

Penerapan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference dalam Memprediksi Penjualan Buku

Zulfia Darma*, Agus Perdana Windarto, Dedi Suhendro

Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar

Jl. Kartini, Proklamasi, Kec. Siantar Bar., Kota Pematang Siantar, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹*zulfiadarma596@gmail.com, ²agusperdanawindarto@amiktunasbangsa.ac.id, ³dedisuhendro@amiktunasbangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: zulfiadarma596@gmail.com

Abstrak—Peningkatan penjualan suatu barang atau produk pada perusahaan terus meningkat berdasarkan kebutuhan masyarakat. Meningkatnya penjualan akan sangat berpengaruh pada pendapatan sebuah perusahaan. Sehingga diperlukan strategi penjualan yang matang. Jumlah pengunjung memiliki pengaruh yang besar terhadap transaksi penjualan. Semakin banyak pengunjung, semakin besar kemungkinan transaksi yang dapat diramalkan. Jumlah pengunjung setiap harinya berbeda-beda dan memiliki persentase yang tidak sama dalam melakukan transaksi penjualan. Salah satu cara dalam meningkatkan pendapatan penjualan adalah dengan memprediksi penjualan berdasarkan rata-rata jumlah stok sehingga perencanaan strategi penjualan dapat tepat sasaran. Terkait dengan hal ini, penulis melakukan riset untuk memprediksi jumlah penjualan buku berdasarkan pola yang terjadi dari jumlah stok buku di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar. Dengan menerapkan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam memprediksi penjualan buku pada tahun 2018-2020. Jumlah data yang digunakan 36 data, dibagi menjadi data training (23 data) dan testing (13 data) yang menggunakan 2 variabel input yaitu pesanan dan stok, 1 variabel output yaitu penjualan. Pada pengujian dengan software matlab proses pelatihan menggunakan mf trimf dengan 9 rule yang menghasilkan nilai error terkecil 1,045 pada epoch 36, dengan tingkat akurasi 57 %.

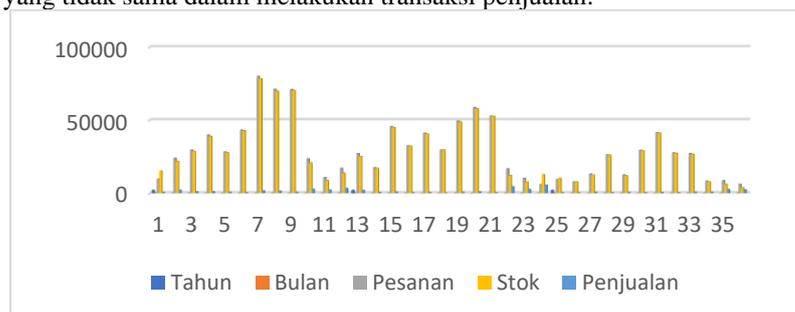
Kata Kunci: ANFIS; Prediksi; Penjualan; Buku; PT.Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar

Abstract—The increase in sales of items or product companies continues to increase based on the needs of the community. With the increase in sales will greatly affect the income of a company. So a mature sales strategy is needed. The number of visitors has a great influence on sales transactions. The more visitors, the more likely the transaction can be predicted. The number of visitors every day is different and has an unequal percentage in making sales transactions. One way to increase sales revenue is to predict sales based on the average number of stock so that sales strategy planning can be right on target. Related to this, the author conducts research to predict the number of book sales based on the pattern that occurs from the number of book stock at PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar. By applying the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) method in predicting book sales in 2018-2020. The amount of data used is 36 data, divided into training data (23 data) and testing (13 data) using 2 input variables namely orders and stock, 1 input variable is sales. In testing with matlab software, the training process uses mf trimf with 9 rules which produces the smallest error value of 1.045 at epoch 36, with an accuracy rate of 57%.

Keywords: ANFIS; Prediction; Sales; Books; PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar

1. PENDAHULUAN

Buku merupakan jendela dunia. Dengan membaca buku, banyak ilmu yang dapat diperoleh. Salah satu manfaat buku adalah menunjang proses belajar mengajar, baik itu secara umum serta di sekolah maupun perguruan tinggi [1]. PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri merupakan Perusahaan yang bergerak di bidang penerbitan, percetakan, dan distribusi buku sekolah/buku umum. Saat ini memiliki 42 cabang, salah satunya PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematang Siantar yang beralamat di Jl. Jawa No. 50/75, Kel. Bantan Pematang Siantar. Permasalahan yang dihadapi perusahaan tersebut dalam mendistribusikan buku yaitu permintaan konsumen yang tidak menentu menyebabkan penumpukan stok sehingga dapat mempengaruhi pendapatan penjualan. Pendistribusian buku yang dilakukan PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri menghasilkan data penjualan[2]. Peningkatan penjualan terus meningkat berdasarkan kebutuhan masyarakat. Dengan meningkatnya penjualan akan sangat berpengaruh pada pendapatan sebuah perusahaan. Sehingga diperlukan strategi penjualan yang matang. Jumlah pengunjung memiliki pengaruh yang besar terhadap transaksi penjualan[3]. Semakin banyak pengunjung, semakin besar kemungkinan transaksi yang didapat. Jumlah pengunjung setiap harinya berbeda-beda dan memiliki persentase yang tidak sama dalam melakukan transaksi penjualan.



Gambar 1. Grafik Penjualan Buku 2018-2020
(Sumber : PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar)

Penjualan barang merupakan hal yang penting dalam sebuah usaha yang menghasilkan pendapatan dari hasil penjualan barang. Pendapatan tersebut dapat diperoleh laba, dan akan digunakan kembali sebagai modal [4]. Jika penjualan terus berkembang maka perusahaan dapat bertahan dalam persaingan bisnis. Memprediksi penjualan buku pada PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri perlu dilakukan untuk mengoptimalkan keuntungan yang didapat. PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri memerlukan sebuah sistem yang dapat memprediksi hasil penjualan buku sehingga PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri dapat memproduksi buku sesuai dengan prediksi yang telah dilakukan. Dalam rangka untuk meningkatkan pendapatan penjualan buku dan perlu dilakukan pemecahan masalah untuk menentukan strategi penjualan buku. Data-data yang telah tersedia dapat dijadikan sebagai sistem penjualan buku dalam peramalan untuk solusi bisnis serta dukungan dari bidang teknologi. Jaringan Syaraf Tiruan berfungsi menggabungkan mekanisme sistem inferensi *Fuzzy* yang digambarkan dalam arsitektur untuk memberikan 3 solusi klasifikasi, clustering, regresi, dan peramalan pada runtun waktu dalam penjualan guna meningkatkan bisnis perusahaan. pemilihan metode dalam pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian adalah *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)[5].

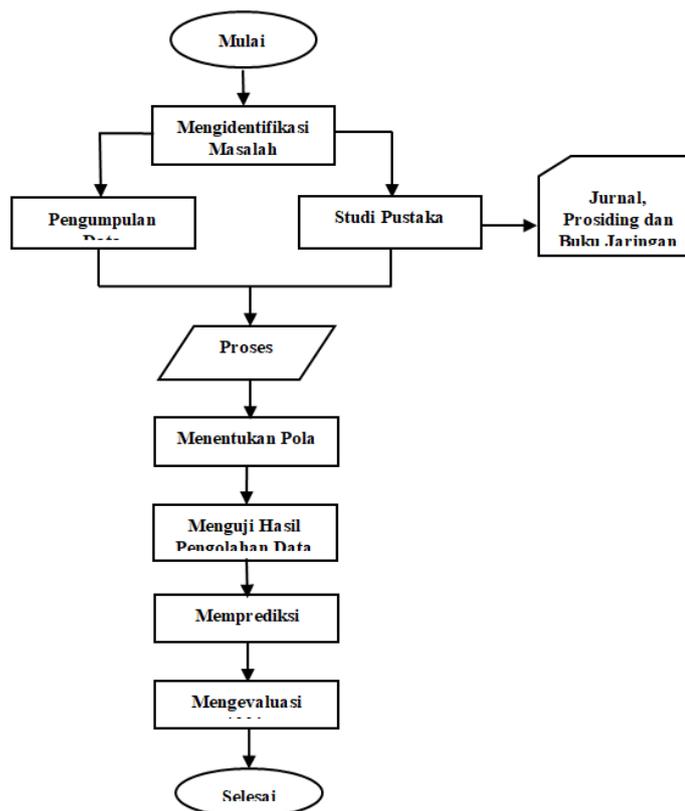
Logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Teori himpunan *fuzzy* merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidakpastian ([6]*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan *fuzzy* (*fuzzy inference system*). Dengan penggunaan suatu prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping input-output yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan *fuzzy if-then*) dengan fungsi keanggotaan yang tepat. 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*)[7]. 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. Metode ANFIS merupakan metode yang efektif untuk sebuah prediksi karena tingkat kesalahannya lebih kecil. Selain itu, tingkat keakuratan dari model ANFIS dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas dari sampel data [8], [9]. ANFIS yaitu mampu memprediksi dengan menghasilkan akurasi yang tinggi serta nilai error yang kecil. Adapun penelitian yang berkaitan dengan ANFIS antara lain penelitian yang di lakukan oleh [10] Prediksi Suku Bunga Acuan (BI Rate) Menggunakan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam penelitian ini dijelaskan bahwa terdapat nilai RMSE terbaik senilai 0,001965. Adapun penelitian lainnya dilakukan oleh [11] Peramalan Penjualan Koran menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam penelitian ini dijelaskan bahwa terdapat nilai RMSE senilai 0,6.

Berdasarkan paparan tersebut di harapkan hasil penelitian ini dapat memprediksi hasil penjualan buku pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar dengan 3 variabel input yang akan digunakan yaitu pesanan, penjualan, dan stok buku. Output yang akan dihasilkan merupakan hasil prediksi penjualan dengan menggunakan metode ANFIS sebagai solusi penyelesaian kasus prediksi penjualan buku dimasa yang akan mendatang sehingga hasil prediksi dapat menjadi masukan kepada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar agar dapat menyediakan stok buku sesuai dengan prediksi yang dilakukan serta dapat meningkatkan penjualan buku.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah langkah dan prosedur yang akan dilakukan dalam pengumpulan data atau informasi guna memecahkan permasalahan dan menguji hipotesis penelitian. Metode pengumpulan data merupakan salah satu aspek penting yang berperan dalam kelancaran dan keberhasilan dalam melakukan suatu penelitian. Metode penelitian merupakan langkah dalam memecahkan masalah, dimulai dari proses mencari, menyusun dan memperoleh data yang akan diteliti. Metode penelitian merupakan cara yang dilakukan dalam menempuh penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian yang dilakukan dibutuhkan metode penelitian yang dapat mengumpulkan dan menganalisis data agar dapat dikebukui kebenarannya dan hasilnya dapat berguna untuk masa depan[12]. Berikut rancangan atau model penelitian disajikan dalam rancangan *Flowchart* pada gambar 1[12] :



Gambar 2. Rancangan Penelitian

Gambar 1. menjelaskan rancangan penelitian yang dilakukan untuk mengukur korelasi beban kerja dosen terhadap peningkatan jumlah publikasi dengan menggunakan Algoritma *ANFIS* yang terdiri dari :

- a) Mengidentifikasi Masalah
Masalah yang terkait menganalisa tingkat penjualan buku berdasarkan pesanan dan terjual buku tiap bukunya.
- b) Pengumpulan Data
Pada tahap ini, data-data diperoleh dari pihak-pihak yang berkompeten di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar .
- c) Studi Pustaka
Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi pengebukuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini
- d) Praproses
Tahapan yang dikerjakan adalah dengan melakukan perubahan terhadap beberapa tipe data pada atribut dataset dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap isi record, juga melakukan seleksi dengan memperhatikan konsistensi data, *missing value*.
- e) Menentukan model
Hasil dari tahap ini adalah beberapa model jaringan saraf tiruan dengan metode *ANFIS* untuk menentukan pola
- f) Menguji Hasil Pengolahan Data
Setelah proses penentuan model selesai, maka dilakukan tahapan uji coba terhadap hasil pengolahan data dengan menggunakan *Software Matlab*.
- g) Memprediksi
Prediksi dilakukan untuk membandingkan jumlah dengan model Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *ANFIS* yang paling akurat.
- h) Mengevaluasi Akhir
Mengevaluasi akhir dilakukan untuk mengecek apakah testing hasil pengolahan data sesuai dengan yang diharapkan.

2.2 Analisis Data

Pada metode penelitian penulis menggunakan metode penelitian kuantitatif, maka metode analisa data yang penulis gunakan adalah metode statistik *inferensial*[13]. Statistik *inferensial* adalah statistik yang berkaitan dengan analisis data (sampel), kemudian diambil kesimpulan yang digeneralisasikan kepada seluruh populasi. Analisis statistik *inferensial* dapat dikatakan sebagai metode analisis dengan menggunakan data yang berbentuk angka dan di analisis dengan cara membandingkan melalui perhitungan dan mengaplikasikannya dengan cara menggunakan rumus yang sesuai. Analisis

statistik *inferensial* digunakan untuk menguji parameter populasi data yang ada, dengan menggunakan data yang berasal dari responden[14]. Data yang digunakan sebagai instrument penelitian dalam memprediksi terdiri dari:

- a. Data Penjualan Buku
- b. Data Stok Buku

Data parameter diatas akan diolah dan dianalisa menggunakan perhitungan algoritma *ANFIS* untuk mengukur dan memprediksi penjualan buku pada bukun berikutnya. Data diolah menggunakan *matlab* yang berfungsi sebagai validasi dan reabilitas data untuk mencari keakuratan data. Data yang akurat maka akan dilakukan pengolahan data untuk mencari hasil dari masalah penelitian dengan menggunakan *Matlab R2011a* dan mengambil keputusan dari hasil pengolahan data menggunakan *Matlab R2011a* yang dilakukan[15]. Alat analisis data yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini, adalah sebagai berikut:

- a) *Microsoft Excel 2010*

Software Microsoft Excel digunakan sebagai pengolahan suatu data tertentu menggunakan *spreadsheet* yang terdiri dari baris atau kolom untuk mengeksekusi perintah secara lebih dulu melakukan perhitungan, rumus, konsumsi, suatu fungsi atau table, pembuatan grafik serta manajemen suatu data. Pada penelitian ini, penggunaan *software Microsoft Excel 2010* dapat mempermudah proses penyelesaian pengolahan data mentah penjualan buku dengan baik.

- b) *Matlab R2011a*

MATLAB merupakan suatu sistem interaktif yang memiliki elemen data dalam suatu *array* sehingga tidak lagi kesulitan dalam menyelesaikan suatu masalah. Pada penelitian ini, *software Matlab R2011a* digunakan untuk melakukan serta memperoleh hasil pelatihan dan pengujian jaringan yang *valid* daripada hasil perhitungan yang dilakukan pada *software Microsoft Excel 2010*.

Data *input*/masukan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer yang di dapat dari PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar. Data input tersebut yaitu data pesanan, penjualan, dan stok pada tahun 2018 sampai 2020. Nantinya, data akan diolah dengan menggunakan metode *adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS)* sebagai optimasi untuk memprediksi hasil penjualan buku di masa yang akan mendatang. Selanjutnya, data juga diolah menggunakan *software Matlab R2011a* yang bertujuan untuk mencari keakuratan data yang kemudian dilakukan proses pengolahan data sehingga diperoleh hasil sebagai alternatif pengambilan keputusan. Dalam melakukan sebuah penelitian, komponen yang paling penting adalah diperlukannya data penelitian dimana tersebut akan diolah sehingga menghasilkan suatu tujuan yang dimanfaatkan. Berikut ini data mentah diperoleh dari hasil Penjualan Buku di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar pada Tabel 1:

Table 1. Hasil Penjualan Buku Di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri pada Tahun 2018-2020

Tahun	Bulan	Pesanan	Stok	Penjualan
2018	1	9.754	15.267	467
	2	24.012	21.870	2.142
	3	29.657	28.695	962
	4	39.911	38.870	1.041
	5	28.372	27.722	650
	6	43.220	42.872	348
	7	80.080	78.371	1.709
	8	71.253	69.830	1.423
	9	71.088	70.447	641
	10	23.573	20.776	2.797
	11	10.852	8.744	2.198
	12	17.111	13.786	3.325
2019	1	27.167	25.263	1.904
	2	17.539	17.062	477
	3	45.656	45.031	625
	4	32.486	32.285	201
	5	41.183	40.690	493
	6	29.638	29.638	0
	7	49.413	48.818	595
	8	58.729	57.832	895
	9	52.865	52.604	261
	10	16.839	12.220	4.509
	11	10.366	7.729	2.637
	12	6.046	12.678	5.569
2020	1	9.574	10.307	267
	2	7.845	7.820	25
	3	13.104	12.505	599
	4	26.338	26.148	190
	5	12.555	12.012	543
	6	29.505	29.174	331
	7	41.496	41.281	465
	8	27.650	27.315	335

Tahun	Bulan	Pesanan	Stok	Penjualan
	9	27.286	26.674	612
	10	8.433	7.760	673
	11	8.743	6.188	2.555
	12	6.216	3.906	2.310

Berdasarkan pada Tabel 1 dapat dikebukui bahwa data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data hasil penjualan buku di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri pada tahun 2018 sampai 2020 . Metode *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) kombinasi antara Logika *Fuzzy* dan Jaringan Saraf Tiruan. Pada penelitian ini dilakukan proses pembagian dataset file yang berbentuk spreadsheet file *Microsoft Excel* 2010 atau dalam format (.xls). Perubahan atau transformasi data juga dilakukan yang berguna sebagai bahan masukan pada alat perangkat lunak (*software*) yang diimplementasikan pada penelitian ini. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam proses transformasi data yaitu *Matlab* R2011a. Instrumen penelitian dapat diuraikan bahwa data yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil penjualan buku di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar. Data yang diperoleh kemudian di *input* ke dalam *software Microsoft Excel* 2010 yang berbentuk angka/nominal. Selanjutnya data tersebut dinormalisasikan ke dalam angka interval 0 hingga 1 sehingga data dapat dianalisis atau diuji menggunakan *software Matlab* R2011a.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk memprediksi hasil penjualan Buku Pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar. variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Pesanan, Stok dan keluaranya berupa penjualan Buku Pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar. Untuk mengimplementasikan terdapat tahapan-tahapan yang dilakukan dalam metode ANFIS yaitu perhitungan manual dan penyesuaian hasil akhir dengan *software Matlab*.

3.1.1 Perhitungan Menggunakan Algoritma ANFIS

Pada penelitian prediksi penjualan buku menggunakan metode ANFIS akan digunakan 2 variabel *input* yaitu pesanan dan stok serta 1 variabel *output* berupa penjualan buku pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar yang dilihat pada table 1. dibawah ini.

Tabel 2. Variabel Data Penelitian ANFIS

Variabel	Keterangan
X1	Pesanan
X2	Stok
Y	Penjualan Buku/ Target

Pada tahapan ini data akan di normalisasi lalu akan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu data latih (*training*) dan data uji (*testing*). Pembagian data ini bertujuan untuk mengetahui akurasi yang dihasilkan pada metode ANFIS untuk memprediksi penjualan buku pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini dari tahun 2018 sampai 2020. Berikut ini adalah table 2. data penjualan buku pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.

Tabel 3. Data Buku Pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri

No	Pesanan (X1)	Stok (X2)	Target (Y)
1	9.754	15.267	467
2	24.012	21.870	2.142
3	29.657	28.695	962
4	39.911	38.870	1.041
5	28.372	27.722	650
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
32	27.650	27.315	335
33	27.286	26.674	612
34	8.433	7.760	673
35	8.743	6.188	2.555
36	6.216	3.906	2.310

3.1.2 Normalisasi Data

Setelah data diperoleh maka dilakukan proses normalisasi agar jangkau data yang diproses tidak terlalu besar, berkisaran antara 0 dan 1. Berikut perhitungan normalisasi data ke-1 berdasarkan data penjualan buku pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri pada table 4.2. dengan menggunakan rumus normalisasi sebagai berikut :

$$X^* = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \quad (1)$$

$$X_{11} = \frac{9754-6046}{80080-6046} = 0.05009$$

$$X_{12} = \frac{15267-3906}{78371-3906} = 0.15257$$

$$Y_{13} = \frac{467-0}{5569-0} = 0.08386$$

Langkah yang sama juga dilakukan untuk data ke-2 sampai data ke-36. Berikut ini adalah data yang telah dinormalisasi yang didapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Normalisasi Data Penjualan Buku Pada PT. Tiga Serangkai

No	Pesanan (X1)	Stok (X2)	Target (Y)
1	0.05009	0.15257	0.08386
2	0.24267	0.24124	0.38463
3	0.31892	0.33289	0.17274
4	0.45742	0.46954	0.18693
5	0.30156	0.31983	0.11672
.	.	.	.
.	.	.	.
32	0.29181	0.31436	0.06015
33	0.28690	0.30575	0.10989
34	0.03224	0.05176	0.12085
35	0.03643	0.03065	0.45879
36	0.00230	0.00000	0.41480

3.1.3 Data Latih dan Data Uji

Data latih merupakan data yang akan digunakan dalam proses pelatihan (*training*) sedangkan data uji merupakan data yang akan digunakan dalam proses pengujian (*testing*) jumlah data yang digunakan sebanyak 36 data, pelatihan dan pengujian data akan dibagi menjadi 2 pilihan data dengan jumlah data latih dan data uji yang berbeda-beda yang dimana tujuannya adalah untuk mencari akurasi tertinggi.

3.1.4 Proses Pelatihan

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pelatihan dalam prediksi hasil penjualan tahu di PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri dimulai dari proses *clustering* menggunakan algoritma Fuzzy C-Means (FCM) untuk mendapatkan nilai *mean* dan *standar deviasi* yang akan digunakan pada proses perhitungan menggunakan metode ANFIS pada lapisan 1 Maju dan dilanjutkan dengan lapisan 2 sampai lapisan 5 maju sampai berakhir pada proses mundur ANFIS. Dalam proses pelatihan ini akan menggunakan pembagian 90:10 dengan 23 data latih dan 13 data uji. Berikut adalah tabel data latih hasil penjualan buku yang telah di normalisasi yang berjumlah 23 data yang dapat dilihat pada tabel 5. dibawah ini.

Tabel 5. Data Latih Normalisasi Hasil Penjualan Buku

No	Pesanan (X1)	Stok (X2)	Target (Y)
1	0.05009	0.15257	0.08386
2	0.24267	0.24124	0.38463
3	0.31892	0.33289	0.17274
4	0.45742	0.46954	0.18693
5	0.30156	0.31983	0.11672
.	.	.	.
.	.	.	.
32	0.29181	0.31436	0.06015
33	0.28690	0.30575	0.10989
34	0.03224	0.05176	0.12085
35	0.03643	0.03065	0.45879
36	0.00230	0.00000	0.41480

Langkah 1: Clustering Data Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means(FCM)

Sebelum masuk metode ANFIS, akan dilakukan *clustering* menggunakan algoritma FCM untuk mendapatkan nilai *mean* dan *standard deviasi* yang akan digunakan dalam metode ANFIS yaitu pada lapisan 1 ANFIS. Berikut langkah-langkah dalam metode FCM:

a) Identifikasi Parameter

Pada tahap ini akan ditentukan parameter yang akan digunakan dalam proses FCM, antara lain yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Cluster} &= c &&= 2 ; \\ \text{Pangkat} &= w &&= 2 ; \\ \text{Max Iterasi} &= \text{MaxIter} &&= 100 ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error Terkecil} &= \xi &&= 10^{-3} ; \\ \text{Fungsi Objektif Awal} &= P_0 &&= 0 ; \\ \text{Iterasi Awal} &= t &&= 1 ; \end{aligned}$$

b) Menentukan Matriks Secara Random

Pada tahap ini akan dibentuk matriks secara random, yakni n x m dimana n menunjukkan jumlah baris dan m menunjukkan banyaknya cluster yang dibentuk, yang jika dijumlahkan 1 barisnya bernilai 1. Berikut adalah matriks 23 x 2.

0.04348	0.95652
0.08696	0.91304
0.13043	0.86957
0.17391	0.82609
0.21739	0.78261
0.26087	0.73913
0.30435	0.69565
0.34783	0.65217
0.39130	0.60870
0.43478	0.56522
0.47826	0.52174
0.52174	0.47826
0.56522	0.43478
0.60870	0.39130
0.65217	0.34783
0.69565	0.30435
0.73913	0.26087
0.78261	0.21739
0.82609	0.17391
0.86957	0.13043
0.91304	0.08696
0.95652	0.04348
1.0	0.00000

c) Menghitung Pusat Cluster

Setelah dibentuk matriks secara random, langkah selanjutnya menghitung pusat cluster, dimana nilai $(\mu_{11})^2$ dimana dari matriks 23 x 2 pada kolom pertama dan nilai X diambil dari tabel 4. Berikut perhitungan untuk data ke-1 pada cluster 1.

$$\begin{aligned} (\mu_{11})^2 &= (0.04348)^2 &&= 0.001890 \\ (\mu_{11})^2 * X_{11} &= 0.001890 * 0.05009 &&= 0.000009 \\ (\mu_{11})^2 * X_{12} &= 0.000190 * 0.15257 &&= 0.003152 \end{aligned}$$

Demikian pula perhitungan untuk data ke-2 sampai data ke-23 pada Cluster 1, sehingga didapatkan pusat cluster ke-1 pada variabel $X_{11}(V_{11})$. Berikut adalah perhitungannya.

$$\begin{aligned} V_{11} &= \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w W_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \\ &= \frac{0.001890 + 0.00756 + 0.01701 + 0.03025 + 0.04726 + 0.06805 + 0.09263 + 0.12098 \\ &\quad + 0.15312 + 0.18904 + 0.22873 + 0.27221 + 0.31947 + 0.37057 + 0.42533 + 0.48393 \\ &\quad + 0.594631 + 0.61248 + 0.75614 + 0.83365 + 0.91493 + 1.0000}{0.00009 + 0.00183 + 0.00543 + 0.01384 + 0.01425 + 0.03417 + 0.09263 + 0.10656 \\ &\quad + 0.13452 + 0.04475 + 0.01485 + 0.04068 + 0.9114 + 0.05752 + 0.22756 + 0.17283 \\ &\quad + 0.25928 + 0.19517 + 0.39974 + 0.52720 + 0.13338 + 0.05835} \\ V_{11} &= \frac{316386}{817391} \\ V_{11} &= 0.38707 \end{aligned}$$

Demikian perhitungan untuk cluster ke-1 pada variabel $X_{12}(V_{12})$ dan $X_{13}(V_{12})$. Berikut ini adalah perhitungan pusat cluster 1 pada tabel 6. dibawah ini

Tabel 6. Perhitungan Pusat Cluster ke-1

No.	μ_{11}	Data yang di Cluster		$(\mu_{11})^2$	$(\mu_{11})^2 * X_{11}$	$(\mu_{11})^2 * X_{12}$
		X_{11}	X_{12}			
1	0.04348	0.050085	1.667624	0.001890	0.00009	0.00315
2	0.08696	0.242672	3.927096	0.00756	0.00183	0.02969

No.	μ_{11}	Data yang di Cluster		$(\mu_{11})^2$	$(\mu_{11})^2 * X_{11}$	$(\mu_{11})^2 * X_{12}$
		X_{11}	X_{12}			
3	0.13043	0.318921	5.152631	0.01701	0.00543	0.08766
4	0.17391	0.457425	6.979709	0.03025	0.01384	0.21111
5	0.21739	0.301564	4.977913	0.04726	0.01425	0.23525
.
.
21	0.91304	0.632399	9.445861	0.83365	0.52720	7.87453
22	0.95652	0.145784	2.194290	0.91493	0.13338	2.00763
23	1.00000	0.058352	1.387861	1.00000	0.05835	1.38786
		Jumlah (Σ)		8.17391	3.16386	48.77118
		Pusat Cluster			0.38707	5.96669

Setelah mendapatkan pusat cluster ke-1, maka langkah selanjutnya adalah menghitung pusat cluster ke-2, dimana nilai $(\mu_{12})^2$ diambil dari matriks 23 x 2 pada kolom kedua dan nilai X dan begitu seterusnya hingga cluster berhenti.

Langkah 2: perhitungan Menggunakan Metode ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)

Setelah data di cluster (dikelompokkan) menggunakan algoritma Fuzzy C-Means dan telah didapatkan nilai Mean dan Standar Deviasi, maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah perhitungan menggunakan metode ANFIS dimulai dari lapisan 1 maju yang mana nilai Mean dan Standar Deviasi yang didapatkan sebelumnya akan digunakan pada lapisan 1 Maju ANFIS. Pada perhitungan pelatihan ini menggunakan pembagian 90:10 dengan 23 data latih dan 13 data uji, menggunakan Learning Rate sebesar 0.6 dan kondisi berhenti terpenuhi jika Epoch 36 atau terpenuhi toleransi Error sebesar 0.001. selanjutnya akan dilakukan perhitungan pelatihan ANFIS sebagai berikut:

1. Tahap Maju

a) Lapisan 1

Lapisan ini disebut lapisan fuzzyfikasi, keluaran dari lapisan ini berupa derajat keanggotaan. Berikut perhitungan lapisan 1 pada data ke-1, dimana nilai c_{ij} (mean) dan nilai a_{ij} (standar deviasi) dida[tkan dari langkah 2 : Menghitung Nilai Mean dan Standar Devisasi dan nilai x_i diambil dari tabel 4.

$$\mu(A_{11}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_{11} + c_{11}}{a_{11}} \right|^2} = \frac{1}{1 + \left| \frac{1.6676241 + 0.48061}{1.44285} \right|^2} = 0.92584$$

$$\mu(A_{12}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_{11} + c_{12}}{a_{12}} \right|^2} = \frac{1}{1 + \left| \frac{0.236283 + 0.41054}{0.09497} \right|^2} = 0.12420$$

$$\mu(B_{11}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_{12} + c_{21}}{a_{21}} \right|^2} = \frac{1}{1 + \left| \frac{1.6676241 + 7.43687}{413.58122} \right|^2} = 0.99897$$

$$\mu(B_{12}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x_{12} + c_{22}}{a_{22}} \right|^2} = \frac{1}{1 + \left| \frac{0.236283 + 6.32555}{18.66654} \right|^2} = 0.36159$$

Langkah yang sama juga dilakukan pada data ke-2 data ke-23. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 7. dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Lapisan 1

Data ke-	Derajat Keanggotaan			
	$\mu(A_{i1})$	$\mu(A_{i2})$	$\mu(B_{i1})$	$\mu(B_{i2})$
1	0.92584	0.12420	0.99897	0.36159
2	0.99189	0.86447	0.95194	0.07207
3	0.99980	0.59234	0.91696	0.04137
4	0.98478	0.12410	0.83815	0.02217
5	0.99901	0.69986	0.92557	0.04440
.
.
19	0.93999	0.04822	0.75621	0.01389
20	0.87469	0.02650	0.67517	0.00981
21	0.91778	0.03671	0.72595	0.01191
22	0.96610	0.18078	0.98393	0.22509
23	0.92981	0.10400	0.99837	0.47610

b) Lapisan 2

Keluaran dari lapisan 2 merupakan hasil kali dari semua sinyal yang masuk. Berikut perhitungan lapisan 2 pada data ke-1, dimana nilai derajat keanggotaan diambil dari tabel 7.

$$w_{11} = \mu(A_{11}) * \mu(B_{11}) * \mu(C_{11})$$

$$= 0.92584 * 0.99897$$

$$= 0.92489$$

$$w_{12} = \mu(A_{12}) * \mu(B_{12}) * \mu(C_{12})$$

$$= 0.12420 * 0.36159$$

$$= 0.044911$$

$$\Sigma = w_{11} + w_{12}$$

$$= 0.92489 + 0.044911$$

$$= 0.969801$$

.... *Dst. Hingga Lapisan Ke-5.*

c) Lapisan 5

Berikut perhitungan lapisan 5 pada data uji ke-24, dimana nilai $w_{i1} y_{i1}$ dan $w_{i2} y_{i2}$ didapat dari proses lapisan 4 sebelumnya.

$$\sum_i \bar{w}_{i11} y_{i11} = w_{i1} y_{i1} + w_{i2} y_{i2} = 26 + 0 = 26$$

Langkah yang sama juga dilakukan pada data ke-27 sampai data ke-36. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Lapisan 5

Data ke-	Lapisan ke-4		lapisan ke-5 $\sum_i \bar{w}_{i11} y_{i11}$	Dernormalisasi	Target Sebenarnya
	$w_{i1} y_{i1}$	$w_{i2} y_{i2}$			
24	26	0	26	151892.9586	1
25	22	0	22	128877.0794	0.047943976
26	17	0	17	100932.9524	0.004489136
27	27	0	27	154975.8686	0.107559706
28	55	0	55	310895.1367	0.034117436
29	26	0	26	149292.0444	0.09750404
30	61	0	61	345640.0958	0.059436164
31	86	0	86	484178.0949	0.083497935
32	57	0	57	324358.2558	0.060154426
33	56	0	56	317213.0948	0.109894056
34	17	0	17	99028.20661	0.120847549
35	14	0	14	82130.40464	0.458789729
36	9	0	9	57600.64376	0.414796193

Selanjutnya akan dilakukan proses denormalisasi untuk mendapatkan nilai peramalan penjualan buku sesungguhnya menggunakan persamaan (2.40), dimana nilai Y (hasil keluaran lapisan 5) dan nilai Max Min didapat dari nilai Target pada tabel 8

$$\text{Dernormalisasi} = Y (\text{Max}-\text{Min}) + \text{Min}$$

$$\text{Dernormalisasi} = 26 (5569-0) + 5569 = 151892.9586$$

Jadi didapatkan hasil pengujian peramalan penjualan buku pada data uji ke-24 berjumlah 151892.9586. Selanjutnya akan dihitung akurasi pada data uji ke-24, dimana nilai y merupakan hasil dari nilai denormalisasi dan t merupakan target / hasil sebenarnya yang diambil dari tabel 8

$$\text{Akurasi} = 100 - \left(\frac{y-t}{t} \right) * 100 = 100 - \left(\frac{151892.9586-1}{1} \right) * 100 = 15.18\%$$

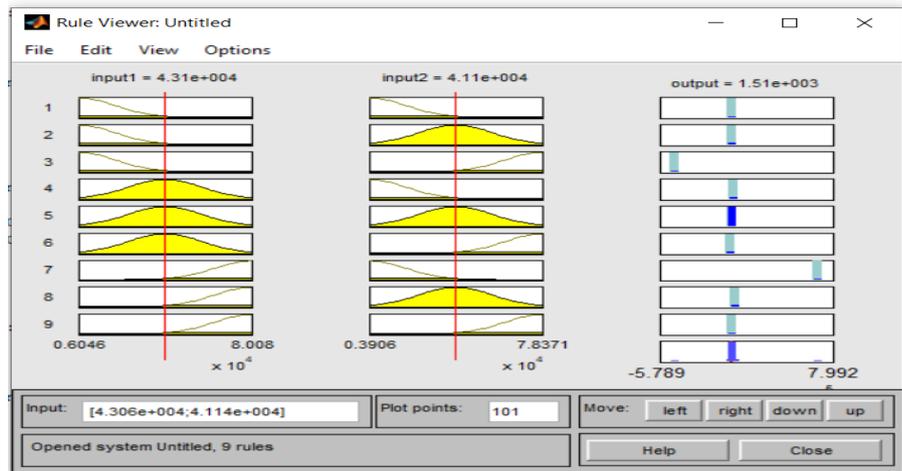
Jadi didapatkan akurasi pengujian pada data uji ke-23 sebesar 15.18%. Langkah yang sama juga dilakukan pada data ke-24 sampai data ke-36, sehingga dihasilkan rata-rata akurasi pada data uji 13 dan learning rate 0.6 sebagai berikut

$$\text{Rata-Rata Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Akurasi}}{\text{Jumlah Data Uji}} * 100\%$$

$$= \frac{1518909586+268807461.0423430+2248382246.8353700+144083374.6975560+911249808.6078880+153113500.75458507+581531429.4497070+579868146.3206930+539209091.4563030+288653349.8585230}{13} = 57\%$$

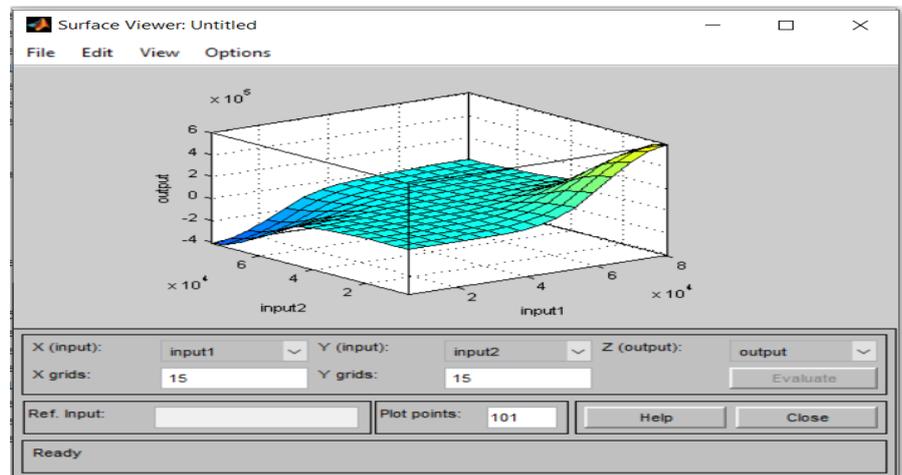
3.2 Pembahasan

Pengolahan data dengan menggunakan ANFIS dilakukan dengan *fuzzy logic* melalui *Matlab* untuk memprediksi penjualan Buku PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Tahapan proses simulasi pada *matlab* terdiri dari data latih (*Training*) dan Pengujian (*Testing*). Pada Gambar 3. Tiap aturan merupakan implikasi setelah himpunan fuzzy dibentuk, maka dilakukan pembentukan aturan-aturan fuzzy. Rule yang digunakan adalah rule default sehingga otomatis rule dibuat oleh ANFIS.



Gambar 3. Rule Viewer Training ANFIS

Hasil *rule viewer* pengujian (*Training*) dengan metode *hybrid* juga paling optimal, terbukti dengan pengisian data input yaitu pesanan, stok dan menghasilkan *output* yaitu penjualan. Berikut Gambar 4.



Gambar 4. Surface Testing ANFIS



Gambar 5. Tampilan Hasil Prediksi dari sistem penjualan Buku

Pada Gambar 5. Bahwa hasil prediksi penjualan buku menggunakan metode ANFIS dengan *software Matlab* nilai akurasi 57%. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelatihan dan pengujian sejalan dengan perhitungan manual

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan prediksi dan pengujian data pada metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* ANFIS dapat diterapkan dalam

memprediksi penjualan buku pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri Pematangsiantar pada tahun 2018-2020. Jumlah data yang digunakan 36 data, data dibagi menjadi data pelatihan (23 data) dan data pengujian (13 data). Pada pengujian menggunakan *software Matlab R2011a* bahwa proses pelatihan menggunakan *MF Trimf* dengan 9 rule menghasilkan nilai *error* terkecil 1,045 pada *epoch* 36, dengan tingkat akurasi 57 %.

REFERENCES

- [1] A. Setiawan, I. F. Astuti, and A. H. Kridalaksana, "Klasifikasi Dan Pencarian Buku Referensi Akademik Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier (NBC) (Studi Kasus: Perpustakaan Daerah Provinsi Kalimantan Timur)," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, p. 1, 2016, doi: 10.30872/jim.v10i1.17.
- [2] E. T. Marjiyono, Bambang Soedijono WA, Luthfi, "PENGUNAAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MERAMALKAN PERMINTAAN PADA PERUSAHAAN RETAIL," vol. 2, no. 2009, 2018.
- [3] Y. Andriani, H. Silitonga, and A. Wanto, "Analisis Jaringan Syaraf Tiruan untuk prediksi volume ekspor dan impor migas di Indonesia," vol. 4, no. 1, pp. 30–40, 2018.
- [4] A. Virrayani and S. Sutikno, "Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, p. 57, 2016, doi: 10.23917/khif.v2i2.2554.
- [5] A. Sudarsono, "JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI LAJU PERTUMBUHAN PENDUDUK MENGGUNAKAN METODE," vol. 12, no. 1, pp. 61–69, 2016.
- [6] J. R. S. Panggabean, Erwin, "Analisa perbandingan metode jaringan syaraf tiruan dengan metode sistem pendukung keputusan untuk penerimaan tenaga kerja," vol. 4, no. 1, pp. 2–7, 2019.
- [7] H. S. Tambunan, "PENGENALAN POLA HIV DAN AIDS MENGGUNAKAN ALGORITMA KOHONEN PADA JARINGAN SYARAF," vol. 1, no. 1, pp. 65–69, 2016.
- [8] Y. Muharni, "MODEL PREDIKSI PRODUCTION DELAY DALAM PROSES PRODUKSI STRIP MILL DENGAN METODE ADAPTIVE NEURO- FUZZY INFERENCE SYSTEM," *Ind. Serv.*, vol. 3, no. 2, pp. 140–144, 2018.
- [9] E. Irawan, M. Zarlis, and E. B. Nababan, "ANALISIS PENAMBAHAN NILAI MOMENTUM PADA PREDIKSI BACKPROPAGATION," vol. 1, no. 2, pp. 84–89, 2017.
- [10] Nur Adil Darmawand, "Prediksi Suku Bunga Acuan (BI RATE) Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)," 2018.
- [11] D. fitra Maharani, "PERAMALAN PENJUALAN KORAN MENGGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)," 2018.
- [12] A. T. Solikhun, M. Saffi, "JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI TINGKAT PEMAHAMAN SISIWA TERHADAP MATAPELAJARAN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION Solikhun," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–36, 2017.
- [13] S. Andriyani and N. Sihombing, "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Prediksi Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah," *Jurteks*, vol. 4, no. 2, pp. 155–164, 2018, doi: 10.33330/jurteks.v4i2.40.
- [14] H. Herman, "Analisis finansial dan keuntungan yang hilang dari pengurangan emisi karbon dioksida pada perkebunan kelapa sawit," *J. Penelit. dan Pengemb.*, vol. 28, no. 4, pp. 127–133, 2009.
- [15] J. Prayudha, Purwadi, and I. Mariami, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Hasil Perkebunan Dengan Metode Backpropagation," *Semin. Nas. Sains Teknol. Inf.*, pp. 441–445, 2019.