



## Perbandingan Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* dan *Support Vector Regression* dalam Prediksi Waktu Pemeliharaan pada Mesin *E-Fill*

Deni Almunawar<sup>1</sup>, Ii Munadhif<sup>1\*</sup>, Ryan Yudha Adhitya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, , Jl. Teknik Kimia, ITS, Sukolilo, 60111, Indonesia

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja metode *Adaptive NeuroFuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Support Vector Regression* (SVR) dalam memprediksi waktu pemeliharaan yang optimal pada mesin pengisian cairan otomatis atau yang biasa disebut mesin *e-fill*. Mesin *e-fill* banyak digunakan oleh industri produsen untuk mengemas produk cairan mereka ke dalam kemasan botol. Mesin ini sering mengalami kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, prediksi waktu pemeliharaan yang tepat sangat penting agar perusahaan dapat mempersiapkan dana danantisipasi sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah. Penelitian ini mengumpulkan data historis parameter operasional mesin *e-fill* seperti *performance*, *quality*, dan *availability*. Data tersebut kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih digunakan untuk melatih model prediksi ANFIS dan SVR agar dapat memprediksi waktu pemeliharaan mesin. Data uji digunakan untuk mengevaluasi akurasi prediksi dari kedua model. Model ANFIS dilatih dengan menyesuaikan parameter-parameternya agar sesuai dengan pola pada data latih. Model SVR juga dilatih dengan data latih agar parameternya dapat mengenali pola data. Kinerja kedua model dievaluasi dengan metrik RMSE pada data uji. Metode *Support Vector Regression* (SVR) memiliki rata-rata *Accuracy* yang lebih tinggi, yaitu 91,67%, dibandingkan dengan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang memiliki rata-rata *Accuracy* sebesar 68,33%. Hal ini menunjukkan bahwa SVR lebih akurat dalam memprediksi waktu pemeliharaan pada mesin *e-fill* di berbagai tingkat RPM.

**Katakunci:** ANFIS, mesin *e-fill*, prediksi, RMSE, SVR

**Abstract.** This research aims to compare the performance of the *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) and *Support Vector Regression* (SVR) methods in predicting optimal maintenance time on liquid filling machines automatic or what is usually called an *e-fill* machine. *E-fill* machines are widely used by industrial manufacturers to package their liquid products into packaging bottle. This machine often experiences damage which can disrupt the process production and cause losses for the company. Hence, predictions Proper maintenance timing is very important for companies to be able to prepare funds and anticipate before more damage occurs Severe. This research collects historical data on operational parameters of *e-fill* machines such as *performance*, *quality* and *availability*. The data is then shared into training data and test data. Training data is used to train the prediction model ANFIS and SVR to be able to predict machine maintenance times. Test data used to evaluate the prediction accuracy of both models. ANFIS model trained by adjusting its parameters to

*match the patter non training data. The SVR model is also trained with training data to obtain parameters recognize data patterns. The performance of both models is evaluated with the RMSE metric on test data. The Support Vector Regression (SVR) method has a higher average Accuracy, which is 91.67%, compared to the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) method which has an average Accuracy of 68.33%. This shows that SVR is more accurate in predicting maintenance time on e-fill machines at various RPM levels.*

*Keywords: ANFIS, e-fill machine, Prediction, RMSE, SVR*

## **Pendahuluan**

Salah satu jenis dari mesin produksi yang umum digunakan pada perusahaan produsen adalah Mesin *filling*. Mesin *filling* atau pengisian merupakan mesin yang digunakan untuk mengisi produk ke dalam kemasan. Mesin *filling* merupakan salah satu mesin yang bertujuan untuk memudahkan aktivitas manusia dalam melakukan proses produksi guna meningkatkan kualitas produk/barang yang dihasilkan (Patrick, 2023). Beradaptasi dengan perkembangan teknologi, maka dikembangkan pula Mesin *Filling* berbasis elektronik dan otomatisasi yang biasa dikenal sebagai Mesin *e-fill*. Tidak jauh berbeda seperti mesin *filling*, Mesin *e-fill* bertujuan untuk memproduksi minuman ataupun bahan cairan dalam bentuk kemasan botol. Dengan adanya mesin *filling* berbasis otomatisasi, para perusahaan produsen biasanya lebih cepat untuk mencapai target produksi yang ditetapkan.

Meskipun teknologi otomatisasi pada mesin membantu proses produksi yang menjadi lebih lancar, namun terkadang terjadi permasalahan yaitu rusaknya 2 mesin produksi yang dapat mengganggu proses produksi perusahaan dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Mesin produksi menjadi kurang dapat diandalkan dan produktif seiring berjalannya waktu. Apabila suatu mesin produksi sudah tidak dapat beroperasi secara maksimal maka harus dilakukan penggantian baik komponen maupun suku cadangnya guna mencapai tujuan produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Dalam menentukan prediksi maintenance suatu mesin, terdapat beberapa metode yang lazim untuk digunakan. Salah satu metode yang dapat diimplementasikan untuk memprediksi sesuatu 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 (Safira et al., 2021). 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 (Aprilia Hardiyanti et al., 2020a). Metode ANFIS telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi prediktif, seperti pemeliharaan mesin dan peramalan proses produksi (Ari & Budiyanto, 2023). Salah satu metode lain yang dapat digunakan untuk memprediksi maintenance suatu mesin adalah *Support Vector Regression* (SVR). SVR adalah salah satu teknik pembelajaran mesin yang digunakan untuk melakukan tugas regresi (Suprayogi & Pardede, 2022). SVR bekerja dengan menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan vektor input dengan

memaksimalkan margin antara hyperplane dan data terdekat dari kedua kelas (Tao et al., 2020).

Dari kedua metode tersebut, terdapat perbedaan yang cukup signifikan dimana ANFIS pada implementasinya menggunakan metode *classifier* berdasarkan logika *fuzzy*, sementara SVR menggunakan metode regresi yang implementasinya didasarkan pada konsep *hyperplane* (Zhu et al., 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh perbandingan antara metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Support Vector Regression* (SVR) dalam melakukan prediksi maintenance pada Mesin *e-fill*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Sistem Prediksi

Menurut Sopiandi & Putri Rahayu (2023), prediksi dipahami sebagai suatu upaya proses melakukan pemikiran dengan cara yang sistematis terkait pada suatu hal yang hadir di masa depan dengan berdasar pada informasi dari masa lalu atau sekarang. Hal ini merupakan upaya agar suatu kesalahan dapat diperkecil. Prediksi diketahui tidak harus menghadirkan satu jawaban dengan cara yang pasti terkait kondisi atau suatu peristiwa yang akan terjadi, melainkan sebagai upaya untuk dicarinya suatu jawaban sedekat mungkin dengan yang akan terjadi. Prediksi diketahui memiliki maksud yang sifatnya sama dengan suatu peramalan atau upaya perkiraan (Aprilia Hardiyanti et al., 2020b). Sejalan dengan penjelasan Kamus Besar Bahasa Indonesia, prediksi dipahami sebagai suatu pemanfaatan data dari masa lalu untuk melakukan pemikiran terkait nilai yang akan hadir di masa depan.

### 2.2 *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

Struktur jaringan yang mendasari ANFIS adalah superset dari semua jenis paradigma jaringan saraf dengan kemampuan pembelajaran yang diawasi. Sistem *neuro-fuzzy*, merupakan kombinasi ANN dengan sistem *fuzzy*, biasanya memiliki keuntungan karena memungkinkan penerjemahan sistem akhir dengan mudah menjadi seperangkat aturan jika-maka (Fauziah, 2022). Penelitian dan penerapan strategi inferensi *neuro-fuzzy* memperjelas bahwa sistem hibrida saraf dan *fuzzy* bermanfaat dalam bidang-bidang seperti penerapan algoritma yang ada untuk jaringan saraf tiruan (JST), dan adaptasi langsung dari pengetahuan yang diartikulasikan sebagai seperangkat aturan linguistik *fuzzy*. Menurut Jang, sesuai dengan namanya, jaringan adaptif adalah struktur jaringan yang terdiri dari node dan tautan terarah, keseluruhan perilaku input-output ditentukan oleh nilai-nilai kumpulan parameter yang dapat dimodifikasi melalui jalur node node tersebut terhubung (Suhail et al., 2021).

### 2.3 *Support Vector Machine*

SVR merupakan penerapan *Support Vector Regression* (SVR) untuk kasus regresi. Dalam kasus regresi output berupa bilangan *real* atau *continue*. SVR merupakan metode yang dapat mengatasi *overfitting*, sehingga akan menghasilkan performansi yang bagus (Zulmawati et al., 2023). Model SVR sering digunakan untuk meminimalkan jumlah *square error*. Algoritme SVR adalah teori yang diadaptasi dari teori *machine learning* yang sudah digunakan untuk memecahkan masalah klasifikasi (Qadri, 2024).

### 2.4 *Root Mean Square Error*

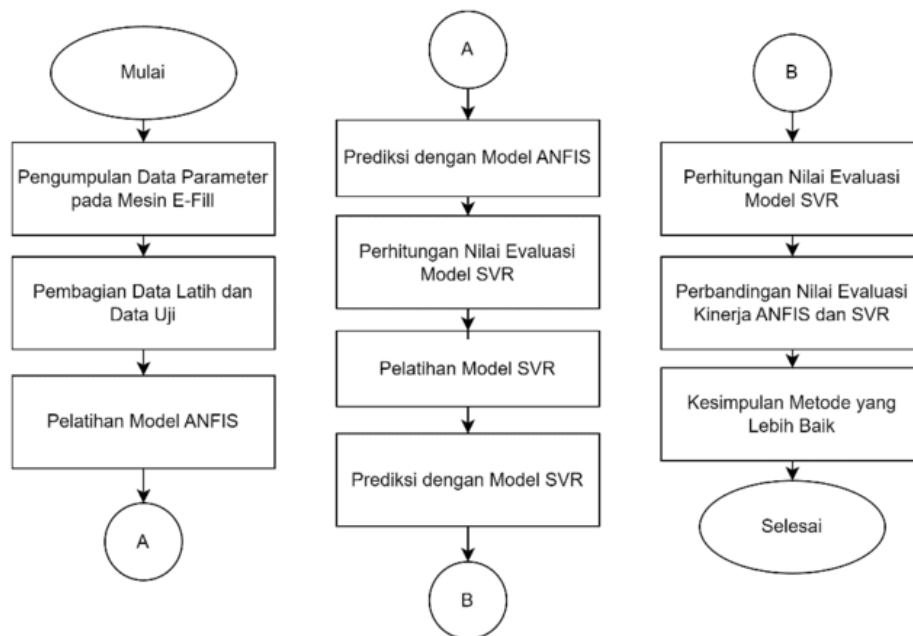
Metrik yang umum digunakan dalam statistik dan pembelajaran mesin untuk mengukur rata-rata besarnya kesalahan antara nilai yang diprediksi dengan nilai aktual adalah RMSE. RMSE sering digunakan untuk menilai akurasi model prediktif, seperti model regresi atau algoritma pembelajaran mesin.

### 3. Metode

Metode penelitian merupakan kerangka dasar langkah penyelesaian yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. Dengan memberikan gambaran tentang sistem yang akan dibangun, penelitian ini akan memiliki kerangka kerja yang kuat.

#### 3.1 Konsep Penelitian

Penelitian sebelumnya mengenai perbandingan metode *Adaptive NeuroFuzzy Inference System* (Anfis) dan *Support Vector Regression* hanya sebatas klasifikasi. Keterbaruan dari konsep penelitian ini akan membandingkan kinerja metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Support Vector Regression* (SVR) dalam memprediksi waktu maintenance yang optimal dalam mesin E-Efill. Penelitian ini berfokus pada data operasi mesin *E-FILL* selama beberapa waktu untuk melatih model ANFIS dan SVR agar dapat memprediksi kapan waktu maintenance yang tepat. Konsep penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



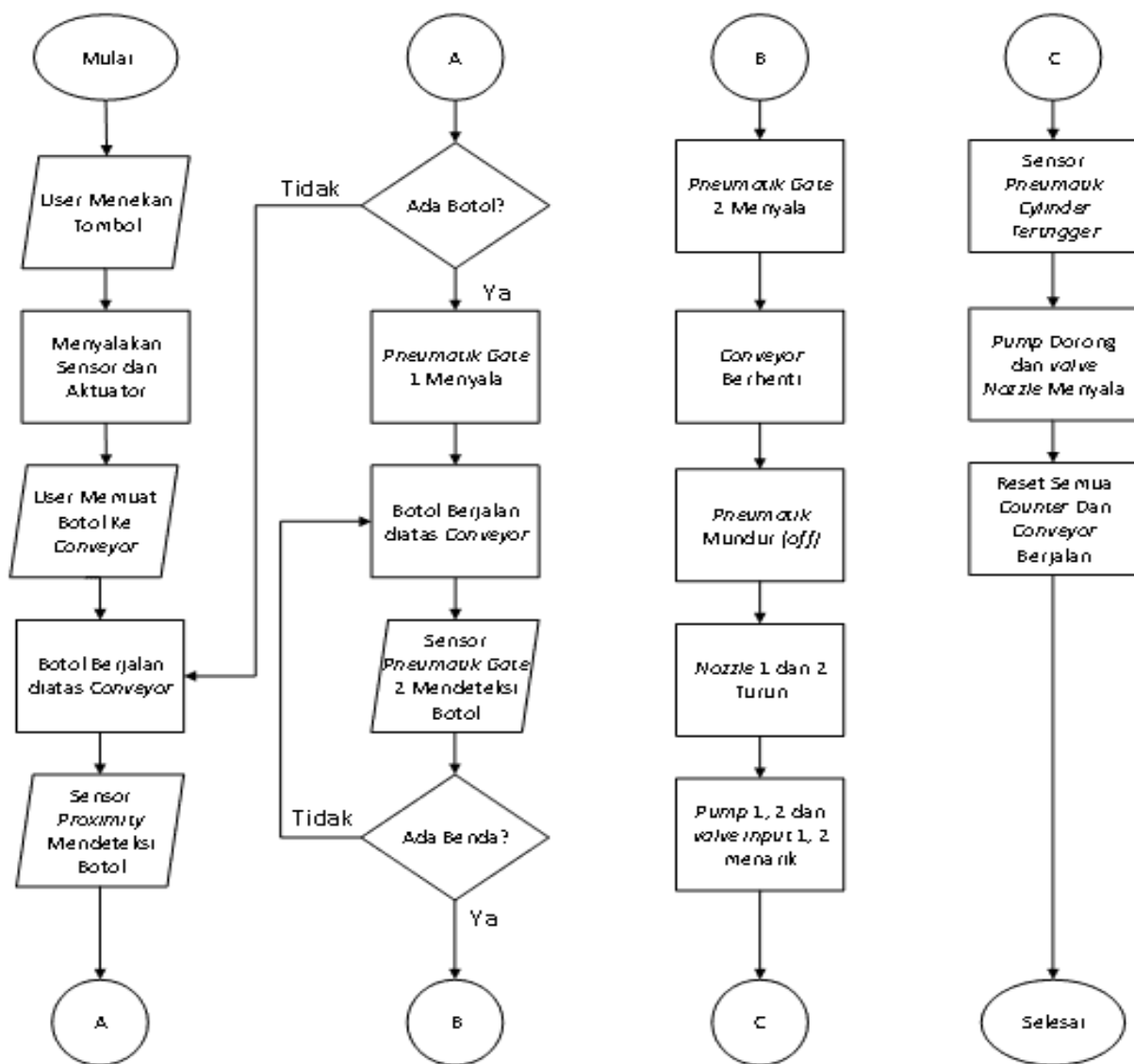
Gambar 1 Konsep Penelitian

#### 3.2 Diagram Kerja Sistem

Diagram kerja sistem merupakan bagian yang akan menjelaskan proses kerja sistem tersebut. Dimulai dari awal hingga akhir proses. Berikut representasi dari diagram kerja sistem. 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 *pneumatic gate* 1 akan menyala, jika sensor *proximity* mendeteksi botol yang kedua maka *pneumatic 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 reset secara otomatis dan konveyor kembali berjalan.



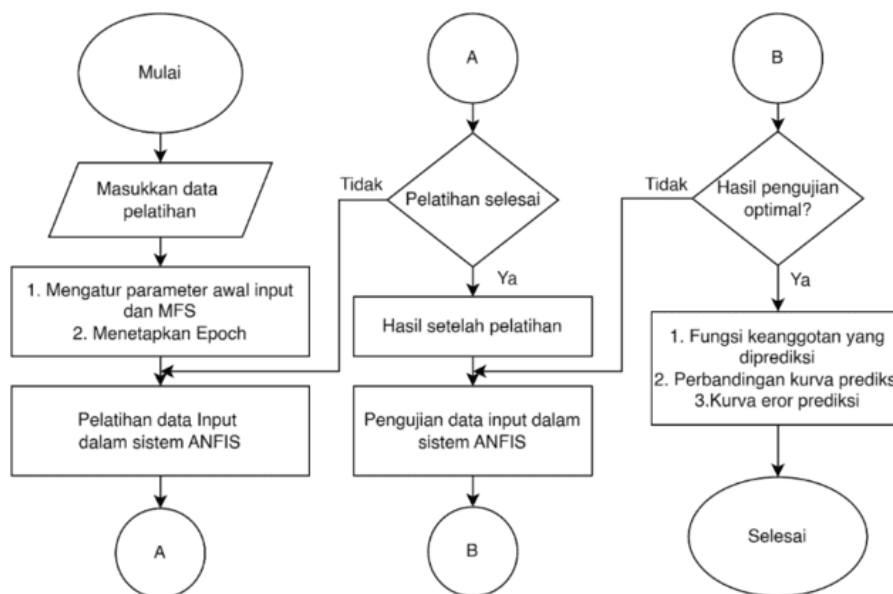
Gambar 2 Diagram Kerja System Mesin *E-FILL*

### 3.3 Diagram Alir Sistem ANFIS

Dalam penelitian ini, metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) digunakan untuk memprediksi waktu *maintenance* yang optimal pada mesin *e-fill*. ANFIS merupakan kombinasi metode logika *fuzzy* dan jaringan saraf tiruan yang bersifat adaptif. Adaptivitas pada metode ANFIS ditunjukkan dengan kemampuannya untuk belajar dan menyesuaikan parameter parameter model berdasarkan pola data latih. Pada penelitian ini, model ANFIS dilatih menggunakan data historis parameter operasional mesin *e-fill* seperti *performance*, *quality*, dan *availability*.

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 makin banyaknya data historis yang disajikan untuk pelatihan model. Kemampuan inilah yang menunjukkan sifat adaptif dari metode ANFIS dalam penelitian ini. Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir prediksi ANFIS.

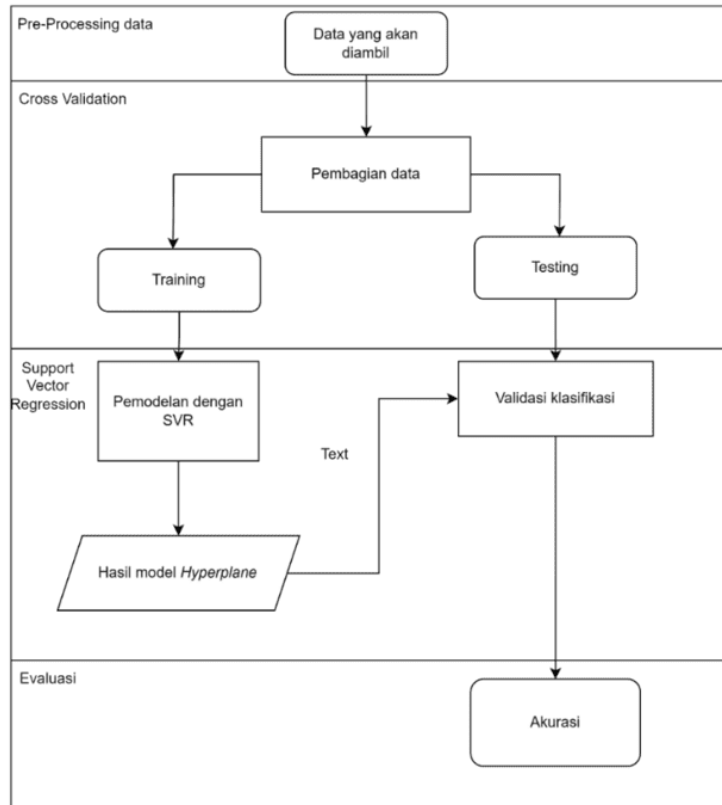


Gambar 3 Diagram Alir Sistem ANFIS

### 3.4 Diagram Alir Sistem SVR

Gambar 4 merupakan suatu diagram alir sistem dengan cara seluruhnya atau keseluruhan. Tahap pertama adalah preprocessing data, dan preprocessing data adalah sebuah proses yang dilakukan untuk mengubah data asli menjadi data yang lebih berkualitas dan lebih cocok untuk digunakan sebagai input yang baik untuk system. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari proses kerja mesin *E-FILL*. Pada tahap *preprocessing* akan

dilakukan normalisasi data, data awal akan diubah menjadi bentuk yang dibutuhkan dan kemudian dikelompokkan untuk diolah. Tahap ini juga mencakup proses seleksi atau pemilihan data yang selanjutnya akan digunakan sebagai input pada pemrosesan data.



**Gambar 4** Diagram Alir Sistem SVR

Selanjutnya, implementasi algoritma *Support Vector Regression* dan *cross validation*. *Cross validation*, juga dikenal sebagai estimasi rotasi, membagi data ke dalam dua kelompok, kelompok data *training* atau data latihan dan kelompok *Testing* atau data uji. Data *training* adalah data yang digunakan untuk mengajar atau melatih algoritma, sedangkan data tesiting adalah data yang digunakan untuk menguji atau menguji algoritma. Pada awalnya, data yang diterima akan diproses melalui pelatihan atau *training* data. Setelah selesai melalui proses pelatihan, data yang diuji akan diubah menjadi data pelatihan dan sebaliknya. Untuk mendapatkan model *hyperplane*, data pelatihan akan melalui proses pemodelan klasifikasi menggunakan *support vector regression*. Setelah itu, model ini akan diterapkan pada data pengujian. Terakhir, evaluasi dilakukan dengan penghitungan akurasi.

### 3.5 Perancangan Mesin *E-fill*

Berdasarkan Gambar 5 Plant sortir botol terdiri dari 2 sensor *photoelectric* untuk membedakan *good* atau *bad product* dan sebagai *trigger* untuk menyalakan *rejector*, Flow sensor untuk menentukan pengisian cairan kedalam botol, aktuator solenoid *type push pull* untuk *reject bad product*. Plant ini juga dilengkapi *push button* untuk mengontrol jalannya konveyor dan lamp indicator untuk indikasi dari konveyor. Untuk botol berwarna bening

diindikasikan sebagai *good product* dan botol berwarna hitam diindikasikan sebagai *bad product* ke botol.



Gambar 5 Mesin *e-fill*

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Pengambilan Data

Untuk pengambilan data pada mesin *e-fill* secara real-time setiap hari, mesin ini dilengkapi dengan sensor Photo Electric yang menghitung jumlah botol yang diproses. Sensor Photo Electric ini bekerja dengan mendeteksi setiap botol yang melewati titik tertentu di jalur produksi. Setiap kali botol melewati sensor, sinyal dikirim ke sistem pengumpulan data yang mencatat peristiwa tersebut.

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
---	---	---	---	-------	------	-------	---	---

---

**Tabel 1** Pengumpulan data per RPM

Berdasarkan tabel 1 penulis menggunakan rumus OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) sebagai perhitungan dari data yang telah diperoleh. Serta data setiap RPM diambil sebanyak 27 kali.

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

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

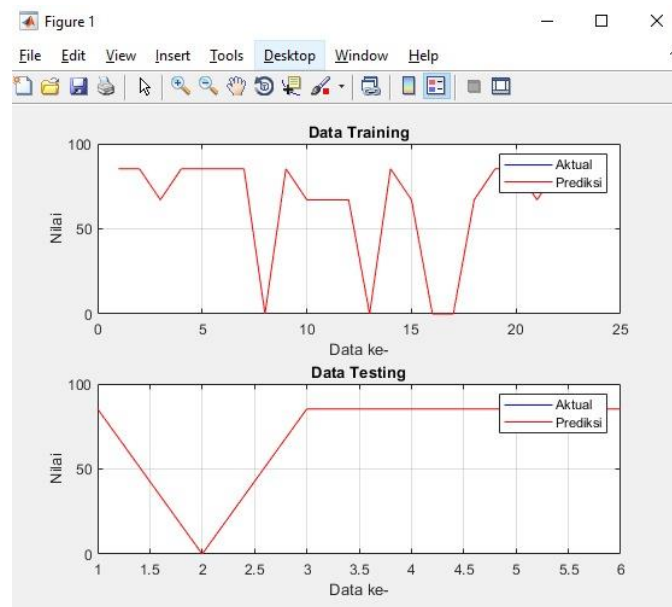
$$Performance = \frac{Ideal\ Production\ Time \times Total\ Count}{Operating\ Time} \quad (3)$$

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

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

#### 4.2 Pemodelan ANFIS RPM 2000

Gambar 6 menunjukkan proses pelatihan ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) menggunakan MATLAB. Subplot pertama menampilkan hasil data pelatihan dengan garis biru untuk nilai aktual dan garis merah untuk nilai prediksi, sedangkan subplot kedua menunjukkan hasil data pengujian dengan garis biru untuk nilai aktual dan garis merah untuk nilai prediksi. RMSE untuk data pelatihan adalah 0.000003, yang menunjukkan bahwa model cukup baik dalam memprediksi data pelatihan, namun RMSE untuk data pengujian adalah 0.0001, menunjukkan kesalahan yang lebih besar pada data pengujian dibandingkan data pelatihan. Ini bisa menjadi indikasi adanya *overfitting*. Selain itu, juga ditampilkan jumlah data pelatihan dan pengujian serta persentase masing-masing dari total data. Gambar ini secara keseluruhan menunjukkan bagaimana ANFIS telah digunakan untuk memodelkan dan memprediksi data, dengan hasil pelatihan yang cukup baik tetapi kesalahan yang lebih besar pada data pengujian. Gambar 6 menunjukkan proses pelatihan ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*)

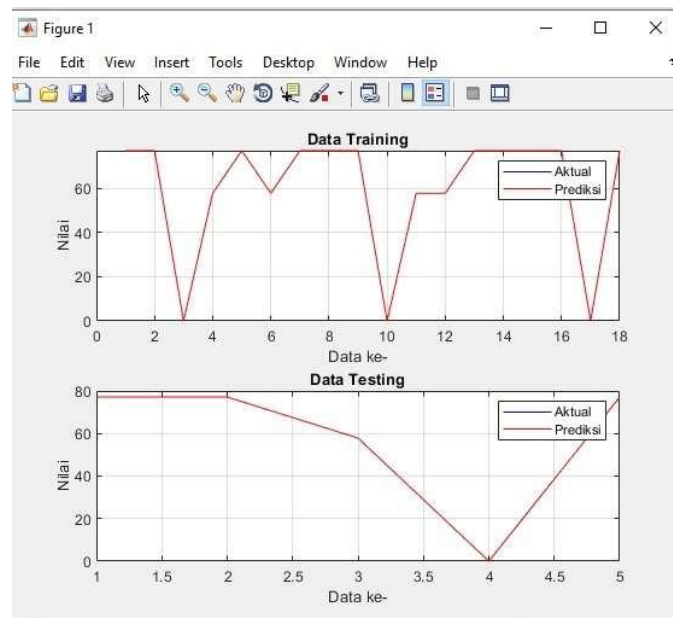


**Gambar 6** Grafik Hasil Pengolahan pada matlab RPM 2000

Garis warna biru (nilai aktual) pada data *training* dan data *testing* tidak tampak dikarenakan hasil prediksi memiliki kesamaan nilai dengan aktualnya.

### 4.3 Pemodelan ANFIS RPM 2500

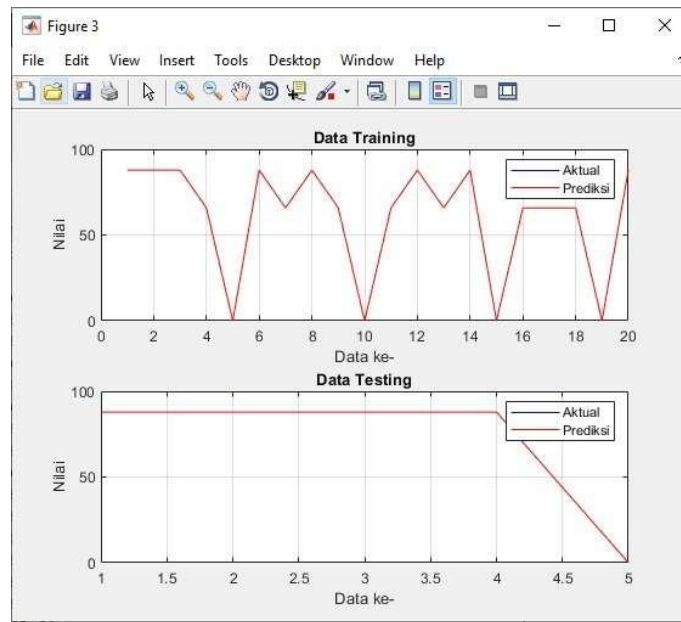
Pada gambar 7 terdapat dua plot. Plot pertama berjudul *Data Training* menunjukkan perbandingan antara data aktual (tidak ada garis yang terlihat) dan data prediksi (garis merah) selama proses *training*. Terlihat bahwa data prediksi mengalami fluktuasi yang cukup besar, tetapi cenderung mendekati nilai aktual di beberapa titik. Plot kedua, berjudul "*Data Testing*", memperlihatkan perbandingan antara data aktual (garis biru) dan data prediksi (garis merah) selama proses *Testing*. Di sini, terlihat bahwa data prediksi lebih stabil dan mendekati data aktual meskipun masih ada perbedaan di beberapa titik. Memberikan informasi lebih rinci tentang performa model prediksi. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) minimal selama *training* adalah 0.000006, menunjukkan bahwa model sangat akurat selama fase *training*. Namun, nilai RMSE selama *Testing* adalah 0.0001, yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara prediksi dan nilai aktual pada data *Testing*.



**Gambar 7** Grafik Hasil Pengolahan pada matlab RPM 2500

#### 4.4 Pemodelan ANFIS RPM 3000

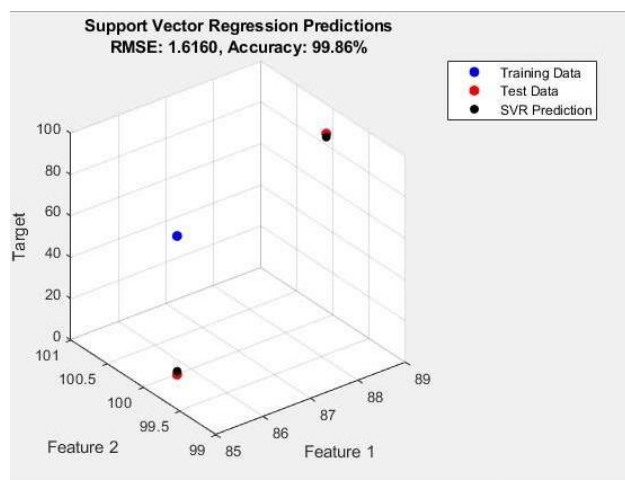
Gambar di atas menunjukkan dua plot hasil analisis model prediksi menggunakan ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*). Plot pertama, berjudul "Data Training", menunjukkan perbandingan antara data aktual (garis biru) dan data prediksi (garis merah) selama proses *training*. Terlihat bahwa data prediksi mengalami fluktuasi yang signifikan dan kadang-kadang sangat berbeda dengan data aktual. Plot kedua, berjudul "Data Testing", memperlihatkan perbandingan antara data aktual (garis biru) dan data prediksi (garis merah) selama proses *Testing*. Di sini, terlihat bahwa data prediksi juga mengalami fluktuasi, tetapi mendekati nilai aktual di beberapa titik. Gambar ini juga memberikan informasi lebih rinci tentang performa model prediksi. Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) minimal selama *training* adalah 0.000006, menunjukkan bahwa model sangat akurat selama fase *training*. Nilai RMSE selama *Testing* adalah 0.0001, yang berarti prediksi model mendekati nilai aktual pada data *Testing* dengan akurasi yang tinggi. Total data yang digunakan adalah 20 untuk *training* (80.00%) dan 5 untuk *Testing* (20.00%).



**Gambar 8** Grafik Hasil Pengolahan pada matlab RPM 3000

#### 4.5 Pemodelan SVR RPM 2000

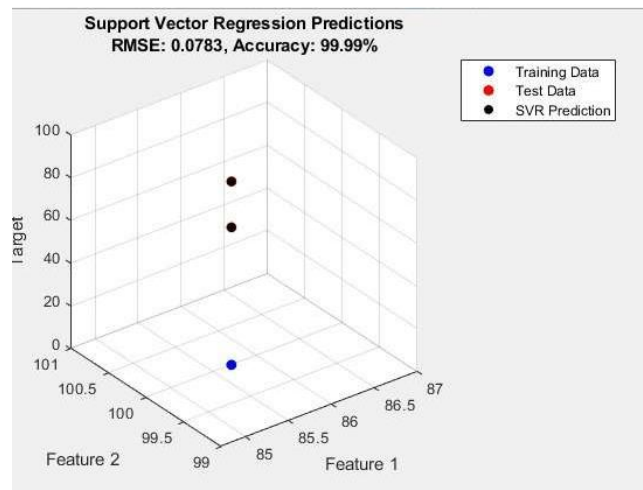
Gambar 9 adalah plot tiga dimensi yang menunjukkan hasil prediksi SVR dalam ruang fitur. Pada sumbu vertikal adalah target nilai, sedangkan dua sumbu horizontal adalah fitur 1 dan fitur 2. Titik-titik merah mewakili data uji, titik-titik biru mewakili data pelatihan, dan titik-titik hitam mewakili prediksi SVR. Teks di atas grafik menunjukkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebesar 1.6160 dan akurasi prediksi sebesar 99.86%. Dari plot ini terlihat bahwa prediksi SVR (titik hitam) sangat dekat dengan data uji (titik merah), menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi data yang tidak terlihat selama pelatihan dengan akurasi yang sangat tinggi.



**Gambar 9** Hasil Pemodelan SVR RPM 2000

#### 4.6 Pemodelan SVR RPM 2500

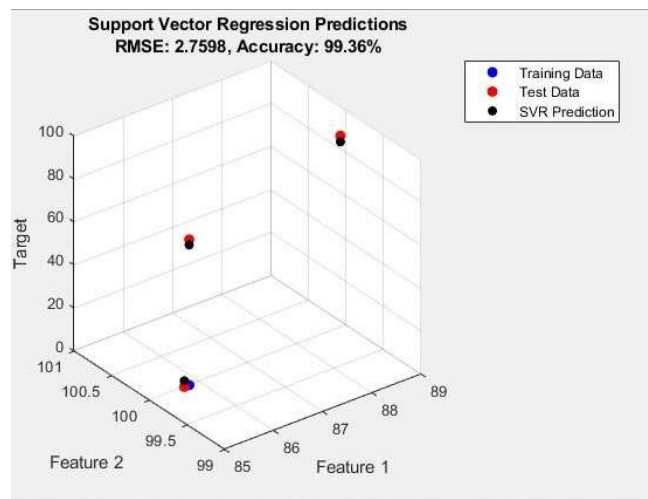
Gambar 10 adalah plot tiga dimensi yang menunjukkan hasil prediksi SVR dalam ruang fitur. Pada sumbu vertikal adalah target nilai, sedangkan dua sumbu horizontal adalah fitur 1 dan fitur 2. Titik-titik merah mewakili data uji, titik-titik biru mewakili data pelatihan, dan titik-titik hitam mewakili prediksi SVR. Teks di atas grafik menunjukkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebesar 0.0783 dan akurasi prediksi sebesar 99.99%. Dari plot ini terlihat bahwa prediksi SVR (titik hitam) sangat dekat dengan data uji (titik merah), menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi data yang tidak terlihat selama pelatihan dengan akurasi yang sangat tinggi.



**Gambar 10** Hasil Pemodelan SVR RPM 2500

#### 4.7 Pemodelan SVR RPM 3000

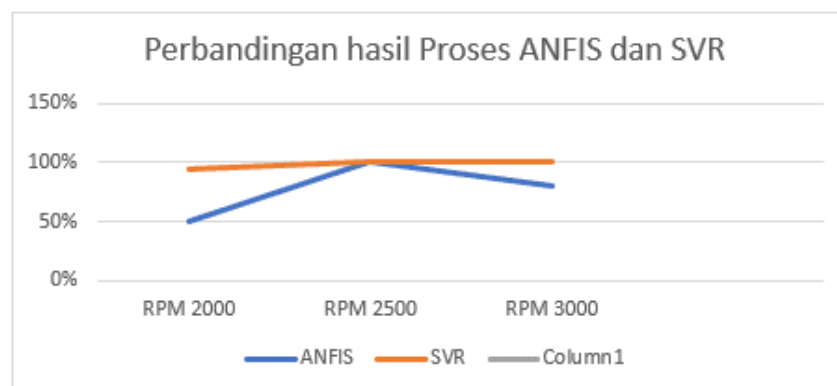
Gambar 11 adalah plot tiga dimensi, menunjukkan hasil prediksi SVR dalam ruang fitur. Sumbu vertikal adalah target nilai, sedangkan dua sumbu horizontal adalah fitur 1 dan fitur 2. Titik-titik merah mewakili data uji, titik-titik biru mewakili data pelatihan, titik-titik hitam mewakili prediksi SVR. Teks di atas grafik menunjukkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebesar 2.7598 dan akurasi prediksi sebesar 99.26%. Dari plot ini terlihat bahwa prediksi SVR (titik hitam) sangat dekat dengan data uji (titik merah), menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi data yang tidak terlihat selama pelatihan dengan akurasi tinggi.



**Gambar 11** Hasil Pemodelan SVR RPM 3000

#### 4.8 Hasil Perbandingan ANFIS dan SVR

Perbandingan antara metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) dan SVR (*Support Vector Regression*) menunjukkan perbedaan dalam pendekatan dan aplikasi. ANFIS menggabungkan kemampuan jaringan saraf tiruan dengan logika *fuzzy*, sehingga sangat baik dalam menangani data yang tidak pasti dan non-linear. Di sisi lain, SVR, yang berbasis pada teori kernel, unggul dalam menangani data berdimensi tinggi dan mengelola outlier dengan efektif. Kedua metode ini memiliki kekuatan dalam berbagai konteks aplikasi, tergantung pada karakteristik data dan kebutuhan analisis. ANFIS menawarkan fleksibilitas dalam pemodelan yang dapat belajar dari data, sementara SVR menawarkan kesederhanaan dalam implementasi dan efisiensi komputasi. Pilihan antara keduanya sering kali didasarkan pada kebutuhan spesifik dari proyek yang sedang dikerjakan. Gambar 12 merupakan perbandingan hasil pengolahan data ANFIS dan SVR.



**Gambar 12** Perbandingan Hasil ANFIS dan SVR

Berdasarkan gambar 12 menunjukkan bahwa Metode *Support Vector Regression* (SVR) memiliki rata-rata Accuracy yang lebih tinggi yaitu 91,67% (rata-rata pengujian RPM 2000, RPM 2500, dan RPM 3000), dibandingkan dengan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference*

*System* (ANFIS) yang memiliki rata-rata Accuracy sebesar 68,33% (rata-rata pengujian RPM 2000, RPM 2500, dan RPM 3000).

#### 4. Kesimpulan

Perancangan Prediksi *Maintenance* dengan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dan *Support Vector Reggresion* telah dirancang. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kedua metode dapat digunakan untuk memprediksi pemeliharaan mesin *e-fill*. Setelah dilakukan pengujian dengan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dan *Support Vector Reggresion* terhadap beberapa data yang telah diambil akurasi tertinggi adalah 100% menggunakan metode *Support Vector Reggersion*, dengan mendapat hasil akurasi 100% sebanyak tiga kali saat pengolahan data. Dari hasil perhitungan perbandingan dapat disimpulkan bahwa metode *Support Vector Regression* (SVR) memiliki rata-rata Accuracy yang lebih tinggi, yaitu 91,67%, dibandingkan dengan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang memiliki rata-rata Accuracy sebesar 68,33%. Hal ini menunjukkan bahwa SVR lebih akurat dalam memprediksi waktu pemeliharaan pada mesin *e-fill* di berbagai tingkat RPM.

#### Ucapan terima kasih

Penulis ucapkan terimakasih atas dana hibah dari PPNS melalui skema B penelitian DIPA 2024 sebagai luaran wajib.

#### Daftar Pustaka

- Aprilia Hardiyanti, S., Shofiyah, Q., Teknik Sipil, J., Negeri Banyuwangi, P., & Raya Jember, J. K. (2020a). 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).
- Aprilia Hardiyanti, S., Shofiyah, Q., Teknik Sipil, J., Negeri Banyuwangi, P., & Raya Jember, J. K. (2020b). 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. <https://doi.org/10.31154/cogito.v9i2.513.252-265>
- Bob Anthony, M. (2021). Analisis Penyebab Kerusakan Unit Pompa Pendingin AC dan Kompresor menggunakan Metode FMEA. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 5–13. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v11i1.24>
- Cahyono, R. E., Sugiono, J. P., & Tjandra, S. (2019). Analisis Kinerja Metode *Support Vector Regression* (SVR) dalam Memprediksi Indeks Harga Konsumen. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 1(2), 106–116. <https://doi.org/10.35746/jtim.v1i2.22>
- Fauziah. (2022). *Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa* (Vol. 4, Issue 1).

- Patrick. (2023, August 8). *Mengenal Apa Itu Mesin Filling Beserta Fungsi Dan Jenisnya*. Tanindo.
- Qadri, L. (2024). *Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Algoritma Support Vector Regression* [Universitas Hasanuddin]. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/32395/>
- Safira, L., Misdrum, M., Sani, D. A., Informatika, J., & Informasi, F. T. (2021). *Safira, Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Perokok Aktif Dan Perokok Pasif Dengan Menggunakan Metode ANFIS 9 Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Perokok Aktif Dan Perokok Pasif Dengan Menggunakan Metode ANFIS*.
- Sopiandi, I., & Putri Rahayu, D. (2023). Pembuatan Analisa Prediksi Harga Tembakau Pada Desa Mekarwangi Dan Darmawangsi Untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Menggunakan Algoritma C 4.5. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 2207–2213. <https://doi.org/10.31949/jb.v4i3.5279>
- 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. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3073862>
- Suprayogi, D., & Pardede, H. F. (2022). *Support Vector Regression* Dalam Prediksi Penurunan Jumlah Kasus Penderita Covid-19. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(2), 63–70.
- Tao, Y., Zhenyu, L., Zhichao, H., Chunrong, R., Yuanyuan, W., Xin, H., Jie, W., Mengliang, L., Qiubai, D., Khan, K., Zhongyuan, L., Shuzhen, L., Feng, L., & Xiaoling, F. (2020). Mechanical and microstructure of magnesium potassium phosphate cement with a high concentration of Ni(II) and its leaching toxicity. *Construction and Building Materials*, 245, 118425. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118425>
- Zhu, T., Luo, W., Bu, C., & Ning, H. (2020). Making use of observable parameters in evolutionary dynamic optimization. *Information Sciences*, 512, 708–725. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.10.024>
- Zulmawati, W. S., Amalita, N., Syafriandi, S., & Salma, A. (2023). Bitcoin Price Prediction Using Support Vector Regression. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 1(5), 488–495. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol1-iss5/121>