

ANALISIS PEMANFAATAN BACKPROPAGATION DAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN PREDIKSI PENJUALAN DAN STOK YANG HARUS TERSEDIA

Angga Cahyo Saputro¹, Suyadi²

Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta

Email: anggacahyo3@gmail.com, Suyadia00@gmail.com

ABSTRAK

Jaringan syaraf tiruan saat ini mulai dikembangkan pada berbagai bidang kehidupan sehari-hari, salah satunya pengembangannya ada pada bidang bisnis. Pada bidang bisnis Jaringan Saraf Tiruan banyak digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan dalam rangka pengambilan keputusan dan memperidiksi terjadinya keadaan di masa yang akan datang. Penelitian kali ini akan menganalisa bagaimana jaringan saraf tiruan Backpropagation dalam memprediksi penjualan sebuah produk sekaligus menentukan berapa stok yang harus disediakan perusahaan tersebut untuk mengakomodir penjualannya. Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi. Metode Tsukamoto adalah suatu model dari sebuah sistem yang mampu memberikan rekomendasi dan perkiraan jumlah produksi berdasarkan kriteria. Metode Backpropagation akan diaplikasikan untuk memperkirakan penjualan yang akan terjadi pada bulan tertentu, kemudian Metode Fuzzy Tsukamoto akan memberikan rekomendasi jumlah yang harus di produksi berdasarkan jumlah persediaan, ketersediaan dan permintaan sehingga perusahaan mampu mengetahui berapa yang harus di produksi

Kata Kunci: Backpropagation, Tsukamoto, Prediksi penjualan, Menentukan jumlah produksi, Sistem Pendukung Keputusan.

ABSTRACT

Artificial neural networks are now beginning to be developed in various areas of daily life. One of which is in the field of business development. In the field of artificial neural network business is widely used to help solve problems in order to make decisions and predict the occurrence of future circumstances. This research will analyze how the artificial neural network Backpropagation in predicting the sale of a product at once Determine how many stocks the company must provide to accommodate its sales. Backpropagation is a supervised learning algorithm and is commonly used by perceptrons with multiple layers to change the weights associated with neurons in the hidden layer. The Tsukamoto method is a model of a system capable of providing recommendations and estimates of production quantities based on criteria. Backpropagation method will be applied to estimate sales that will occur in certain month, then Tsukamoto Method will give recommendation of amount that must be in production based on amount of inventory, availability and demand so that company able to know how to be in production

Keywords: Backpropagation, Tsukamoto, Sales prediction, Determine the amount of production, Decision Support System

1. PENDAHULUAN

Cara Penjualan adalah salah satu jantung dari setiap lembaga bisnis. Dengan penjualan sebuah lembaga bisnis bisa memperoleh *profit* dari yang mereka produksi. Sebuah perusahaan dalam melakukan penjualan tidak bias dipastikan mendapatkan hasil yang sama, bisa naik bisa

turun. Dengan sifat yang *fluktuatif* maka perusahaan perlu membuat prediksi penjualan yang akan terjadi kedepan. Melalui prediksi penjualan yang dibuat, sebuah perusahaan mampu menentukan jumlah produksi yang harus dia sediakan untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Dalam ilmu pengetahuan sebuah prediksi masuk ke dalam golongan peramalan (*forecasting*). Peramalan bisa dikembangkan dengan berbagai macam cara, contohnya dengan kecerdasan buatan yang dalam hal ini paling banyak digunakan untuk maksud diatas adalah jaringan syaraf tiruan. Untuk melakukan sebuah prediksi, bisa juga dilakukan dengan metode *fuzzy*. Metode *fuzzy* biasa digunakan untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian.

Pada sebuah penelitian yang dilakukan Yuyun Dwi Lestari (2017) tentang "*Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Penjualan Jamur Menggunakan Algoritma Backpropagation*" telah membuktikan bahwa backpropagation cocok untuk prediksi peramalan dengan nilai akurasi $MSE=0.000999$, akan tetapi pada penelitian itu tidak disebutkan adanya perkiraan stok yang harus disediakan oleh perusahaan penghasil jamur.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Fikri Nur Fathan tahun (2016) tentang "*Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto di PT KSTEX Bandung*" telah membuktikan bahwa metode tersebut dapat membantu manager dalam menentukan jumlah produksi sarung, akan tetapi pada penelitian ini tidak di dapatkan prediksi penjualan

Backpropagation adalah salah satu algoritma pembelajaran terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi. Algoritma Backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, *neuron-neuron* diaktifkan dengan menggunakan fungsi *aktivasi* yang dapat dideferensiasikan seperti *sigmoid*

Metode *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Alasan menggunakan metode *fuzzy* antara lain; Konsep metode *fuzzy* lebih mudah dipahami dan apabila terdapat data yang tidak tepat memiliki toleransi. Disini peneliti menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi perusahaan. *Fuzzy* Tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi berdasarkan 3 kriteria yaitu jumlah permintaan, Ketersediaan barang dan jumlah produksi

Dengan keterangan diatas maka peneliti ingin membuat sebuah penelitian tentang "*ANALISIS PEMANFAATAN BACKPROPAGATION DAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN PREDIKSI PENJUALAN DAN STOK YANG HARUS TERSEDIA*". dalam kasus ini peneliti menggunakan algoritma backpropagation untuk menentukan prediksi penjualan di masa yang akan datang, sedangkan metode *fuzzy* Tsukamoto digunakan untuk menentukan jumlah yang harus di produksi oleh perusahaan guna memenuhi prediksi penjualan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Algoritma Backpropagation

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST memiliki kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang bersifat pengalaman dan membuatnya siap untuk digunakan. JST belajar dari data-data sebelumnya dan mengenal pola data yang selalu berubah. Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalaman selama mengikuti proses *training*. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi.

Hal pertama yang harus diperhatikan dalam membangun sistem pendukung keputusan yang memanfaatkan algoritma backpropagation adalah data. Data dapat menggunakan data sekunder dari dokumen rekam penjualan atau data yang dihasilkan oleh sistem dari *instansi* yang sudah berjalan. Secara umum, algoritma backpropagation memiliki proses seperti berikut:

1. Inisialisasi semua bobot (Bilangan Acak kecil)
2. Jika belum berhenti , lakukan langkah 2 – 9
3. Untuk setiap data pasang lakukan langkah 3-9
4. Siyal yang diinput di kirim ke unit tersembunyi diatasnya
5. Hitung semua keluaran unit tersembunyi Z_j ($j= 1,2,..P$)

$$Z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}$$

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

6. Hitung semua keluaran jaringan di unit y_k ($k=1,2,..m$)

$$y_{net_j} = w_{j0} + \sum_{i=1}^p z_j w_{kj}$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \quad (2)$$

7. Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan setiap unit keluaran y_k ($K=1,2,..,m$) $\delta_k \rightarrow$ komponen kesalahan yg akan dipakai pada perubahan bobot layar di bawahnya (langkah 7) Hitung suku perubahan bobot W_{kj} (yang akan dipakai untuk merubah bobot W_{kj}) dengan laju percepatan α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k Z_j$$

$$k = 1, 2, \dots, m; j = 0, 1, \dots, P \quad (3)$$

8. Hitung faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \quad (4)$$

9. Faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j) \quad (5)$$

10. Hitung suku perubahan bobot $v_{ji} \rightarrow$ untuk ubah bobot v_{ji}

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad j=1,2,\dots,P \quad ; \quad i=0,1,\dots,n \quad (6)$$

11. Hitung semua perubahan bobot Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran :

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (7)$$

$$(k = 1, 2, \dots, m ; j = 0, 1, \dots, p)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke hidden layer :

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (8)$$

$$(j = 1, 2, \dots, m ; i = 0, 1, \dots, n)$$

Setelah pelatihan → jaringan dapat dipakai untuk pengenalan pola dengan propagasi maju (langkah 4 dan 5)

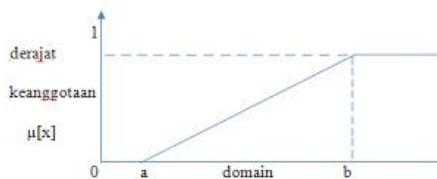
12. Selesai

Pada metode penarikan kesimpulan samar *Fuzzy Tsukamoto*, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil penarikan kesimpulan (*inference*) dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot (*weight average*).

2.2 Metode Fuzzy Tsukamoto

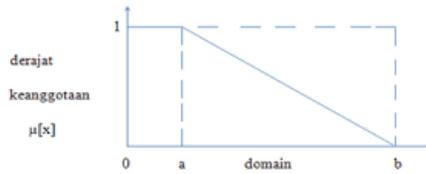
Dalam himpunan *fuzzy* terdapat beberapa *representasi* dari fungsi keanggotaan, salah satunya yaitu representasi linear. Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus.

2.2.1 Representasi Linear Naik



$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & , \quad a \leq x \leq b \\ 1 & , \quad x \geq b \end{cases} \quad (8)$$

2.2.2 Representasi Linear Turun



$$\mu[x] = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$

(8)

Konjungsi *fuzzy*

$$\mu A \wedge B = \mu A(x) \cap \mu B(y) = \min(\mu A(x), \mu B(y))$$

(8)

Disjungsi *fuzzy*

$$\mu A \vee B = \mu A(x) \cup \mu B(y) = \max(\mu A(x), \mu B(y))$$

(9)

Pada metode *fuzzy* Tsukamoto, *implikasi* setiap aturan berbentuk *implikasi* “Sebab-Akibat” atau Implikasi “*Input-Output*”

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam kasus kali ini didapatkan sebuah data penjualan dari tahun 2014-2015 data tersebut disajikan seperti pada tabel 1,2,3 di bawah ini.

Tabel 1. Data Penjualan Tahun 2014 [1]

Tahun	Penjualan	Bulan
2014	2590	Januari
	2260	Februari
	870	Maret
	1170	April
	548	Mei
	307	Juni
	314	Juli
	0	Agustus
	304	September
	243	Oktober
	182	November
	245	Desember

Tabel 2. Data Penjualan Tahun 2015 [2]

Tahun	Penjualan	Bulan
2015	2176	Januari
	2053	Februari
	1080	Maret
	810	April
	326	Mei
	210	Juni
	523	Juli
	235	Agustus
	124	September
	1026	Oktober
	546	November
	1524	Desember

Tabel 3. Data Penjualan Tahun 2016 [3]

Tahun	Penjualan	Bulan
2016	2375	Januari
	2140	Februari
	1140	Maret
	1110	April
	360	Mei
	846	Juni
	364	Juli
	236	Agustus
	0	September
	0	Oktober
	504	November
	639	Deember

Data diatas akan dilakukan normalisasi dengan *sigmoid biner* dari 0 sampai 1, sehingga hasilnya seperti berikut ini.

Tabel 4. Data Hasil Normalisasi Tahun 2014 [4]

Tahun	Penjualan	Bulan
2014	0.9000	Januari
	0.7981	Februari
	0.3687	Maret

	0.4614	April
	0.2693	Mei
	0.1948	Juni
	0.1970	Juli
	0.1000	Agustus
	0.1939	September
	0.1751	Oktober
	0.1562	November
	0.1757	Deember

Tabel 5. Data Hasil Normalisasi Tahun 2015 [5]

Tahun	Penjualan	Bulan
2015	0.7721	Januari
	0.7341	Februari
	0.4336	Maret
	0.3502	April
	0.2007	Mei
	0.1649	Juni
	0.2615	Juli
	0.1726	Agustus
	0.1383	September
	0.4169	Oktober
	0.2686	November
	0.5707	Deember

Tabel 6. Data Hasil Normalisasi Tahun 2016 [6]

Tahun	Penjualan	Bulan
2016	0.8336	Januari
	0.7610	Februari
	0.4521	Maret
	0.4429	April
	0.2112	Mei
	0.3613	Juni
	0.2124	Juli
	0.1729	Agustus
	0.1000	September
	0.1000	Oktober
	0.2557	November
	0.2974	Deember

Pada contoh ini data masukan jaringan saraf tiruan akan dibuat pola seperti pada tabel 7 pola skema masukan dibawah ini.

Tabel 7. Tabel Pola Skema Masukan [7]

Pola	Data Masukan	Target
1	Bulan 1 - 12	13
2	Bulan 2 - 13	14
3	Bulan 3 - 14	15
4	Bulan 4 - 15	16
5	Bulan 5 - 16	17
6	Bulan 6 - 17	18
7	Bulan 7 - 18	19
8	Bulan 8 - 19	20
9	Bulan 9 - 20	21
10	Bulan 10 - 21	22
11	Bulan 11 - 22	23
12	Bulan 12 - 23	24

Data yang akan dilatih adalah data dari penjualan 2014 sampai 2015 sedangkan arsitektur jaringan saraf tiruan menggunakan tipe 12-10-1 yang artinya 12 nilai input 10 *hidden layer* dan 1 *output* data pelatihnnya seperti gambar 1 berikut ini.

Data Untuk Pelatihan													
No Pola	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	Target
1	0.9000	0.7981	0.3687	0.4614	0.2693	0.1948	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721
2	0.7981	0.3687	0.4614	0.2693	0.1948	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341
3	0.3687	0.4614	0.2693	0.1948	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336
4	0.4614	0.2693	0.1948	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502
5	0.2693	0.1948	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007
6	0.1948	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649
7	0.1970	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615
8	0.1000	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726
9	0.1939	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383
10	0.1751	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169
11	0.1562	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686
12	0.1757	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707

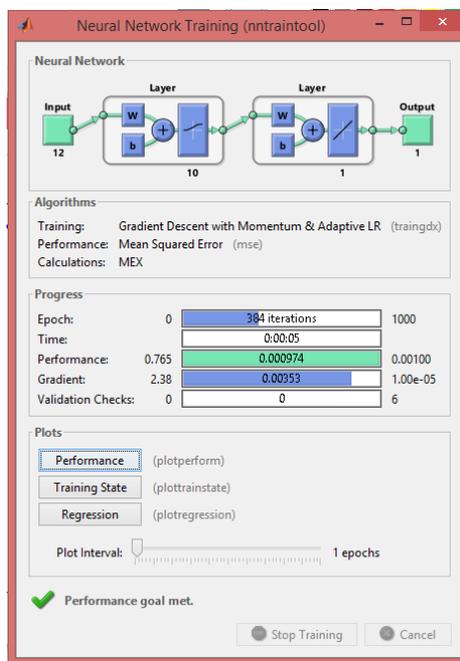
Gambar 1. Data Pelatihan [1]

Sedangkan untuk data pengujian akan menggunakan data penjualan dari tahun 2015 sampai 2016 seperti gambar 2 berikut ini.

Data Untuk Pengujian													
No Pola	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	Target
1	0.7721	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336
2	0.7341	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610
3	0.4336	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521
4	0.3502	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429
5	0.2007	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112
6	0.1649	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613
7	0.2615	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613	0.2124
8	0.1726	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613	0.2124	0.1729
9	0.1383	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613	0.2124	0.1729	0.1000
10	0.4169	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613	0.2124	0.1729	0.1000	0.1000
11	0.2686	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613	0.2124	0.1729	0.1000	0.1000	0.2557
12	0.5707	0.8336	0.7610	0.4521	0.4429	0.2112	0.3613	0.2124	0.1729	0.1000	0.1000	0.2557	0.2974

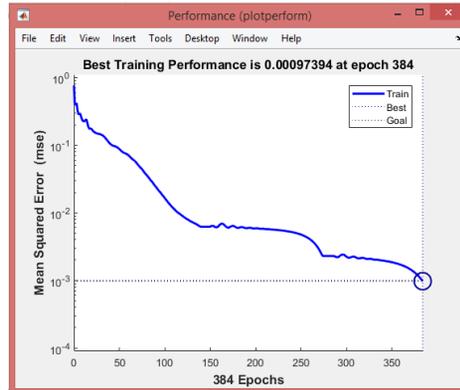
Gambar 2. Data Pengujian [2]

Pada saat proses pelatihan dengan matlab menghasilkan tampilan seperti gambar 3 berikut ini.



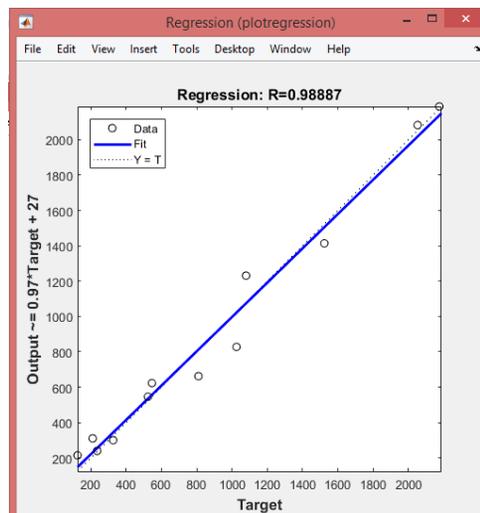
Gambar 3. Training Neural Network [3]

Pada saat pelatihan terjadi *error goal* (MSE) sebesar 0,0097394 seperti gambar 4 dibawah ini.



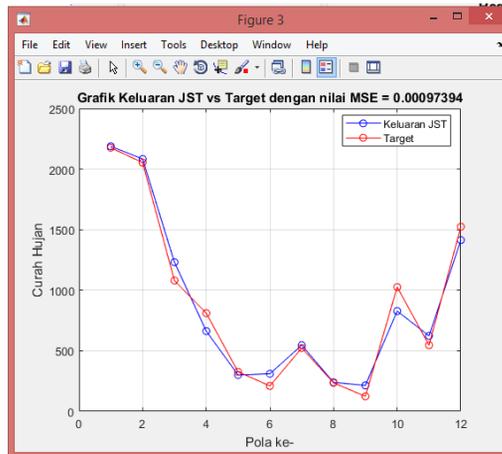
Gambar 4. Best Training Performance [4]

Kemudian dari pelatihan ini menghasilkan korelasi sebesar 0.98887 seperti yang ditampilkan pada gambar 5 di bawah.



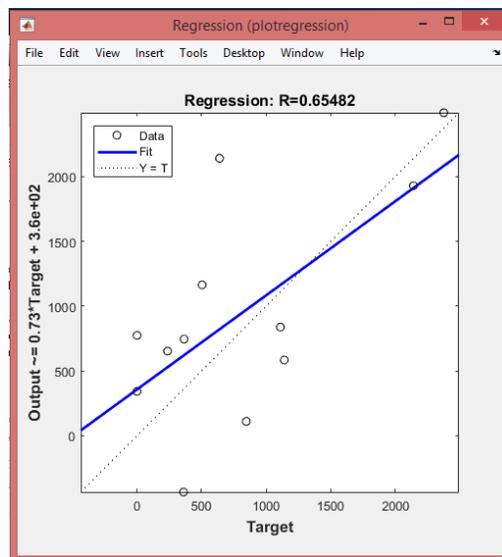
Gambar 5. Regression Pengujian [5]

Sedangkan grafik Perbandingan antara JST (prediksi pembelian buku binder) dengan Target (Data Penjualan sebenarnya) ditampilkan pada gambar 6 seperti di bawah ini.



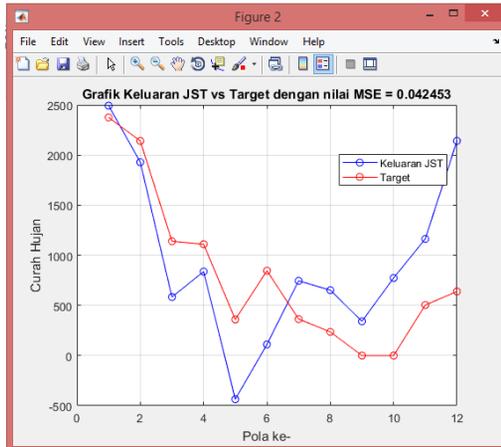
Gambar 6. Grafik keluaran JST vs Target Data Pelatihan [6]

Berdasarkan hasil dari nilai *koefisien* dan *Mean Square error* yang diperoleh dari pelatihan, maka dapat disimpulkan JST dapat memprediksi penjualan buku binder Sehingga pada proses pengujian kali ini dihasilkan koefisien korelasi dari matlab sebesar 0,65482. Setelah kita melakukan pelatihan pada jaringan saraf tiruan backpropagation maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian pada algoritma backpropagation juga hampir sama dengan saat pelatihan, karena kita akan melihat nilai *regression* dan grafik keluaran yang dihasilkan. Dari hasil pengujian matlab dengan data uji didapatkan nilai *regression* seperti gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Regression Pengujian [7]

Sedangkan grafik di keluaran JST vs target menghasilkan nilai *Mean Squer Error* sebesar 0,042453 seperti yang ditampilkan gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik keluaran JST vs Target Data Pengujian [8]

Nilai Koefisien korelasi dan nilai MSE (*Mean Squared Error*) pada pengujian membuktikan jaringan saraf tiruan propagasi balik cukup baik dalam memprediksi penjualan

Setelah kita selesai dalam menguji prediksi penjualan sekarang saatnya kita menentukan stok yang harus di produksi sebuah perusahaan. Pada kasus ini kita akan menghitung jumlah produksi yang harus di tentukan pada bulan Januari tahun 2016. Pada bulan Januari 2016 tertera jumlah penjualan diprediksi sekitar 2375, dimana permintaan(X) di perkirakan dalam *range* antara 800 sampai 4000. Kemudian persediaan(Y) saat ini yang ada di diperkirakan sebanyak 100 sampai 500 buah dan produksi(Z) yang dilakukan berkisar antara 700 sampai 3500 buah. Data diatas adalah batasan variabel dalam metode *fuzzy* Tsukamoto.

Setelah kita memberikan batasan, maka langkah selanjutnya adalah memberikan *input* yaitu permintaan yang diinginkan dan persediaan barang di gudang. Permintaan diisi dengan prediksi penjualan yang dihasilkan oleh algoritma backpropagation sedangkan persediaan gudang diisi dengan stok yang tersedia. Sehingga data yang anda isikan tampil seperti gambar 9 berikut ini.

Metode Tsukamoto

Batasan		
Variabel	Min Value	Max Value
Permintaan (x)	800	4000
Persediaan (y)	100	500
Produksi (z)	700	3500

Inputan	
Permintaan yang diinginkan (x)	2375
Persediaan di gudang (y)	400

proses

Gambar 9. Input Data Form Tsukamoto [9]

Setelah data diinputkan maka data akan di proses sehingga menghasilkan data seperti yang ditampilkan oleh gambar 10 di bawah ini.

[1] Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfication)			
Pemintaan			
$\mu_{\text{permintaan NAIK}}(x)$	$1, x < 800$	$\mu_{\text{permintaan TURUN}}(x)$	$0, x < 800$
	$(4000-x)/3200, 800 \leq x \leq 4000$		$(x-800)/3200, 800 \leq x \leq 4000$
	$0, x > 4000$		$1, x > 4000$
Persediaan			
$\mu_{\text{persediaan BANYAK}}(y)$	$1, y < 100$	$\mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}(y)$	$0, y < 100$
	$(500-y)/400, 100 \leq y \leq 500$		$(y-100)/400, 100 \leq y \leq 500$
	$0, y > 500$		$1, y > 500$
Produksi			
$\mu_{\text{produksi BERTAMBAH}}(z)$	$1, z < 700$	$\mu_{\text{produksi BERKURANG}}(z)$	$0, z < 700$
	$(3500-z)/2800, 700 \leq z \leq 3500$		$(z-700)/2800, 700 \leq z \leq 3500$
	$0, z > 3500$		$1, z > 3500$
Permintaan: $x=2375$; $\mu_{\text{permintaan TURUN}}(2375)=(4000-2375)/3200=0.5078125$; $\mu_{\text{permintaan NAIK}}(2375)=(2375-800)/3200=0.4921875$; Persediaan: $y=400$; $\mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}(400)=(500-400)/400=0.25$; $\mu_{\text{persediaan BANYAK}}(400)=(400-100)/400=0.75$;			

Gambar 10. Himpunan Fuzzy [10]

Pada pembentukan himpunan *fuzzy* akan terlihat 3 variabel yang kita gunakan tadi yaitu permintaan, persediaan, dan Produksi semuanya ditampilkan juga di dalam aplikasi , sehingga menghasilkan *output* seperti gambar 11 di bawah ini.

[2] Penerapan Fungsi Implikasi
Nilai α -predikat dan Z dari setiap aturan Rule 1 : IF permintaan TURUN and persediaan BANYAK THEN produksi barang BERKURANG α -predikat ₁ = $\mu_{\text{permintaan TURUN}} \cap \mu_{\text{persediaan BANYAK}}$ $= \min(\mu_{\text{permintaan TURUN}}(2375) \cap \mu_{\text{persediaan BANYAK}}(400))$ $= \min(0.5078125, 0.75)$ $= 0.5078125$ Dari himpunan produksi barang BERKURANG: $(3500 - z_1)/2800 = 0.5078125$ diperoleh $z_1 = 2078.125$
Rule 2 : IF permintaan TURUN and persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG α -predikat ₂ = $\mu_{\text{permintaan TURUN}} \cap \mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}$ $= \min(\mu_{\text{permintaan TURUN}}(2375) \cap \mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}(400))$ $= \min(0.5078125, 0.25)$ $= 0.25$ Dari himpunan produksi barang BERKURANG: $(3500 - z_2)/2800 = 0.25$ diperoleh $z_2 = 2800$
Rule 3 : IF permintaan NAIK and persediaan BANYAK THEN produksi barang BERTAMBAH α -predikat ₃ = $\mu_{\text{permintaan NAIK}} \cap \mu_{\text{persediaan BANYAK}}$ $= \min(\mu_{\text{permintaan NAIK}}(2375) \cap \mu_{\text{persediaan BANYAK}}(400))$ $= \min(0.4921875, 0.75)$ $= 0.4921875$ Dari himpunan produksi barang BERTAMBAH: $(z_3 - 700)/2800 = 0.4921875$ diperoleh $z_3 = 678.125$
Rule 4 : IF permintaan NAIK and persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERTAMBAH α -predikat ₄ = $\mu_{\text{permintaan NAIK}} \cap \mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}$ $= \min(\mu_{\text{permintaan NAIK}}(2375) \cap \mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}(400))$ $= \min(0.4921875, 0.25)$ $= 0.25$ Dari himpunan produksi barang BERTAMBAH: $(z_4 - 700)/2800 = 0.25$ diperoleh $z_4 = 0$

Gambar 11. Penerapan Fungsi Implikasi [11]

Pada tahapan fungsi *impilkasi* terdapat 4 rule yang dihasilkan, dimana 4 rule tersebut menghasilkan bobot seperti yang ditampilkan gambar 12 berikut ini.

Defuzzyfication

Menghitung z akhir dengan merata-rata semua z berbobot

$$z = (\alpha\text{-predikat}_1 * z_1 + \alpha\text{-predikat}_2 * z_2 + \alpha\text{-predikat}_3 * z_3 + \alpha\text{-predikat}_4 * z_4) / (\alpha\text{-predikat}_1 + \alpha\text{-predikat}_2 + \alpha\text{-predikat}_3 + \alpha\text{-predikat}_4)$$

$$= (0.5078125 * 2078.125 + 0.25 * 2800 + 0.4921875 * 678.125 + 0.25 * 0) / (0.5078125 + 0.25 + 0.4921875 + 0.25)$$

$$= 2089.0625 / 1.5$$

$$= 1392.7083333333$$

Jadi jumlah yang harus diproduksi (z) = **1392.7083333333**

Gambar 12. Hasil Pengolahan Metode Fuzzy Tsukamoto [12]

Setelah bobot itu didapatkan maka langkah selanjutnya adalah Menghitung z akhir dengan merata-rata semua z berbobot sehingga didapatkanlah nilai 1392,708333333 untuk diproduksi perusahaan pada bulan januari 2016

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian di atas adalah dengan menggabungkan jaringan saraf tiruan backpropagation dengan metode *fuzzy* Tsukamoto maka sebuah perusahaan dapat memprediksi penjualan yang akan terjadi dimasa yang akan datang dan mengetahui perkiraan produksi barang untuk meminimalisir terjadinya kelebihan atau kekurangan barang.

Analisis pemanfaatan jaringan syaraf tiruan algoritma backpropagation dapat membatu para peneliti lain dalam melakukan implementasi backpropagation sebagai algoritma dalam pengambilan keputusan.

Peneliti berharap dapat mengoptimalkan prediksi tersebut dengan menggabungkan data penjualan dan stok barang

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Networks ; Architectures, Algorithms and Applications*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- [2] Fu, L. M, 1994, *Neural Network in Computer Intelligence*, Internasional Edition, Mc Graw Hill Co., Singapore.
- [3] M.F. Andrijasa dan Mistianingsih.2010. “Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pengangguran di Provinsi Kalimantan Timur Dengan Menggunakan Algoritma Pembelajaran Backpropagation”. Jurnal Informatika Mulawarrman. Volume 5 No. 1.
- [4] Arif Jumarwanto 2009. “Aplikasi Jaringan Syaraf Untuk Memprediksi Penyakit THT di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus”. Jurnal Teknik Elektro. Volume 1 Nomor 1
- [5] Siang, J., J, 2009, *Neural Networks and Programming using MATLAB*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [6] Yuyun Dwi Lestari, R., 2017, Jaringan Saraf Tiruan Untuk Prediksi Penjualan Jamur menggunakan Algoritma *Backpropagation*, Jurnal ISD Vol.2 No.1 Januari - Juni 2017
- [7] Fikri Nur Fathan, 2016, Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*, Jurnal Informatika Vol. 1 no 1 September 2016