

## PREDIKSI EFISIENSI MESIN DENGAN KECERDASAN BUATAN

Mad Yandi<sup>1</sup>, Muhammad Nizam<sup>2</sup>, Ubaidillah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sarjana – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup>Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

---

### **Keywords :**

*Artificial Intelligence  
 Artificial Neural Network  
 Support Vector Machine  
 Efficiency Prediction  
 Backpropogation  
 Radial Basis Function*

### **Abstract :**

*The aim of this research is to determine the engine efficiency by using artificial intelligence. The artificial intelligence used for this study is Artificial Neural Network and Support Vector Machine. In ANN, algorithm that is used is Radial Basis Function and Backpropogation whereas in SVM algorithm that used is Radial Basis Function kernel. Data used for the study is a test result from Prius 1.5L engine with 144 number of data which 120 of them is used as training and 24 of them is used for testing. The parameter that were used are torque, speed(RPM) and efficiency. The analysis show that the result of the testing approached the actual calculation with correlation 0.9664(RBF), 0.9979(Backpropogation) and 0.9836(RBF kernel). Computational time for each algorithm are 9.354s(RBF), 263.44s(Backpropogation) and 2.1994(RBF kernel).*

---

## 1. PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan adalah suatu ilmu pengetahuan dimana komputer diprogram untuk menyelesaikan masalah menurut penalaran manusia. Dengan kata lain, komputer diprogram untuk berpikir layaknya manusia. Dengan cara menyederhanakan program, kecerdasan buatan dapat menirukan proses belajar manusia sehingga informasi baru dapat diserap dan digunakan sebagai acuan pada masa-masa yang akan datang. Teknik yang digunakan dalam kecerdasan buatan memungkinkan dibuatnya sebuah program yang setiap bagiannya mengandung langkah-langkah independen dan dapat diidentifikasi dengan baik untuk dapat memecahkan sebuah atau sejumlah masalah.

Kecerdasan buatan pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950-an dimana waktu itu para ilmuwan dan peneliti mulai memikirkan bagaimana mesin dapat bekerja menurut nalar manusia. Pada tahun 1956, professor dari Massachusetts Institute of Technology bernama John McCarthy memunculkan konsep kecerdasan buatan pada Dermouth Conference. Pada konferensi tersebut didefinisikan konsep utama dari kecerdasan buatan yaitu mengetahui dan memodelkan proses-proses berfikir manusia dan mendesain mesin agar dapat meniru kelakuan manusia tersebut.

Beberapa program kecerdasan buatan yang mulai dibuat pada tahun 1958-1966, antara lain :

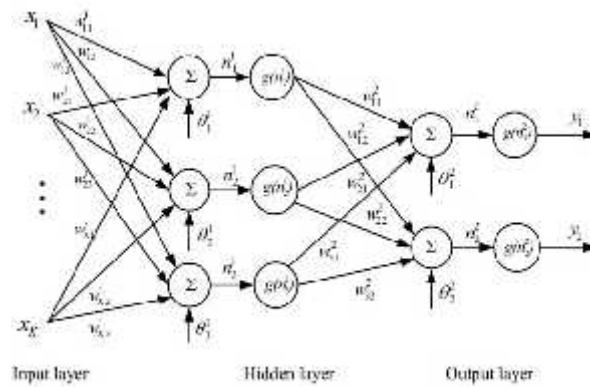
- a. Logic Theorist, diperkenalkan pada Dermouth Conference, program ini dapat membuktikan teorema-teorema matematika.
- b. Sad sam, diprogram oleh Robert K. Lindsay (1960). Program ini dapat mengetahui kalimat-kalimat sederhana yang ditulis dalam Bahasa Inggris dan mampu memberikan jawaban dari fakta-fakta yang didengar dalam sebuah percakapan
- c. ELIZA, diprogram oleh Joseph Weinzenbaum(1967). Program ini mampu melakukan terapi terhadap pasien dengan memberikan beberapa pertanyaan.

Dalam penelitian ini kecerdasan buatan akan dimanfaatkan untuk memprediksi efisiensi mesin. Jenis kecerdasan buatan yang digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan dan *Support Vector Machine*. Dari penelitian ini akan didapat sebuah *error* rata-rata dan korelasi nilai yang dihasilkan dari nilai sebenarnya dari setiap jenis kecerdasan buatan sehingga dapat diketahui jenis kecerdasan buatan mana yang paling baik.

## 2. METODE PENELITIAN

Algoritma yang digunakan dalam memprediksi efisiensi mesin adalah jenis *Backpropogation*, Radial (*Neural Network*) dan RBF kernel (*Support Vector Machine*). Jaringan saraf tiruan menirucara kerja jaringan saraf manusia. Jaringan saraf juga memiliki neuron yang terhubung melalui *layer* dengan bobot tertentu.

Informasi atau input yang telah diberikan bobot akan dilewatkan pada lapisan-lapisan tempat dimana input-input tersebut diproses. Input-input yang telah diproses tersebut akan menghasilkan sebuah output.. Jaringan saraf tiruan menyelesaikan masalah melalui proses belajar atau *training* dari contoh-contoh. Sebagai tanggapan atas pola masukan-sasaran yang disajikan tersebut, jaringan akan menyesuaikan nilai bobotnya. Jika pelatihan telah berhasil, bobot-bobot yang dihasilkan selama pelatihan jaringan akan memberikan tanggapan yang benar terhadap masukan yang diberikan.

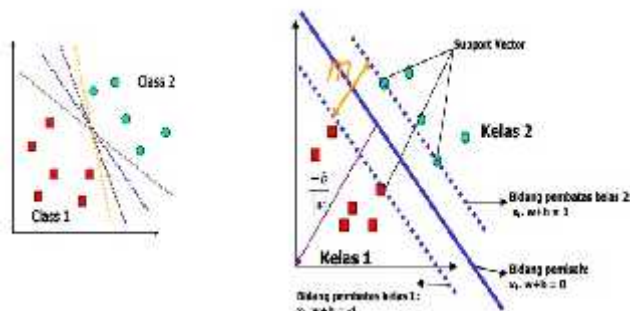


Gambar 2.1. Skema Neural Network

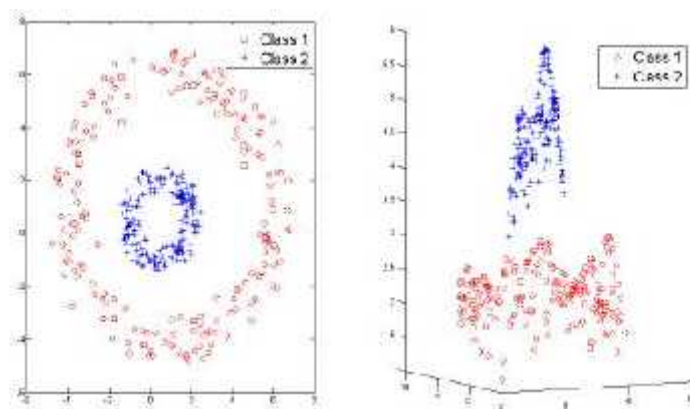
Keterangan gambar 2.1:

- $x_n$  = input
- $w_{ij}$  = bobot
- $\theta_j$  = bias
- $n_n$  = jumlah input
- $y_n$  = output

Support Vector Machine merupakan teknik untuk memprediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi. Support Vector Machine pada dasarnya berusaha menemukan atau membentuk sebuah hyperplane atau garis pemisah dari 2 kelas berbeda. Berbagai alternatif hyperplane ditunjukkan pada gambar 2.1. Hyperplane terbaik dapat ditemukan dengan mengukur margin hyperplane dari titik maksimalnya. Margin adalah jarak hyperplane dengan data paling dekat dengan hyperplane.



Gambar 2.2. Algoritma Support Vector Machine



Gambar 2.3. Fungsi kernel yang mengubah dimensi bidang.

Pada kenyataannya sangatlah sulit menemukan data yang dapat dipisahkan secara linier. Dalam hal ini support vector machine menggunakan kernel untuk mengubah dimensi bidang sehingga data dapat dipisahkan.

**Perhitungan Data**

1. Korelasi

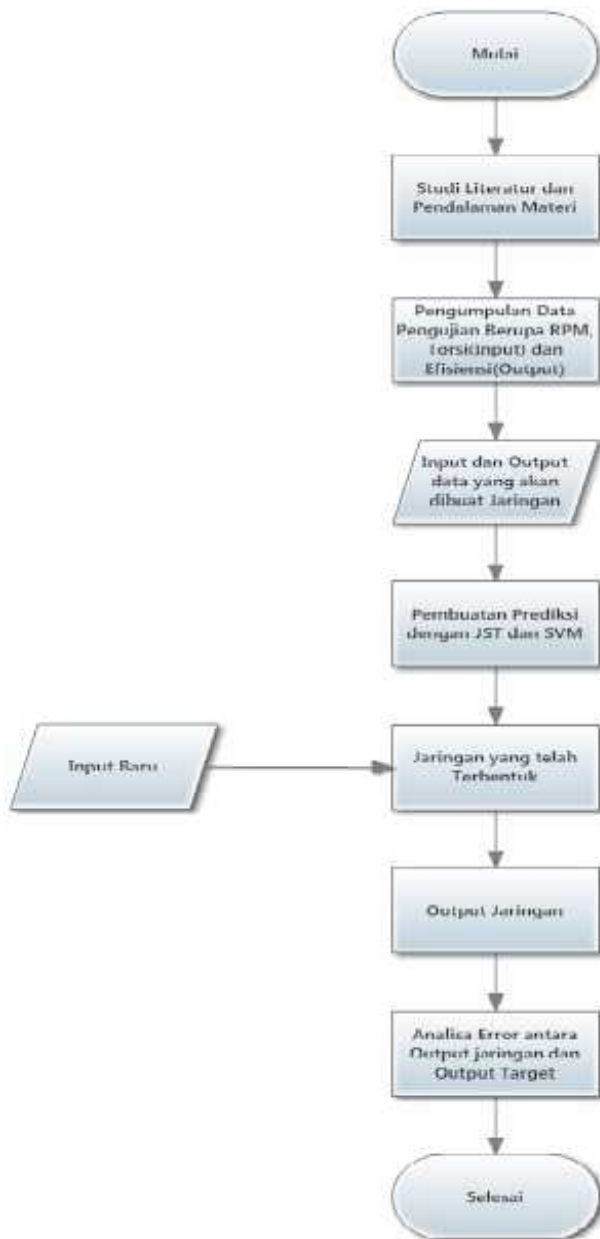
Korelasi antara output jaringan dan output target, dapat dihitung dengan persamaan:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^M (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^M (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (1)$$

2. Error

Error antara output jaringan dan output target, dapat dihitung dengan persamaan:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^M (error)_i}{M} \quad (2)$$

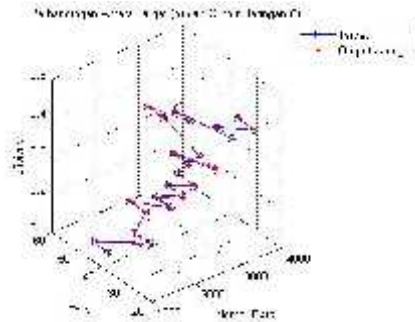


Gambar 2.4. Flow chart penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut akan dijabarkan hasil dari setiap algoritma.

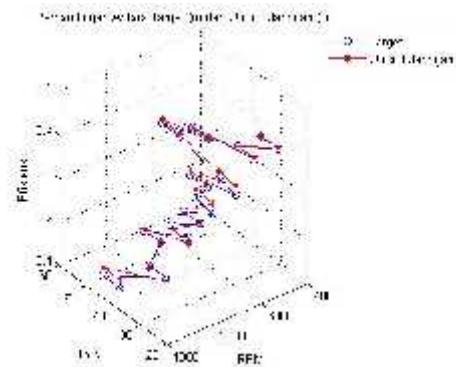
#### 3.1 Backpropogation



Gambar 3.1. Grafik perbandingan output pada jaringan *backpropogation*

Waktu komputasi adalah 263,448376 seconds. Dari grafik diatas, *error* terkecil sebesar 0,0270% sedangkan *error* terbesar adalah 2,5205%. Rata-rata selisih sebesar 0,7781%. *Error* rata-rata jaringan *backpropogation* lebih kecil dibandingkan dengan jaringan Radial sehingga algoritma ini masih dapat diterima. Korelasi antara output target dan output jaringan adalah 0,997993.

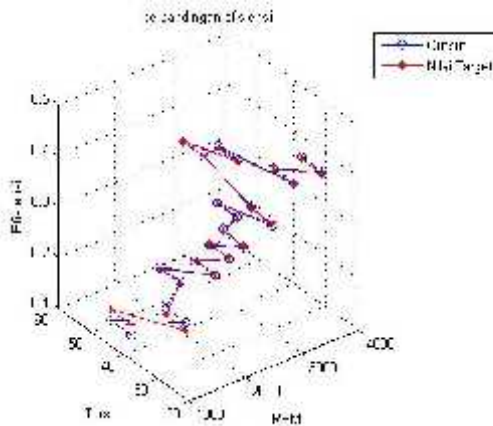
#### 3.2 Radial



Gambar 3.2. Grafik perbandingan output pada jaringan radial

Waktu komputasi untuk algoritma fungsi berbasis radial adalah 9,354332 seconds. Dari grafik diatas didapatkan nilai selisih maksimum sebesar 13,2266% sedangkan nilai selisih terkecil pada persentase 0,067%. Sedangkan *error* rata-rata adalah 3,3807%. *Error* ini cukup kecil dan masih dapat ditolerir sehingga algoritma ini masih dapat digunakan. Korelasi antara output target dan output jaringan adalah 0,966429.

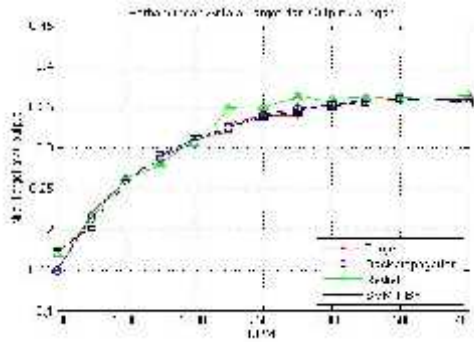
#### 3.3 Support Vector Machine RBF kernel



Gambar 3.3. Grafik perbandingan output pada jaringan *Support Vector Machine*

Waktu komputasi adalah 2,194400 seconds. Dari gambar 3.3 dapat dilihat *error* terbesar terdapat pada titik 2 yaitu sebesar 14,9791% sedangkan *error* terkecil ada pada titik 21 yaitu sebesar 0,003%. *Error* rata-rata adalah 2,4024%. *Error* pada jenis SVM RBF kernel masih kecil sehingga algoritma ini juga masih bisa untuk dipakai. Korelasi antara output target dan output jaringan adalah 0,983663.

3.4 Perbandingan tiap algoritma



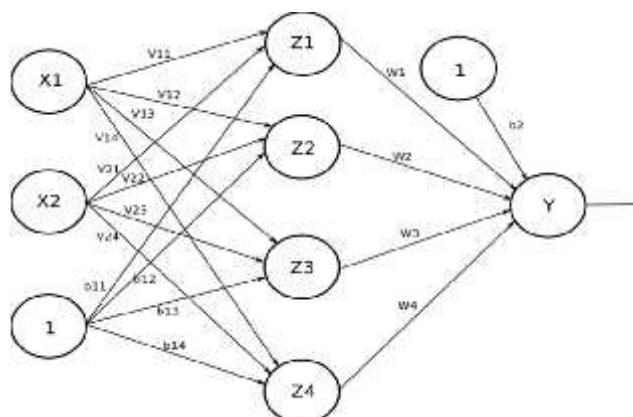
Gambar 3.4. Perbandingan Output Semua Jaringan Dengan Output Target

Gambar 3.4 menunjukkan perbandingan semua jaringan dengan output yang target. Dari gambar tersebut terlihat bahwa jaringan *backpropogation* memiliki output jaringan yang paling mendekati dengan output yang sebenarnya. Perbandingan *error*, korelasi dan waktu komputasi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Perbandingan Hasil Dari Jenis Jaringan

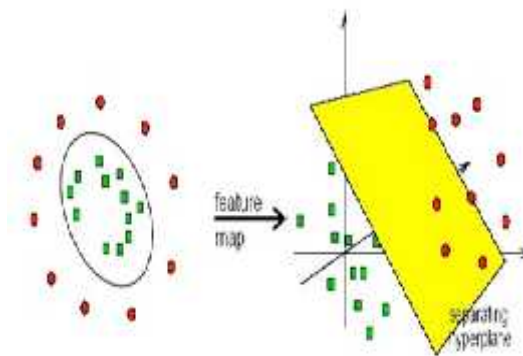
Jenis jaringan	Error(%)	Korelasi	Waktu komputasi
Radial	3,3807	0,9664	9,354 s
<i>Backpropogation</i>	0,7781	0,9979	263,44 s
SVM RBF kernel	2,4024	0,9836	2,1994 s

Dari tabel 3.1 dapat dilihat bahwa waktu komputasi Jaringan Syaraf Tiruan lebih lama dibandingkan dengan waktu komputasi pada *Support Vector Machine*. Hal ini karena pada Jaringan Syaraf Tiruan lapisan input diproses oleh semua lapisan tersembunyi dan menggunakan metode *fitting point* yang artinya setiap input diproses oleh setiap lapisan tersembunyi dan adanya perbaikan nilai bobot agar mencapai nilai target yang diinginkan. Hal ini menyebabkan waktu yang diperlukan untuk memproses input menjadi lama. Ilustrasi dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Artificial Neural Network

Pada kecerdasan *Support Vector Machine*, inputan dinyatakan dalam sebuah bidang dan pengklasifikasian data akan dilakukan dengan membentuk sebuah *hyperplane* seperti ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. *Hyperplane* pada *Support Vector Machine*

Waktu komputasi pada SVM jauh lebih cepat karena *hyperplane* memisahkan data langsung dalam sebuah bidang. Dalam SVM, proses pengklasifikasian dilakukan dengan metode *fitting space* yaitu data disebar pada sebuah bidang kemudian langsung dipisah menggunakan *hyperplane*. Hal ini menyebabkan waktu komputasi pada SVM menjadi lebih cepat.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan mengenai prediksi menggunakan *Neural Network* dan *Support Vector Machine*, dapat diambil beberapa kesimpulan

1. Nilai efisiensi yang didapat melalui *neural network* dan SVM memiliki selisih dengan efisiensi target.
2. *Error* prediksi efisiensi mesin rata-rata pada RBF adalah 3.3807%. *Error* rata-rata pada jaringan Backpropogation adalah 0.7781%. *Error* rata-rata pada jaringan SVM adalah 2.4024%.
3. Waktu komputasi pada jaringan Radial adalah 9.354 s. Pada jaringan *Backpropogation* adalah 263.44 s. Pada SVM RBF *kernel* adalah 2.1994s.
4. SVM mempunyai waktu komputasi yang lebih cepat dibandingkan dengan *Neural Network*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B., 2006, *Diktat Mata Kuliah Kecerdasan Buatan*, Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Brabanter, K.D. *et al*, 2001, *Ls-Svmlab Toolbox User's Guide Version 1.8*, Department of Electrical Engineering Katholieke Universiteit Leven, Belgium
- Deng, J., Stobart, R., dan Maass, B., 2011, *The Applications of Artificial Neural Networks to Engines*, Artificial Neural Networks - Industrial And Control Engineering Applications, Prof. Kenji Suzuki (Ed.), ISBN: 978-953-307-220-3, in tech
- Janakiraman, V.M., Nguyen, X., dan Assanis, D., 2013, *Nonlinier Identification Of A Gasoline HCCI Engine Using Neural Network Coupled With Principal Component Analysis*, El Savier: Applied Science computing, 13(2013) 2375-2389
- Jayusman, Y., 2012, *Pengantar Artificial Intelligence*, Sekolah Tinggi Matematika Dan Ilmu Komputer, Bandung
- Koivo, N.H., 2008, *Neural Networks: Basics Using Matlab Neural Network Toolbox*.
- Kristanus, S., 2007, *Tutorial Support Vector Machine*, Teknik Informatika ITB, Bandung
- Winoto, A., 2011, *Prediksi Umur Pahat Dengan Metode Mesin Pendukung (Support Vector Machine)*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS, Surakarta
- Yani, E., 2005, *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*, materikuliaah.com
- Zweiri, Y.H., 2006, *Diesel Engine Indicated Torque Estimation Based On Artificial Neural Networks*, International Journal of Electrical And Computer Engineering, 1:7 2006