
Implementasi Fuzzy Neural Network untuk Peramalan Penjualan Sepeda Motor

(Fuzzy Neural Network Implementation for Motorcycle Sales Forecasting)

Diska Yulia Maisarah¹ *, Sugiyarto²

Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

E-mail: diska1500015017@webmail.uad.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Kata Kunci

Logika Fuzzy
Jaringan Syaraf Tiruan Fuzzy
Peramalan
Multi Layer Perceptron

Keywords

Fuzzy Logic
Fuzzy Neural Network
Forecasting
Multi Layer Perceptron

ABSTRACT

Penelitian ini membahas tentang implementasi Fuzzy Neural Network untuk peramalan penjualan sepeda motor di Cahaya Sakti Motor. Fuzzy Neural Network merupakan salah satu system hybrid yang menggabungkan dua metode yaitu logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan. Metode Fuzzy Neural network yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi logika fuzzy dengan pendekatan Multi Layer Perceptron. Penelitian ini bertujuan mengetahui jumlah penjualan sepeda motor di tahun 2019 berdasarkan data penjualan Januari 2014 hingga Desember 2018. Berdasarkan hasil penelitian, model Fuzzy Neural Network ini cocok digunakan untuk peramalan penjualan sepeda motor, karena nilai MSE yang diperoleh sangat kecil yaitu $9.9924e-06$ untuk data training dan 0.0560 untuk data testing. Adapun hasil peramalan penjualan sepeda motor tahun 2019 di Cahaya Sakti Motor yaitu sebanyak 153 unit pada bulan Januari, 133 unit pada bulan Februari, 114 unit pada bulan Maret, 116 unit pada bulan April, 125 unit pada bulan Mei, 157 unit pada bulan Juni, 120 unit pada bulan Juli, 114 unit pada bulan Agustus, 122 unit pada bulan September, 125 unit pada bulan Oktober, 160 unit pada bulan November, dan 115 unit pada bulan Desember.

This study discusses the implementation of the Fuzzy Neural Network for forecasting motorcycle sales at Cahaya Sakti Motor. Fuzzy Neural Network is a hybrid system that combines two methods, namely fuzzy logic and artificial neural networks. Fuzzy Neural network method used in this research is a combination of fuzzy logic with the Multi Layer Perceptron approach. This study aims to determine the number of motorcycle sales in 2019 based on sales data from January 2014 to December 2018. Based on the research results, the Fuzzy Neural Network model is suitable for forecasting motorcycle sales, because the MSE value obtained is very small, namely $9.9924e-06$ for training data and 0.0560 for testing data. The results of forecasting 2019 motorcycle sales at Cahaya Sakti Motor are 153 units in January, 133 units in February, 114 units in March, 116 units in April, 125 units in May, 157 units in June, 120 units in July, 114 units in August, 122 units in September, 125 units in October, 160 units in November, and 115 units in December.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Pada era globalisasi, system computer berperan penting dalam berbagai kegiatan manusia, baik pada bidang kesehatan, ekonomi, perusahaan, maupun dalam lingkungan masyarakat umum. Salah satu aplikasi computer yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah sehari – hari adalah jaringan syaraf tiruan.

Jaringan syaraf tiruan adalah sebuah kecerdasan buatan seperti kinerja otak manusia dan mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut [1]. Salah satu aplikasi jaringan syaraf tiruan yang banyak digunakan adalah dalam hal peramalan.

Peramalan adalah suatu proses untuk memperkirakan kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang atau jasa berdasarkan data histori yang ada [2]. Pada realitanya, peramalan dilakukan terhadap sesuatu yang belum atau tidak pasti terjadi. Logika fuzzy mempunyai peran yang sangat penting untuk menghadapi kondisi yang tidak pasti[3][4]. Logika fuzzy merupakan suatu kecerdasan buatan yang dapat memberikan toleransi terhadap data yang tidak tepat.

Konsep logika fuzzy lebih sederhana, mudah dimengerti serta memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat, namun tidak mampu memperoleh aturan secara otomatis[5][6][7]. Adapun jaringan syaraf tiruan, mampu mengolah aturan fuzzy dengan proses pembelajaran yang dimilikinya. Akan tetapi, proses pembelajaran ini relative lambat dan analisis jaringan yang terlatih sulit untuk jaringan yang cukup besar.

Berdasarkan kekurangan dan kelebihan yang dimiliki oleh logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan, maka dalam penelitian ini akan menggabungkan kedua metode tersebut, yang dikenal dengan system hybrid. Adapun system hybrid yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Fuzzy Neural Network. Metode Fuzzy Neural Network yang digunakan adalah kombinasi logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan yang akan digunakan untuk peramalan penjualan sepeda motor.

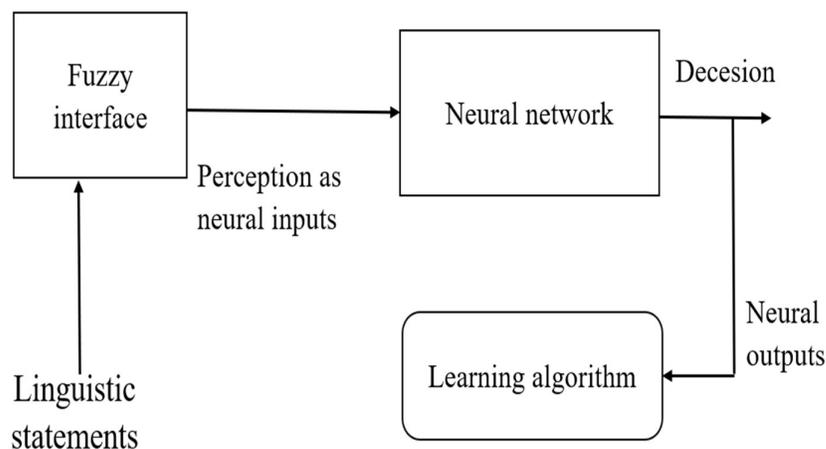


Fig. 1. Arsitektur Fuzzy Neural Network

METODE

1.1 Objek penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan jumlah penjualan sepeda motor Honda dari Januari 2014 hingga Desember 2018 yang diperoleh dari dealer Cahaya Sakti Motor. Data penjualan sepeda motor dapat dilihat pada Tabel.1.

Table 1. Data Penjualan Sepeda Motor Januari 2014 sampai dengan Desember 2018

Bulan	2014 (Unit)	2015 (Unit)	2016 (Unit)	2017 (Unit)	2018 (Unit)
Jan	172	124	159	107	118
Feb	116	100	116	79	97
Mar	124	96	124	73	85
Apr	113	85	96	89	72
Mey	99	109	102	66	81
Jun	123	103	145	77	63
Jul	163	130	108	109	100
Aug	121	117	125	108	131
Sep	277	122	109	135	125
Okt	124	124	111	113	100
Nov	130	115	97	101	98
Dec	97	115	127	124	78

1.2 Logika fuzzy

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 sebagai sarana untuk memanipulasi data yang tidak tepat dan bersifat kabur. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output.

Suatu himpunan fuzzy \tilde{A} , dalam X didefinisikan sebagai himpunan pasangan berurut,

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\} \quad (1)$$

dengan $\mu_{\tilde{A}}(x)$ adalah derajat keanggotaan x dalam \tilde{A} yang memetakan X ke ruang keanggotaan M yang terletak pada rentang $[0,1]$ [8].

1.3 Jaringan syaraf tiruan

Jaringan syaraf tiruan diperkenalkan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943, Hebb pada tahun 1949 memperkenalkan sebuah Teknik pelatihan jaringan syaraf tiruan yang dinamakan Hebbian Rule. Pada tahun 1961 Rosenblatt memperkenalkan jaringan syaraf satu lapis yang diberi nama perseptron dan digunakan untuk pengenalan pola optis.

Jaringan syaraf tiruan adalah salah satu representasi dari otak manusia yang mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut [9]. Penelitian ini menggunakan arsitektur jaringan syaraf dengan banyak lapisan, yang memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan input dan output (memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi). Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada lapisan dengan lapisan tunggal, tentu saja dengan pembelajaran yang lebih rumit. Jaringan syaraf dengan banyak lapisan dapat dilihat pada Gambar. 2.

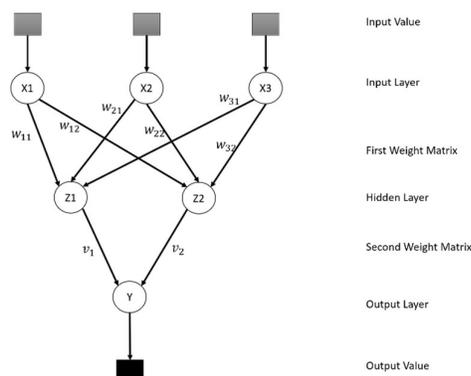


Fig. 2. Jaringan Syaraf dengan Banyak Lapisan

Adapun fungsi aktivasi yang digunakan adalah sigmoid biner. Fungsi sigmoid biner adalah fungsi aktivasi yang digunakan untuk jaringan yang dilatih dengan menggunakan metode backpropagation. Fungsi ini memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Oleh karena itu fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Namun, fungsi ini juga bias digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai outputnya 0 atau 1. Fungsi aktivasi sigmoid biner dapat dilihat pada Gambar. 3.

$$y = \frac{1}{1+e^{\sigma x}} \quad (2)$$

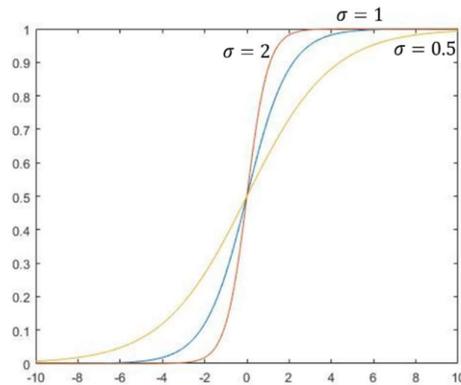


Fig. 3. Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

1.4 Fuzzy neural network

Fuzzy neural network merupakan salah satu system hybrid yang menggabungkan dua metode yaitu logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan. Adapun langkah – langkah dalam fuzzy neural network adalah sebagai berikut :

1. Menentukan himpunan semesta masing – masing variabel
2. Membentuk sebuah himpunan fuzzy masing – masing variabel
3. Menentukan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy. Penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan gauss sebagai berikut :

$$G(x_i; \sigma; c) = e^{-\frac{(x_i-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Dengan x_i adalah data input ke-i, parameter σ merupakan lebar kurva, dan parameter c merupakan nilai domain pada pusat kurva. Fungsi keanggotaan gauss dapat dilihat pada Gambar. 4.

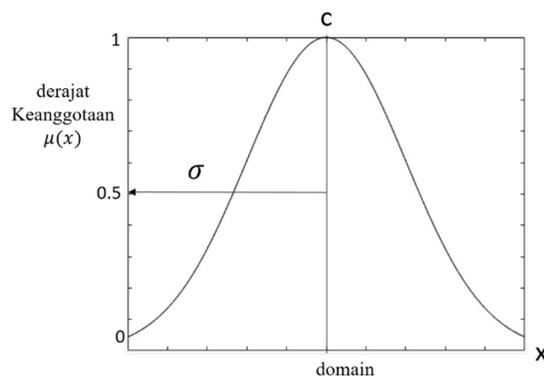


Fig. 4. Grafik Fungsi Keanggotaan Gaussian

4. Menentukan derajat keanggotaan himpunan fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan untuk masing – masing variabel
5. Membentuk jaringan syaraf tiruan :
 - a. Defenisikan matriks input
 - b. Inisialisasi jumlah node pada hidden layer
 - c. Inisialisasi nilai ambang sebagai kondisi berhenti serta menentukan bobot dan bias dari input layer ke hidden layer dan dari hidden layer ke output layer dengan nilai random
 - d. Ulangi langkah – langkah berikut selama kondisi berhenti belum terpenuhi:

Feedforward

- Setiap unit input menerima sinyal input dan meneruskan sinyal tersebut pada hidden layer
- Fungsi aktivasi yang digunakan pada hidden layer adalah sigmoid biner

$$Z_j = \frac{1}{1+e^{-Z_{net_j}}} \quad (4)$$

dengan :

$$Z_{net_j} = \sum_{i=1}^p w_{ij} * G(x_i; \sigma; c) + b_j(5)$$

- Hasil Z_j digunakan untuk menghitung keluaran dari output layer Y_k

$$Y_{net_k} = \sum_{j=1}^q v_{jk} * Z_j + b_k(6)$$

dengan :

$$Y_k = \frac{1}{1+e^{-Y_{net_k}}} \quad (7)$$

- Hasil Y_k dibandingkan dengan nilai target yang diinginkan. Selisih nilai target dengan Y_k adalah nilai error

Backpropagation

- Hitung δ output layer berdasarkan error di Y_k

$$\delta_k = (1 - Y_k^2) * Error \quad (8)$$

- Hitung perubahan bobot v_{jk} dengan learning rate η

$$\Delta v_{jk} = \eta * \delta_k * Z_j(9)$$

- Hitung perubahan bias b_k

$$\Delta b_k = \eta * \delta_k \quad (10)$$

- Nilai error yang diperoleh dikembalikan lagi ke lapisan sebelumnya (hidden layer). Neuron pada lapisan tersebut akan memperbaiki nilai bobot dan biasnya.

$$\delta_k = (1 - Z_j^2) * v_{jk} * \delta_k(11)$$

- Setelah neuron – neuron mendapatkan nilai yang sesuai dengan kontribusinya pada error, maka bobot dan bias jaringan akan diperbaiki agar error dapat diperkecil

$$v_{jk} = v_{jk} + \Delta v_{jk} \quad (12)$$

$$b_k = b_k + \Delta b_k \quad (13)$$

$$w_{ij} = w_{ij} + \Delta w_{ij} \quad (14)$$

$$b_j = b_j + \Delta b_j \quad (15)$$

- Bobot dan bias hasil perbaikan dapat digunakan kembali untuk mengetahui error yang dihasilkan cukup kecil

Keterangan :

Z_j = lapisan tersembunyi ke-j, dengan $j = 1 : q$

w_{ij} = bobot yang menghubungkan neuron pada input ke-I menuju neuron ke-j pada lapisan tersembunyi

x_i = neuron ke-i pada lapisan input, dengan $I = 1 : p$

b_j = bias neuron ke-j pada lapisan tersembunyi

v_{jk} = bobot yang menghubungkan neuron ke-j pada lapisan tersembunyi menuju neuron ke-k pada lapisan output

b_k = bias neuron ke-k pada lapisan output

Y_k = neuron ke-k pada lapisan output, dengan $k = 1 : r$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan penjualan sepeda motor dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy neural network, yaitu kombinasi logika fuzzy dengan pendekatan multi layer perceptron. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengubah data penjualan sepeda motor yang bernilai crisp menjadi bilangan fuzzy. Hal ini dilakukan melalui proses fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan gaussian. Hasil fuzzifikasi dapat dilihat pada Tabel.2.

Table 2. Hasil Fuzzifikasi Data penjualan Sepeda Motor

Bulan	2014 (Unit)	2015 (Unit)	2016 (Unit)	2017 (Unit)	2018 (Unit)
Jan	0.9862	0.7642	0.6065	0.9824	0.8263
Feb	0.7326	0.9460	0.9355	0.8235	1.0000
Mar	0.7827	0.8776	0.9938	0.7278	0.9396
Apr	0.7132	0.6065	0.6065	0.9460	0.7631
Mey	0.6200	0.9978	0.7206	0.6065	0.8952
Jun	0.7766	0.9802	0.8570	0.7930	0.6065
Jul	0.9651	0.6065	0.8256	0.9701	0.9961
Aug	0.7642	0.9147	0.9969	0.9766	0.6065
Sep	0.6065	0.8125	0.8416	0.6065	0.7124
Okt	0.7827	0.7642	0.8718	0.9365	0.9961
Nov	0.8183	0.9460	0.6258	0.9999	0.9996
Dec	0.6065	0.9460	0.9999	0.7930	0.8554

Langkah selanjutnya adalah membangun jaringan syaraf tiruan. Hal yang harus dilakukan adalah menentukan bobot awal jaringan secara random dan menentukan jumlah neuron terbaik pada lapisan tersembunyi berdasarkan nilai akurasi tertinggi dengan cara trial dan error. Berikut ini adalah langkah – langkah dalam menentukan bobot awal jaringan dan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi.

Adapun hasil variasi jumlah neuron lapisan tersembunyi dengan cara trial dan error dapat dilihat pada Tabel.3.

Table 3. Hasil Variasi Jumlah Neuron Pada Lapisan Tersembunyi.

Learning Rate	Jumlah Neuron	Epoch	MSE Training	MSE Testing
0.5	10	5000	5.0870e-05	0.0429
	20	5000	1.5964e-05	0.0967
	30	5000	1.5681e-05	0.0720
	40	5000	1.3070e-05	0.0670
	50	5000	9.9992e-06	0.0575
0.1	10	5000	0.0018	0.0307
	20	5000	1.4910e-05	0.0744
	30	5000	1.8258e-05	0.0600
	40	5000	1.4236e-05	0.0403
	50	5000	9.9962e-06	0.0494
0.01	10	5000	8.8991e-05	0.0873
	20	5000	2.2897e-05	0.0368
	30	5000	1.3030e-05	0.0481
	40	5000	1.6418e-05	0.0782
	50	5000	9.9924e-06	0.0560

Berdasarkan Tabel.3 dapat dilihat bahwa nilai MSE hasil training terendah adalah 9.9924e-06 dengan menggunakan 50 neuron pada lapisan tersembunyi dan nilai learning rate adalah sebesar 0.01 yang akan digunakan untuk proses pembelajaran sehingga menghasilkan output berupa hasil peramalan penjualan sepeda motor. Dengan demikian, pada penelitian ini akan digunakan 12 neuron pada lapisan input, 50 neuron pada lapisan tersembunyi, dan 1 neuron pada lapisan output.

Langkah selanjutnya adalah melakukan proses defuzzifikasi, yaitu proses pemetaan dari himpunan fuzzy kedalam himpunan crisp. Pada penelitian ini, defuzzifikasi merupakan tahap akhir untuk memperoleh hasil peramalan. Adapun hasil peramalan penjualan sepeda motor untuk tahun 2019 menggunakan metode fuzzy neural network dapat dilihat pada Tabel.4.

Table 4. Hasil Peramalan Penjualan Sepeda Motor tahun 2019

Bulan	2019 (Unit)
Jan	153
Feb	133
Mar	114
Apr	116
Mey	125
Jun	157
Jul	120
Aug	114
Sep	122
Okt	125
Nov	160
Dec	115

SIMPULAN

Fuzzy neural network yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kombinasi logika fuzzy dengan pendekatan multilayer perceptron untuk peramalan penjualan sepeda motor. Konsep logika fuzzy digunakan untuk mengubah data crisp menjadi bilangan fuzzy, yang akan digunakan sebagai input pada jaringan syaraf. Arsitektur jaringan pada penelitian ini terdiri atas 12 neuron lapisan input, 50 neuron lapisan tersembunyi, dan 1 neuron pada lapisan output. Hasil peramalan penjualan sepeda motor untuk tahun 2019 adalah 153 unit pada bulan Januari, 133 unit pada bulan Februari, 114 unit pada bulan Maret, 116 unit pada bulan April, 125 unit pada bulan Mei, 157 pada unit pada bulan Juni, 120 unit pada Juli, 114 unit pada bulan Agustus, 122 unit pada bulan September, 125 unit pada bulan Oktober, 160 unit pada bulan November dan 115 unit pada bulan Desember.

Model jaringan ini memberikan nilai Means Square Error yang sangat kecil, yaitu sebesar $9.9924e-06$ untuk data training dan 0.0560 untuk data testing. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa dalam hal ini fuzzy neural network ini cocok digunakan untuk peramalan penjualan sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kusumadewi, "Artificial intelligence (teknik dan aplikasinya)," *Yogyakarta Graha Ilmu*, vol. 278, 2003.
- [2] L. F. Mubin, W. Anggraeni, and A. Vinarti, "Prediksi Jumlah Kunjungan Pasien Rawat Jalan Menggunakan Metode Genetic Fuzzy Systems Studi Kasus: Rumah Sakit Usada Sidoarjo," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. A482–A487, 2012.
- [3] A. Rahmadiani and W. Anggraeni, "Implementasi Fuzzy Neural Network untuk Memperkirakan Jumlah Kunjungan Pasien Poli Bedah di Rumah Sakit Onkologi Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. A403–A407, 2012.
- [4] B. G. A. Rizka and R. Kusumawati, "FUZZY FEED FORWARD NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN (IHSG) DENGAN ALGORITMA GENETIKA MENGGUNAKAN VARIASI SELEKSI," *J. Mat.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–9, 2017.
- [5] M. R. P. Harahap and A. Suharsono, "Analisis Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Kabupaten Ngawi dengan Arima dan Arimax," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 3, no. 2, pp. D122–D127, 2014.
- [6] Z. E. K. Tsani and D. E. Kusrini, "Peramalan Penjualan Sepeda Motor Baru Di Area Penjualan Surabaya Dengan Menggunakan Regresi Panel," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 3, no. 2, pp. D158–D163, 2014.
- [7] F. Dristyan, "Prediksi Jumlah Penjualan Kredit Sepeda Motor Menggunakan Algoritma Backpropagation," in *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 2018, vol. 1, no. 1, pp. 185–190.
- [8] C.-T. Lin and C. S. G. Lee, *Neural fuzzy systems: a neuro-fuzzy synergism to intelligent systems*. Prentice hall, 1996.
- [9] S. Kusumadewi and S. Hartati, "Neuro-Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2006.