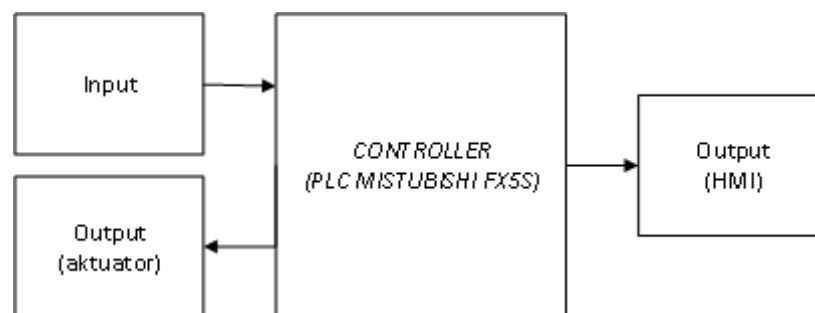
Untuk mendapatkan performa ANFIS yang sesuai dengan tujuan penelitian, parameter *root mean square error* (RMSE) digunakan untuk mengukur keakuratan model prediktif. RMSE adalah ukuran selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. Semakin kecil nilai RMSE maka semakin tinggi keakuratan model prediksi. Pada artikel kali ini akan dibahas mengenai perancangan sistem pendukung keputusan mesin E-Fill berbasis OEE dan ANFIS.

Penelitian ini bertujuan untuk mendukung pengambilan keputusan terkait pengoperasian mesin E-Fill. Penelitian ini akan membahas tentang konsep dasar ANFIS, perancangan sistem, dan implementasi sistem. Penelitian ini juga akan membahas penerapan OEE dan RMSE dalam monitoring kinerja mesin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi dan industri di Indonesia.

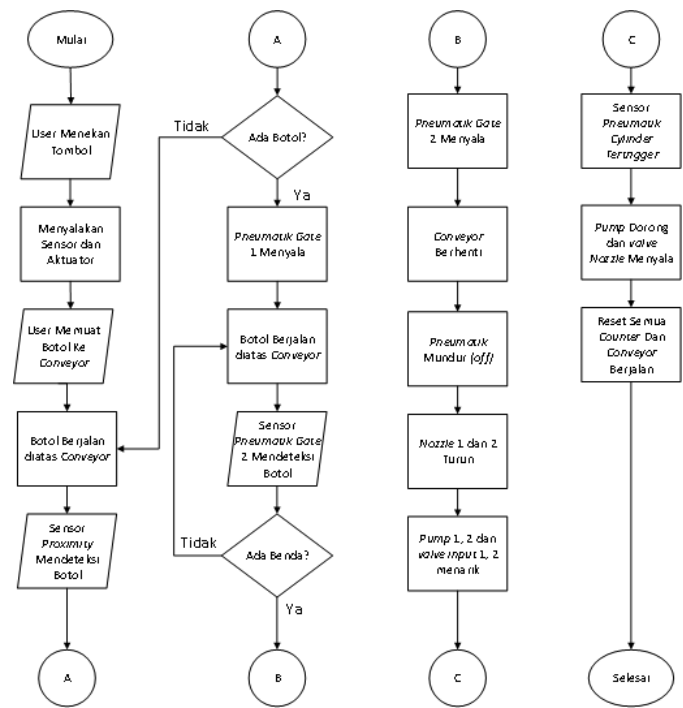
2. Metode Penelitian

2.1 Desain keseluruhan sistem

Mesin e-fill memiliki sistem pengisian cairan botol dan panel kontrol yang berjalan secara otomatis. Pada Gambar 1 terlihat data masukan dan keluaran berasal dari sensor dan aktuator. Mesin dikendalikan dengan menggunakan PLC Mitsubishi seri FX5S. Kemudian data *plant* dikumpulkan menggunakan metode ANFIS dan diukur menggunakan metode OEE.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. Alur Kerja Plant Botol Sortir

Variable	Sumber data
Waktu keseluruhan mesin beroperasi (Loadingtime)	Diambil berdasarkan waktu keseluruhan systembekerja (mulai dari saat system start hingga saatsystem stop)
Waktu mesin diambil kondisi setup	Data diambil dari waktu saat system dalam kondisi pergantian model dan saat system dalamkeadaan perbaikan maintenance. Pada system inipergantian model dilakukan dengan cara mengubah value berat cairan yang ditampungpada botol
Jumlah keseluruhan produk yang dihasilkan (Actual output)	Data ini diambil dengan memanfaatkan sensor proximity
Lama waktu mesin dalam memproduksi satu unitproduk (Cycle time)	Data ini direkam saat system dalam kondisi pergantian model. Pada saat pergantian model, system akan berjalan selama sekali proses untuk mendapatkan waktu mesin dalam satu unit produk
Jumlah produk yang berhasil	Data ini didapatkan dari jumlah sensor proximity pada tiang filling mendeteksi keberadaan botol

Pada Gambar 1 Diagram Blok Sistem dapat dilihat pada penelitian ini untuk data *input* akan dikontrol melalui PLC lalu tampilan HMI atau *output* dapat dilihat apabila sistem kontrol

telah melakukan *input* data. Alur kerja dari mesin pengisian cairan dijelaskan pada Gambar 2 dibawah ini :

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa alur kerja sistem dimulai dari menekan tombol start pada HMI kemudian sensor dan aktuator akan menyala. Kemudian botol akan ditaruh pada konveyor dan akan berjalan. Lalu sensor *proximity* akan mendeteksi botol. Jika tidak ada botol maka konveyor akan tetap berjalan dan jika *proximity* mendeteksi botol pertama maka pneumatik gate 1 akan menyala, jika sensor *proximity* mendeteksi botol yang kedua maka pneumatik gate 2 akan menyala dan bersamaan konveyor akan berhenti. Lalu pneumatik mundur menyala bersamaan dengan *nozzle* 1 dan *nozzle* 2 turun. Kemudian cylinder pneumatik akan menarik cairan dan membuka valve *input* 1 dan valve *input* 2 sesuai dengan batas sensor *cylinder* pneumatik. Setelah cylinder pneumatik terisi selanjutnya *cylinder* pneumatik akan mendorong cairan sampai titik top bersamaan dengan terbukanya valve *output* 1 dan valve *input* 2 lalu mengirim air pada *nozzle* melalui selang cairan. Kemudian sistem akan mereset secara otomatis dan konveyor kembali berjalan.

2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

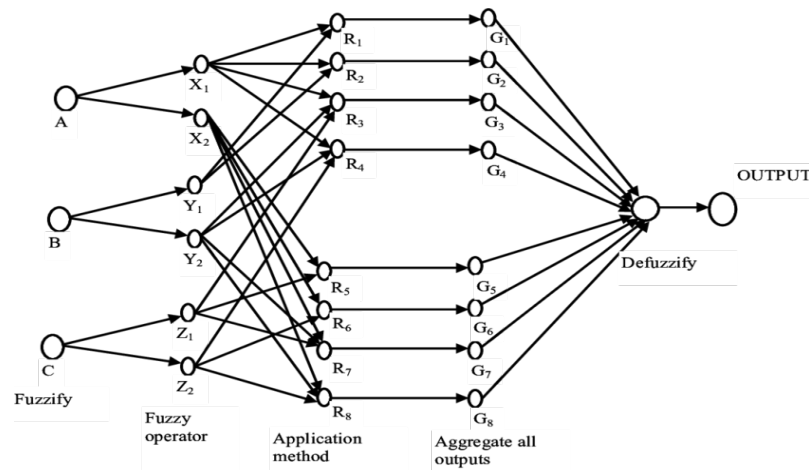
Penelitian ini dilakukan pada mesin e-fill pengisian cairan otomatis berdasarkan data yang telah diambil. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness*(OEE) sebagai dasar penentuan langkah perbaikan. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) didefinisikan sebagai ukuran kinerja suatu peralatan dalam menunjang proses produksi sesuai dengan yang telah ditetapkan. Parameter OEE terdiri *Availability*, *Performance* dan *Quality*. Nilai ketiga parameter tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi efektivitas peralatan dalam periode tertentu. Table 1 Variable dan sumber data penelitian.

$$\begin{aligned}
 \text{Availability (\%)} &= \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Timr}} \times 100\% \\
 \text{Performance (\%)} &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Cycle Time} \times \text{Actual Output}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\
 \text{Quality (\%)} &= \frac{\text{Good Output}}{\text{Actual Output}} \times 100\% \\
 \text{OEE} &= A \times P \times Q (\%)
 \end{aligned} \tag{1}$$

2.3 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan penggabungan dari logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan (JST). Logika *fuzzy* memiliki kelebihan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan dengan menerapkan basis aturan (*rules*). JST memiliki kelebihan dalam mengenali pola, belajar dan berlatih dalam menyelesaikan suatu permasalahan tanpa memerlukan pemodelan matematik. Serta dapat bekerja berdasarkan data historis yang dimasukkan kepadanya dan dapat melakukan prediksi kejadian yang akan datang berdasarkan data-data tersebut. Sehingga ANFIS memiliki kemampuan keduanya.

Framework dari metode ANFIS mempunyai lima layer, yaitu layer *fuzzifikasi*, *layer rule*, *layer normalisasi*, *layer defuzzifikasi*, dan hasil *neuro* Tunggal. Adapun struktur ANFIS seperti pada Gambar 3 :



Gambar 3. Struktur ANFIS

Pada Struktur ANIFIS yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan 3 Input 6 layer dan 1 output. 3 Input: 1 Layer (Node 1-3) masing masing input disebut t sebagai variabel linguistik yang dapat mewakili kondisi atau atribut tertentu dalam sistem. 6 Layer: Layer 2 (Node 4-9) ini adalah layer yang disebut sebagai "Node Layer" atau "*Fuzzification Layer*". Pada layer ini, setiap node mengukur sejauh mana setiap input memenuhi kondisi linguistik tertentu. Fungsi keanggotaan *fuzzy* digunakan di sini untuk menentukan sejauh mana suatu input cocok dengan kondisi linguistik tertentu (seperti "dingin", "hangat", "panas"). Layer 3 (Node 10-15) Layer ini disebut sebagai "*Rule Layer*" atau "*Rule Layer*". Setiap node pada layer ini mengalikan keluaran dari node pada layer sebelumnya, merepresentasikan kecocokan input terhadap kondisi linguistik tertentu, dengan bobot tertentu. Dalam Anfis, khususnya, ada aturan-aturan yang digunakan untuk menentukan bobot ini. Layer 4 (Node 16- 21) Layer ini disebut sebagai "*Consequent Layer*". Setiap node di layer ini mengalikan keluaran dari node pada layer sebelumnya dengan input sesungguhnya (input numerik asli) dan memberikan keluaran untuk masing-masing aturan. Layer 5 (Node 22-24) Layer ini disebut sebagai "*Normalization Layer*". Tujuan dari layer ini adalah untuk menormalisasi keluaran dari layer sebelumnya. 1 Output: Output sistem Anfis adalah hasil akhir dari proses inferensi yang dilakukan oleh sistem.

2.4 Pengukuran Akurasi RMSE

Pada penelitian ini pengukuran hasil prediksi dilakukan dengan menggunakan *root mean square error* (RMSE). RMSE adalah suatu pengukuran tingkat akurasi dengan mengukur rata – rata nilai. Nilai didapat dari selisih hasil peramalan dengan target dimana semakin kecil kecil atau semakin rendah nilai RMSE yang didapat, maka semakin valid akurasi yang didapat. Rumus RMSE dinotasikan sebagai berikut:

$$\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - f_t)^2}{n}} \quad (2)$$

Dimana :

A_t	= Nilai data actual
F_t	= Nilai hasil peramalan
N	= Banyaknya data
Σ	= Summation (Jumlahkan keseluruhan nilai)

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Pengujian meliputi Data Asli, Hasil Analisa OEE, dan pemodelan ANFIS dengan dibuktikan melalui grafik serta RMSE.

Table 2 Hasil pengambilan data

No	Waktu <i>Nozzle</i>	Waktu	Target	Volume	Error %	Ketepatan <i>Filling</i>
	Berjalan	Perngisian botol				<i>Nozzle</i>
1	10 detik	5 detik	135ml	0ml	100%	Gagal
2	10 detik	6 detik	135ml	0ml	100%	Gagal
3	10 detik	5 detik	135ml	138ml	0.74%	Tepat
4	10 detik	6 detik	135ml	135ml	0.74%	Tepat
5	10 detik	5 detik	135ml	136ml	1.48%	Tepat
6	10 detik	6 detik	135ml	133ml	0%	Tepat
7	10 detik	5 detik	135ml	135ml	0.74%	Tepat
8	10 detik	6 detik	135ml	133ml	0.74%	Tepat

Table 3 Hasil perhitungan OEE

No	Availability	Performance	Quality	OEE	Ket
<i>Hasil OEE Data Asli Percobaan Pertama</i>					
1	92%	105%	75%	72.50%	<i>Bad</i>
2	92%	105%	75%	72.50%	<i>Bad</i>
3	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>
4	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>
5	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>
6	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>
7	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>
8	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>
9	92%	105%	100%	96.67%	<i>Good</i>

Pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 dapat dilihat perbandingan data dari 8 botol pengujian yang pertama, pada pengujian yang pertama terlihat bahwa percobaan pertama dan kedua memiliki kondisi bad sedangkan pengujian ketiga hingga kesembilan memiliki kondisi good. Kondisi Bad terjadi dikarenakan adanya kesalahan tata letak botol saat mengambil data.

Table 4 Hasil Pengambilan data percobaan ke 2

No	Waktu <i>Nozzle</i>	Waktu	Target	Volume	Error %	Ketepatan <i>Filling</i>
	Berjalan	Pengisian botol				<i>Nozzle</i>
1	10 detik	5 detik	135ml	132ml	2.20%	Tepat
2	10 detik	6 detik	135ml	130ml	3.70%	Tepat
3	10 detik	5 detik	135ml	136ml	0.74%	Tepat
4	10 detik	6 detik	135ml	134ml	0.74%	Tepat
5	10 detik	5 detik	135ml	133ml	1.48%	Tepat
6	10 detik	6 detik	135ml	135ml	0.00%	Tepat
7	10 detik	5 detik	135ml	134ml	0.74%	Tepat
8	10 detik	6 detik	135ml	136ml	0.74%	Tepat

Table 5 Hasil Perhitungan OEE data aktual

No	Availability	Performance	Quality	OEE	Ket
Hasil OEE Data Asli Percobaan Ketiga					
1	92%	105%	100%	96.67%	Good
2	92%	105%	100%	96.67%	Good
3	92%	105%	100%	96.67%	Good
4	92%	105%	100%	96.67%	Good
5	92%	105%	100%	96.67%	Good
6	92%	105%	100%	96.67%	Good
7	92%	105%	100%	96.67%	Good
8	92%	105%	100%	96.67%	Good
9	92%	105%	100%	96.67%	Good

Pada tabel 3.5 dan tabel 3.6 dapat dilihat tidak adanya perbandingan data dari 8 botol pengujian yang pertama hingga kesembilan dikarenakan tidak adanya kesalahan dalam tataletak botol.

3.1 Hasil *Training*

Perhitungan OEE ini berdasarkan kondisi pergerakan plant. Data utama yang diperlukan dalam perhitungan ini yaitu lama waktu mesin beroperasi selama 124 detik, lama waktu mesin dalam kondisi setup, jumlah keseluruhan produk yang dihasilkan, lama waktu mesin dalam memproduksi satu unit produk (waktu diambil selama 15 dan 16 detik) dan jumlah produk yang berhasil(dari 8 hingga 0). Berikut table 3.4 merupakan table variable OEE yang diperlukan.

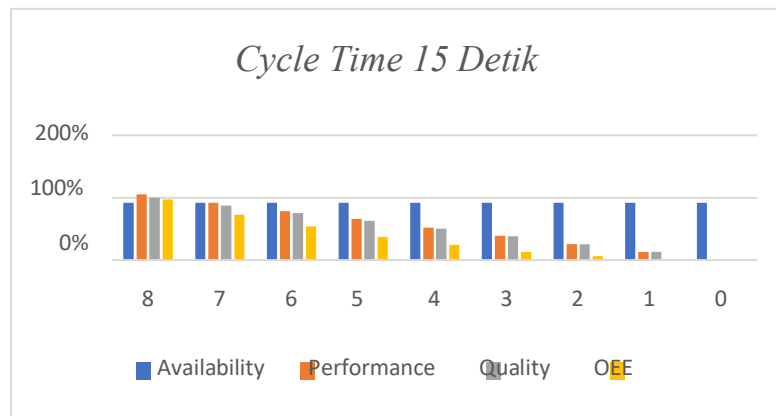
Table 6 Hasil percobaan data training

<i>No</i>	<i>Availability</i>	<i>Performance</i>	<i>Quality</i>	<i>OEE</i>	<i>Ket</i>
<i>Data Pada Saat Cylce Time 15 Detik</i>					
1	92%	105%	100%	96.6%	<i>Good</i>
2	92%	92%	87.6%	73%	<i>Bad</i>
3	92%	78%	75%	54%	<i>Bad</i>
4	92%	66%	62.5%	37%	<i>Bad</i>
5	92%	52%	50%	23.9%	<i>Bad</i>
6	92%	39%	37.5%	13%	<i>Bad</i>
7	92%	26%	25%	5.98%	<i>Bad</i>
8	92%	13%	12.5%	1.4%	<i>Bad</i>
9	92%	0%	0%	0%	<i>Bad</i>
<i>Data Pada Saat Cycle Time 16 Detik</i>					
1	92%	112%	100%	103%	<i>Good</i>
2	92%	98%	87.6%	78%	<i>Bad</i>
3	92%	84%	75%	57.9%	<i>Bad</i>
4	92%	70%	62.5%	40.2%	<i>Bad</i>
5	92%	56%	50%	25.7%	<i>Bad</i>
6	92%	42%	37,5%	14.5%	<i>Bad</i>
7	92%	28%	25%	6.44%	<i>Bad</i>
8	92%	14%	12,5%	1.61%	<i>Bad</i>
9	92%	0%	0%	0%	<i>Bad</i>

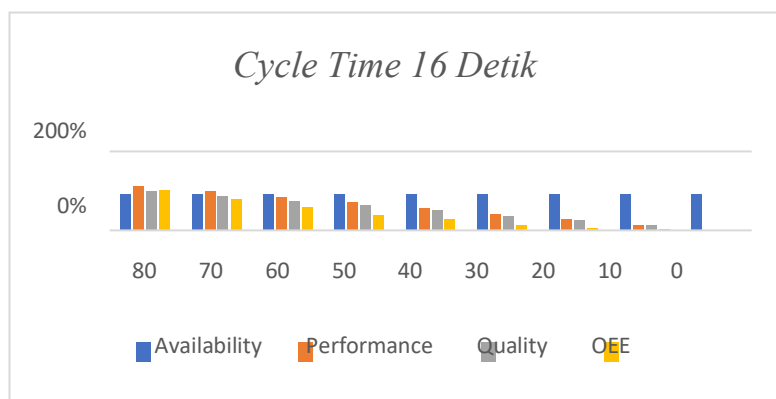
Hasil percobaan dari Tabel 3.4 diatas dapat dilihat bahwa berdasarkan data keterangan terlihat memiliki kondisi good dan bad. Untuk mesin yang memiliki system good dan efektif memiliki nilai presentase OEE diatas 85%. Sedangkan mesin yang memiliki system bad memiliki nilai presentase OEE dibawah 85%.

Gambar 4 adalah data bar chart yang ditampilkan sesuai dengan data training yang dihitung dalam kondisi waktu Cylce Time 15 detik.

Gambar 5 adalah Data bar chart yang ditampilkan sesuai dengan data Training yang dihitung dalam kondisi waktu Cycle Time 16 detik.



Gambar 4 Bar Chart hasil Training

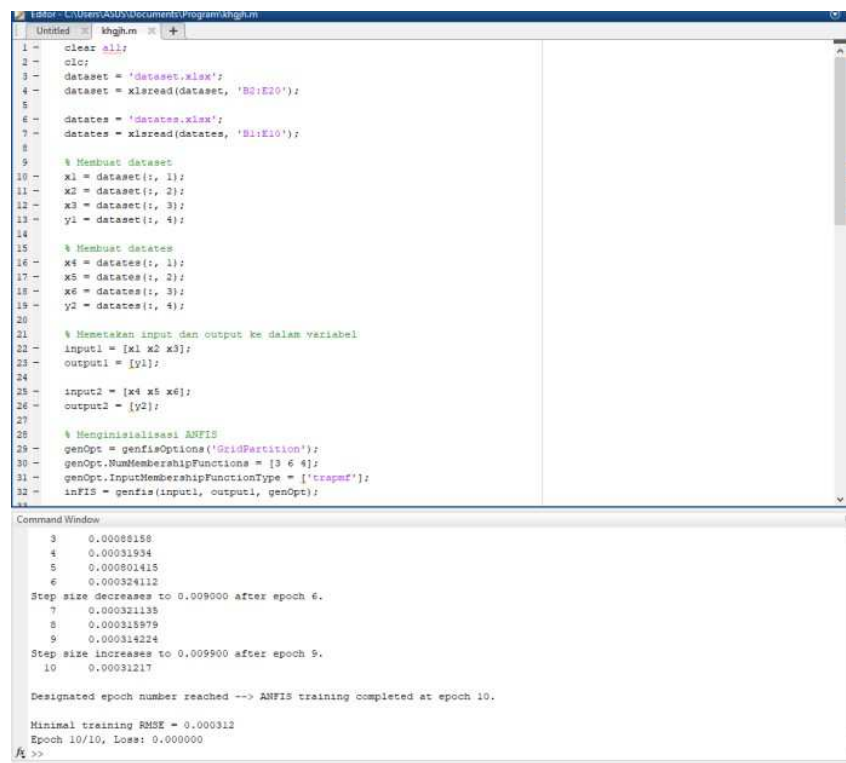


Gambar 5. Bar Chart hasil Training

3.2 Hasil data Testing ANFIS

Sebelum dilakukan pemodelan ANFIS dilakukan beberapa kali percobaan pada pembahasan hasil data training sebagai parameter untuk menguji ketepatan pada metode ANFIS. Dari hasil training dengan kondisi cycle time 15 dan 16 detik diperoleh nilai minimal RMSE adalah 0.000312. Adapun pembandingan nilai aktual dengan data prediksi dapat dilihat pada gambar 8 dibawah.

Pada Gambar 8 menunjukan bahwa hasil dari pengujian data asli dan hasil ANFIS memiliki perbedaan ketika uji coba pertama dan kedua. Pada uji coba pertama data asli menghasilkan nilai 0.72 berasal dari perhitungan manual data asli sedangkan hasil ANFIS menghasilkan nilai 0.60. Sama dengan uji coba pertama pada uji coba kedua data asli dan hasil ANFIS memiliki nilai yang sama. Bisa disimpulkan untuk ketepatan prediksi pada uji coba pertama dan kedua hanya memiliki selisih nilai yaitu 0.12. sedangkan pada uji coba 3 hingga uji coba ke10 nilai data asli dan hasil ANFIS memiliki kesamaan yang artinya ketepatan prediksi dari uji coba tersebut adalah 100% tepat.

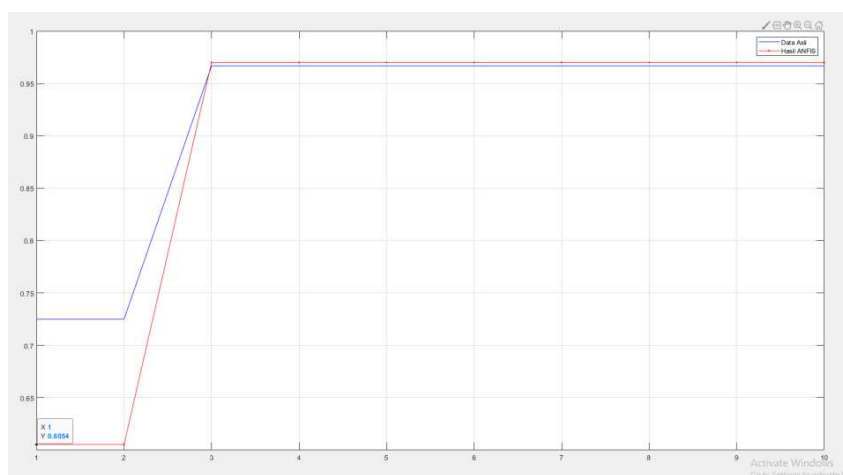


```

1 clear all;
2 clc;
3 dataset = 'dataset.xlsx';
4 dataset = xlsread(dataset, 'B2:E20');
5
6 datates = 'datates.xlsx';
7 datates = xlsread(datates, 'B1:E10');
8
9 % Membuat dataset
10 x1 = dataset(:, 1);
11 x2 = dataset(:, 2);
12 x3 = dataset(:, 3);
13 y1 = dataset(:, 4);
14
15 % Membuat datates
16 x4 = datates(:, 1);
17 x5 = datates(:, 2);
18 x6 = datates(:, 3);
19 y2 = datates(:, 4);
20
21 % Menetakan input dan output ke dalam variabel
22 input1 = [x1 x2 x3];
23 output1 = [y1];
24
25 input2 = [x4 x5 x6];
26 output2 = [y2];
27
28 % Menginisialisasi ANFIS
29 genOpt = genfisOptions('GridPartition');
30 genOpt.NumMembershipFunctions = [3 6 4];
31 genOpt.InputMembershipFunctionType = {'trapmf'};
32 inFIS = genfis(input1, output1, genOpt);
33
Command Window:
3 0.00082158
4 0.00031934
5 0.000801415
6 0.000324112
Step size decreases to 0.009000 after epoch 6.
7 0.000321135
8 0.000315979
9 0.000314224
Step size increases to 0.009900 after epoch 9.
10 0.00031217
Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 10.
Minimal training RMSE = 0.000312
Epoch 10/10, Loss: 0.000000
>>

```

Gambar 6. Hasil Nilai RMSE



Gambar 7. Grafik data asli dan hasil ANFIS

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan pada paper ini menjelaskan tentang perancangan sistem pendukung keputusan untuk mesin e- fill berbasis sistem inferensi *neuro-fuzzy* adaptif “ANFIS”. Hal ini bertujuan untuk mendukung pengoperasian mesin e-Fill. Berdasarkan Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), performa mesin e-fill dalam pengujian 3 kali percobaan masih rendah dengan nilai OEE rata - rata hanya 57,3% (*Cycle Time* 15 detik) dan 61,7% (*Cycle Time* 16 detik). Nilai Availability cenderung konstan 92% sedangkan nilai Performance dan Quality bervariasi tergantung pada waktu *Cycle Time* dan jumlah produk yang berhasil. Pemodelan dengan metode ANFIS menghasilkan akurasi prediksi yang sangat baik dengan RMSE sebesar 0,000312. Hasil prediksi juga sangat mendekati data aktual.

Referensi

- [1] S. P. Della, Sistem Pengolahan Data Produksi Berbasis SCADA Menggunakan Metode OEE Dilengkapi dengan Fuzzy Decision Pada Automatic Filling Botlle Machine, Surabaya, 2021.
- [2] R. P. & S. E. P. Sari, "Applied Technology and Computing Science Journal,," *Pengaruh Korelasi Data pada Peramalan Kelembaban Udara Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).*, 2019.
- [3] N. R. D. H. S. T. S. Ryan Yudha Adhitya, *Pengembangan PV Solar Tracking System Dua SumbuPutar Berbasis Model Fuzzy Sugeno Oorde Nol*, 2020.
- [4] A. M. Ma'ruf, U. Ema and A. H. Dwi, "Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi," *Optimasi Anfis Untuk Prediksi Data Time Series*, vol. Vol.9, 3 September 2022.
- [5] M. Anrinda, M. S. Edy and I. M. Jaka, "Prosiding Seminar Nasional," *ANALISIS PERHITUNGAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*, 21 Agustus 2021.
- [6] N. and I. Anfasa, "Diploma Thesis," *RANCANG BANGUN INTEGRASI SCADA PADA SISTEM CRUSHING DAN BARGE LOADING CONVEYOR*, 2022.
- [7] B. Y. Pandji, I. I. and A. A. Rohmawati, "Indonesia Journal on Computing," *Perbandingan Prediksi Harga Saham dengan model ARIMA dan Artificial Neural Network*, vol. Vol.4 No.2, September 2019.
- [8] A. T. Nugraha and R. P. Eviningsih, *ZETA Converter as a Voltage Stabilizer with Fuzzy Logic Controller Method in The Pico Hydro Power Plant*, vol. Vol.4 No.2, 23 Augustus 2022.
- [9] I. M. A. A. and A. A. Mustofa, "Jurnal Ilmiah Rekayasa," *Sistem Pengendalian Penanganan Kebakaran Gedung Menggunakan Metode Fuzzy*, vol. Vol 11 No 2, Oktober 2018.
- [10] D. H. Triwardani, A. Rahman and C. F. M. Tantrika, *ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM*, 2021.
- [11] W. Atikno and H. H. Purba, "Journal of Industrial and Engineering System (JIES)," *Sistematika Tinjauan Literature Mengenai Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, vol. 2, no. 2722-7979, pp. Hal 29-39, 2021.
- [12] S. A. Hardiyanti and Q. S. , *PREDIKSI KASUS COVID-19 DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)*, vol. Vol 6, 2020.
- [13] H. S. D. O. Prabawanti, M. S. R. N. Hasanah, U. W. and A. H. , *Forecasting of Wind Speed in Malang City of Indonesia using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Autoregressive Integrated Moving Average Methods*, September 2020.
- [14] I. A. J. and Y. , *Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC*, vol. Vol. 3 No. 2, 2023.
- [15] A. H. Saputra, T. T. and B. W. , *ANALISIS DATA RUNTUN WAKTU DENGAN METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)*, vol. Vol. 1 No.1 , pp. 31-38, 2012.
- [16] A. K. R. R. and I. P. Solihin, *Pengujian Algoritma Long Short Term Memory untuk Prediksi Kualitas Udara dan Suhu Kota Bandung*, vol. Vol. 15 No. 1, 2020.
- [17] M. and T. R. , *Prediksi Waktu Kegagalan Mesin Raw Mill Menggunakan Active Learning. Other thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*, 2023.
- [18] A. D. Wiratmoko, A. W. Syauqi, M. S. Handika, D. B. Nurrizki, M. W. M. S. I. S. M. K. Hasin, I. M. A. Z. Arfianto, A. W. B. Santosa and V. Y. P. Ardhana, *Design of Potholes Detection as Road's Feasibility Data Information Using Convolutional Neural Network (CNN)*, 2019.
- [19] Richo, R. Y. Adhitya, M. K. Hasin, M. S. and E. S. , *Analisis Pengaruh Optimizer pada Model CNN untuk Identifikasi Cacat pada Perekat Kemasan*, vol. Vol.13 No.2, 2023.



© 2019 oleh penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka di bawah syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).