



Pemanfaatan *Artificial Neural Network* dan *Fuzzy Inventory Model* untuk Penentuan Persediaan Pengaman

Mila Oktaviyani Lussa, Iveline Anne Marie
Program Studi Teknik Industri, Universitas Trisakti, Indonesia
Email: milaoktaviyani@gmail.com

Abstrak

Perusahaan dalam penelitian ini memproduksi kemasan dalam bentuk kaleng dan tutup botol dengan produk crown caps guinness yang memiliki permintaan tertinggi. Penentuan persediaan pengaman (safety stock) produk jadi yang dilakukan perusahaan saat ini kurang tepat sehingga menyebabkan tingginya biaya simpan produk jadi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan metode peramalan permintaan produk jadi menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation serta penentuan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model Fuzzy Inventory. Peramalan permintaan menggunakan ANN Backpropagation diawali dengan tahap normalisasi data permintaan dilanjutkan dengan pelatihan untuk menentukan arsitektur jaringan terbaik. Berikutnya penentuan persediaan pengaman produk jadi dengan menggunakan model fuzzy inventory, dilakukan dengan menentukan input, output, fungsi keanggotaan, dan parameter untuk mendapatkan persediaan pengaman produk jadi. Berdasarkan hasil perhitungan penentuan persediaan produk jadi dilakukan perhitungan biaya simpan produk jadi. Usulan perbaikan memberikan penghematan biaya produk jadi sebesar 72% yaitu senilai Rp. 4,743,471 dibandingkan kondisi saat ini.

Kata kunci: *Produk Jadi; Persediaan Pengaman; Peramalan Permintaan; ANN Backpropagation; model Fuzzy Inventory; Biaya Simpan.*

Abstract

The company in this research produces manufactures packaging in the form of cans and bottle caps with crown caps guinness products that have the highest demand. Determination of safety stock (safety stock) of finished products made by the company at this time is not quite right, causing the high cost of storing finished products. This study aims to propose methods for forecasting demand for finished products using the Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation method and determining the safety stock of finished products using the Fuzzy Inventory model. Request forecasting using ANN Backpropagation begins with the processing of request-data normalization followed by training to determine the best network architecture. Next, the determination of the safety inventory of finished products using the fuzzy inventory model is carried out by determining the input, output, membership functions, and parameters to get the safety inventory of the finished product. Based on the calculation of the determination of the finished products inventory, the cost of storing finished products is

then calculated. The proposed improvement provides a cost savings of finished products by 72% which is valued at Rp. 4,743,471 compared to the current conditions.

Keywords: *Finished Goods, Safety Stock; Demand Forecasting; ANN Backpropagation; Fuzzy Inventory Model; Holding Cost.*

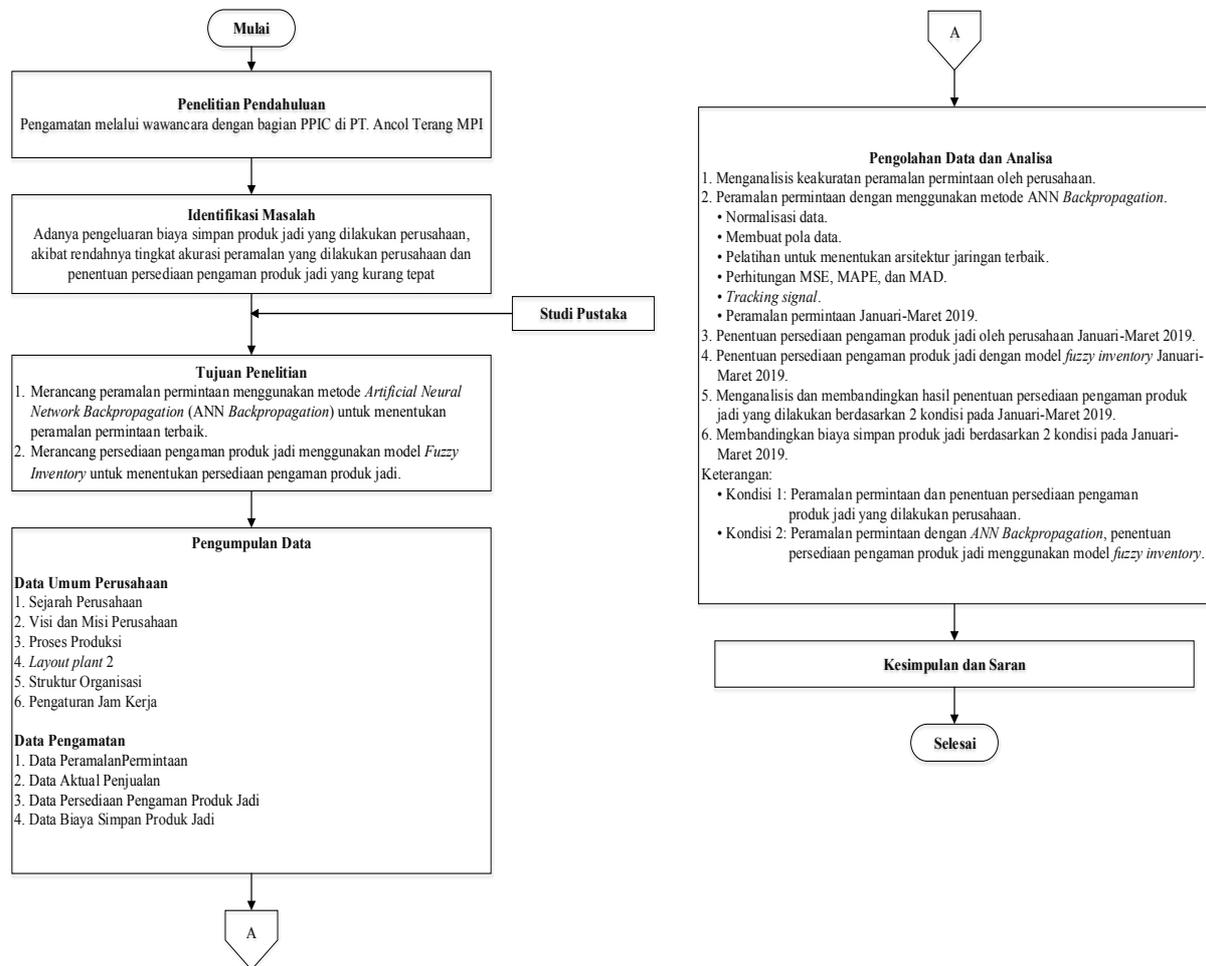
PENDAHULUAN

Persediaan merupakan barang yang disimpan dan akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu. Penentuan persediaan dengan cara yang tepat dapat menyediakan bahan atau barang yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan serta dapat meminimalkan biaya simpan [1]. Peramalan permintaan adalah tingkat permintaan produk-produk yang diharapkan akan terealisasi dalam jangka waktu tertentu di masa mendatang [2]. Perusahaan dalam penelitian ini merupakan perusahaan yang memproduksi kemasan dalam bentuk kaleng dan tutup botol. Produk *crown caps* adalah produk dengan jumlah permintaan tertinggi. Dalam memenuhi permintaan produk *crown caps*, perusahaan melakukan peramalan berdasarkan data permintaan masa lalu. Kenyataannya permintaan konsumen adalah tidak pasti. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan sering kali mengeluarkan biaya simpan produk jadi. Penyebab terjadinya hal tersebut adalah rendahnya tingkat akurasi peramalan yang dilakukan oleh perusahaan, terutama pada produk *crown caps guinness* yang memiliki nilai persentase *error* cukup tinggi. Perusahaan membutuhkan metode peramalan permintaan pada kondisi fluktuasi permintaan yang cukup besar. Salah satu cara dalam menjaga tingkat persediaan adalah dengan menambahkan persediaan pengaman (*safety stock*) produk jadi menghadapi ketidakpastian permintaan konsumen. Peramalan permintaan menggunakan metode ANN merupakan sebuah sistem pemrosesan data dengan meniru cara kerja sistem saraf manusia. ANN merupakan sebuah sistem yang terdiri dari banyak elemen pemrosesan sederhana yang terhubung secara paralel. ANN *Backpropagation* dikatakan memiliki kelebihan dalam aspek pembelajaran sistem dan memiliki risiko kesalahan kecil terhadap pemecahan masalah [3]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yoan Monica (2018), peramalan permintaan dengan menggunakan ANN *Backpropagation* mampu menurunkan nilai persen *error* senilai 34%. Model *fuzzy inventory* mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem *fuzzy* dalam lingkungan yang tidak pasti. Model *fuzzy inventory* secara keseluruhan menggunakan konsep matematis yang sederhana, mudah dimengerti dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat atau samar [4]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Thanthatemee, dkk (2012), penentuan persediaan dengan menggunakan model *fuzzy inventory* mampu menghemat biaya hingga 90%. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan metode peramalan permintaan produk jadi menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) *Backpropagation* serta penentuan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model *Fuzzy Inventory*.

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian dimulai dari pendahuluan, perumusan masalah, tinjauan pustaka, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, kesimpulan dan saran. Tahapan penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan data-data permintaan harian produk *crown caps guinness* selama bulan Januari 2019 hingga bulan Maret 2019, dilakukan analisis hasil perhitungan akurasi peramalan permintaan dengan menggunakan metode yang digunakan perusahaan selama ini. Berikutnya dilakukan peramalan permintaan menggunakan ANN *Backpropagation* yang diawali dengan tahap normalisasi data permintaan, dilanjutkan dengan pelatihan untuk menentukan arsitektur jaringan terbaik. Berikutnya dilakukan pengolahan data persediaan produk jadi dengan

melakukan perhitungan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model fuzzy inventory dengan menentukan input, output, fungsi keanggotaan, dan parameter untuk mendapatkan persediaan pengaman produk jadi. Berdasarkan hasil perhitungan persediaan produk jadi, dilakukan perhitungan biaya simpan produk jadi. Langkah selanjutnya adalah membandingkan biaya simpan produk jadi berdasarkan metode yang digunakan perusahaan selama ini dengan biaya simpan produk jadi berdasarkan metode permalan permintaan ANN Backpropagation dan persediaan pengaman menggunakan model *Fuzzy Inference*.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Peramalan Permintaan Menggunakan ANN Backpropagation

Perhitungan peramalan permintaan menggunakan beberapa notasi dalam pengolahan data sebagai berikut.

Notasi Pengolahan Data

- x' = Hasil normalisasi data aktual penjualan
- x_i = Data aktual penjualan pada periode ke- i
- a = Data aktual penjualan minimum
- b = Data aktual penjualan maksimum
- t = Periode dalam Minggu
- MSE = Mean Squared Error

- MAD= *Mean Absolute Deviation*
- RSFE = *Running Sum of the Forecast Error*
- TS = *Tracking Signal*
- MAPE = *Mean Absolute Percent Error*
- UCL = *Upper Control Limit*
- LCL = *Lower Control Limit*
- P_{t-1} = *Sisa persediaan periode sebelumnya*
- F_t = *Peramalan permintaan periode ke-t*
- SS_t = *Persediaan pengaman aktual periode ke-t*
- Y(t) = *Aktual Penjualan periode ke-t*
- Cum |ei| = *Cummulative absolute error*

Pengolahan data peramalan permintaan meliputi tahap normalisasi data, penentuan pola data, penentuan arsitektur jaringan, pelatihan dan pengujian data serta perhitungan akurasi data peramalan.

Perhitungan Normalisasi Data

Data yang dibutuhkan dalam melakukan normalisasi adalah data aktual penjualan. Berikut rumus perhitungan normalisasi data:

$$x' = \frac{0.8(x_i - a)}{b - a} + 0.1 \dots\dots\dots (1)$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, berikut hasil normalisasi data pada produk *Crown Caps Guinness* Januari-Desember 2018:

Tabel 1 Hasil Normalisasi Data Produk *Crown Caps Guinness* pada Januari-Desember 2018

Minggu	Aktual Penjualan	Normalisasi
1	572,790	0.1742
2	420,835	0.1458
3	296,757	0.1226
4	330,210	0.1288
5	211,140	0.1066
⋮	⋮	⋮
48	1,765,000	0.397

Berikut contoh perhitungan manual normalisasi data aktual penjualan pada produk *Crown Caps Guinness*:

a = 176,000 pcs
b = 4,456,743 pcs
*x*₁ = 572,790 pcs
 $x' = \frac{0.8(572,790 - 176,000)}{4,456,743 - 176,000} = 0.1742$

Penentuan Pola Data

Setelah melakukan normalisasi data, selanjutnya hasil normalisasi data akan dibuat pola data. Pola data yang digunakan adalah hasil normalisasi data selama 24 minggu. Target pada pola tersebut merupakan hasil normalisasi data pada periode ke-25 dan begitu seterusnya. Pola data tersebut merupakan *input* saat dilakukannya pelatihan. Berikut hasil pola data produk *Crown Caps Guinness* (Tabel 2).

Tabel 2 Pola Data Produk *Crown Caps Guinness* Januari-Desember 2018

POLA							
X1	X2	X3	X4	X5	...	X24	T
0.1742	0.1458	0.1226	0.1288	0.1066		0.254	0.3266
0.1458	0.1226	0.1288	0.1066	0.1216		0.3145	0.5464
0.1226	0.1288	0.1066	0.1216	0.1849		0.5464	0.4345
0.1288	0.1066	0.1216	0.1849	0.3231		0.4345	0.2956
0.1066	0.1216	0.1849	0.3231	0.184		0.2956	0.254
0.1216	0.1849	0.3231	0.184	0.1325		0.254	0.1765
0.1849	0.3231	0.184	0.1325	0.2242		0.1765	0.3971
0.3231	0.184	0.1325	0.2242	0.1393		0.3971	0.1666
0.184	0.1325	0.2242	0.1393	0.2638		0.1666	0.4157
0.1325	0.2242	0.1393	0.2638	0.154		0.4157	0.5521
0.2242	0.1393	0.2638	0.154	0.185		0.5521	0.629
0.1393	0.2638	0.154	0.185	0.1		0.629	0.2532
0.2638	0.154	0.185	0.1	0.2304		0.2532	0.2493
0.154	0.185	0.1	0.2304	0.1517		0.2493	0.1899
0.185	0.1	0.2304	0.1517	0.1369		0.1899	0.2121
0.1	0.2304	0.1517	0.1369	0.249		0.2121	0.1837
0.2304	0.1517	0.1369	0.249	0.4384		0.1837	0.4216
0.1517	0.1369	0.249	0.4384	0.1778		0.4216	0.5925
0.1369	0.249	0.4384	0.1778	0.2999		0.5925	0.9
0.249	0.4384	0.1778	0.2999	0.254		0.9	0.2458
0.4384	0.1778	0.2999	0.254	0.3145		0.2458	0.8564
0.1778	0.2999	0.254	0.3145	0.5464		0.8564	0.5823
0.2999	0.254	0.3145	0.5464	0.4345		0.5823	0.6022
0.254	0.3145	0.5464	0.4345	0.2956		0.6022	0.397

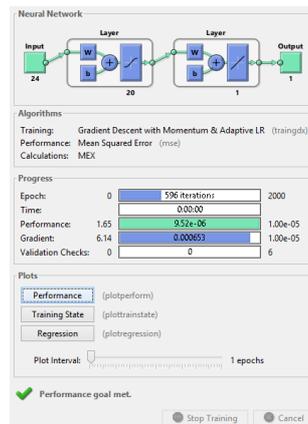
Penentuan Arsitektur Jaringan Terbaik

Pola data dari hasil normalisasi data, selanjutnya dilakukan proses pelatihan. Proses pelatihan ini membutuhkan *input* sebagai berikut:

1. *Learning rate* merupakan *input* yang berguna untuk mempercepat pelatihan. Nilai *learning rate* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0.01, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, dan 0.1.
2. *Hidden layer* berguna untuk mengenali sembarang perkawanan. Semakin banyak jumlah *hidden layer* kadangkala membuat pelatihan lebih mudah. Tidak ada kepastian dalam menentukan berapa banyak pola data agar jaringan dapat dilatih dengan sempurna [6], sehingga dalam penelitian ini jumlah unit *hidden layer* ditentukan oleh peneliti, yaitu 22, 20, 18, 16, 14, 12, dan 10.
3. *Epoch* adalah jumlah maksimum iterasi yang digunakan pada saat melakukan pelatihan. Nilai *epoch* dalam penelitian ini ditentukan oleh peneliti sebesar 2000.
4. *MSE Goals* adalah nilai *error* yang ingin dicapai. Pada penelitian ini nilai *error* yang diinginkan sebesar 0.00001.
5. *Method* merupakan fungsi pelatihan yang diinginkan. Fungsi pelatihan yang digunakan adalah *traingdm*, *traingd*, dan *traingdx*.
6. Fungsi aktivasi yang digunakan, yaitu fungsi aktivasi sigmoid biner (*logsig*), sigmoid bipolar (*tansig*) dan identitas (*purelin*). Fungsi aktivasi berfungsi untuk menentukan keluaran suatu *neuron* dan mendefinisikan nilai *neuron* pada level aktivasi tertentu.

Arsitektur jaringan terbaik adalah struktur jaringan 24-20-1 dengan *learning rate* 0.06, fungsi pelatihan adalah *traingdx*, dan fungsi aktivasi *tansig* (*input hidden*) dan *purelin* (*output hidden*). Hasil MSE pada struktur jaringan tersebut sebesar 9.52E-06 dengan epoch 596. Hal

ini pelatihan dengan iterasi ke-596 sudah mampu mencapai *MSE Goals* yang sudah ditentukan. Tampilan hasil penentuan jaringan terbaik dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Hasil Pelatihan Produk *Crown Caps Guinness* pada Struktur Jaringan 24-20-1

Arsitektur jaringan terbaik merupakan struktur jaringan 24-20-1, 24 merupakan *input* dari pola data yang telah dibuat, 20 merupakan jumlah *hidden layer*, dan 1 merupakan *output* dari pelatihan tersebut. Nilai *error* yang didapat adalah $9.52E-06$ yang merupakan nilai *error* terkecil dari pelatihan yang sudah dilakukan. Epoch yang didapat sebesar 596 yang berarti pada iterasi ke 596 pelatihan sudah mampu mencapai nilai *MSE Goals* dengan waktu yang sangat cepat, yaitu hampir satu detik.

Pengujian Peramalan Permintaan

Setelah didapatkan nilai *error* terkecil pada arsitektur jaringan terbaik, didapatkan *output* pelatihan yang merupakan data peramalan permintaan. Data peramalan permintaan tersebut selanjutnya dilakukan uji peramalan permintaan. Nilai *error* didapatkan dari perhitungan selisih antara hasil target aktual penjualan dengan hasil pelatihan data peramalan permintaan dan didapatkan hasil perhitungan nilai *error* sebesar 4%. Hasil tersebut jika dibandingkan dengan peramalan permintaan perusahaan mengalami penurunan sebesar 40%. Setelah dilakukan perhitungan nilai *error* akan dilakukan validasi data dengan perhitungan *tracking signal*. Perhitungan *tracking signal* dilakukan pada peramalan permintaan terbaik, yaitu menggunakan peramalan permintaan ANN *Backpropagation*.

Peramalan Permintaan Periode Januari-Maret 2019

Selanjutnya dilakukan peramalan permintaan pada periode Januari-Maret 2019. Data peramalan permintaan Januari-Maret 2019 diperoleh dari perhitungan peramalan permintaan menggunakan metode ANN *Backpropagation* pada *software* MATLAB.

b. Penentuan Persediaan Pengaman Produk Jadi oleh Perusahaan

Penentuan persediaan pengaman produk jadi sangat penting bagi perusahaan untuk memenuhi ketidakpastian permintaan konsumen. Penentuan persediaan pengaman produk jadi yang dilakukan oleh perusahaan (Tabel 3).

Tabel 3 Penentuan Persediaan Pengaman Produk Jadi oleh Perusahaan

Bulan	Minggu	Sisa Persediaan	Peramalan Permintaan	Perencanaan Persediaan Pengaman (25%)	Aktual Persediaan Pengaman	Penjualan Aktual	Sisa Persediaan Pengaman
1	1	230000	650000	162,500	(67,500)	352,463	460,037
	2	460,037	780000	195,000	(265,037)	567,800	407,200
	3	407,200	635400	158,850	(248,350)	445,500	348,750

Bulan	Minggu	Sisa Persediaan	Peramalan Permintaan	Perencanaan Persediaan Pengaman (25%)	Aktual Persediaan Pengaman	Penjualan Aktual	Sisa Persediaan Pengaman
	4	348,750	445700	111,425	(237,325)	975,600	(418,475)
:							
	9	19,915	706803	176,701	156,786	590,557	292,947
3	10	292,947	663671	165,918	(127,029)	652,340	177,249
	11	177,249	451876	112,969	(64,280)	807,662	(242,817)
	12	(242,817)	578524	144,631	387,448	492,442	230,713
TOTAL							3,733,179

Rumus perhitungan persediaan pengaman produk jadi yang ditentukan oleh perusahaan adalah:

$$SS_t = (25\% \times Ft) - P_{t-1} \quad (2)$$

Berikut adalah contoh perhitungan persediaan pengaman produk *Crown Caps Guinness* yang dilakukan oleh perusahaan pada periode Januari 2019:

Periode: Januari 2019

P_{t-1} (Minggu ke-4 Desember 2018) = 230,000 pcs

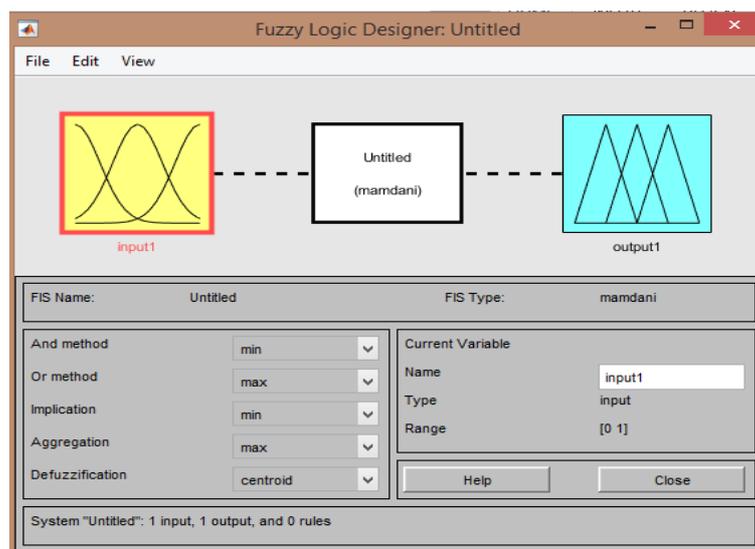
F_t (Minggu ke-1 Januari 2019) = 650,000 pcs

$SS_{minggu(1)} = (25\% \times 650,000) - 345,250 = -67,500$ pcs

c. Penentuan Persediaan Pengaman Produk Jadi Menggunakan Model *Fuzzy Inventory*

Penentuan persediaan pengaman produk jadi dengan menggunakan *fuzzy inventory* pada *software* MATLAB dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Pada tahap awal, dilakukan pembuatan *input variable* pada model *fuzzy inventory*. *Input* pada model tersebut adalah peramalan permintaan dan aktual penjualandengan menentukan *and method, or method, implication, aggregation, dan defuzzification* (Gambar 3).



Gambar 3 Tampilan *Fuzzy Inventory* pada *Software* MATLAB

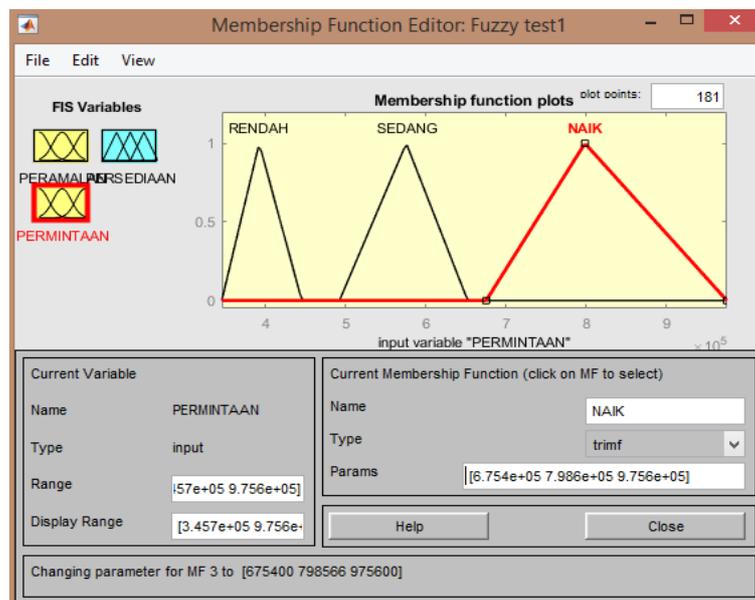
Berdasarkan Gambar 3, *fuzzy inventory* yang digunakan adalah *fuzzy mamdani* dimana pada *and method* menggunakan *min*, *or method* menggunakan *max*, *implication* menggunakan *min*, *aggregation* menggunakan *max*, dan *defuzzification* menggunakan *centroid*.

2. Penentuan fungsi keanggotaan. Penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan trimf dimana fungsi keanggotaan tersebut merupakan kurva segitiga [10]. Fungsi keanggotaan trimf memiliki 3 parameter dalam membentuk kurva. Parameter tersebut dibuat berdasarkan tabel linguistik (Tabel 4)

Tabel 4 Tabel Linguistik Aktual Penjualan Januari-Maret 2019 Produk *Crown Caps Guinness*

	Aktual Penjualan	Nilai Rata-Rata
Rendah	345,700	392,316
	352,463	
	425,600	
	445,500	
Sedang	492,442	575,785
	567,800	
	590,557	
	652,340	
Tinggi	675,400	798,566
	735,600	
	807,662	
	975,600	

Selanjutnya dilakukan penentuan parameter. Gambar 4 merupakan tampilan *fuzzy inventory* pada program MATLAB untuk penentuan parameter.

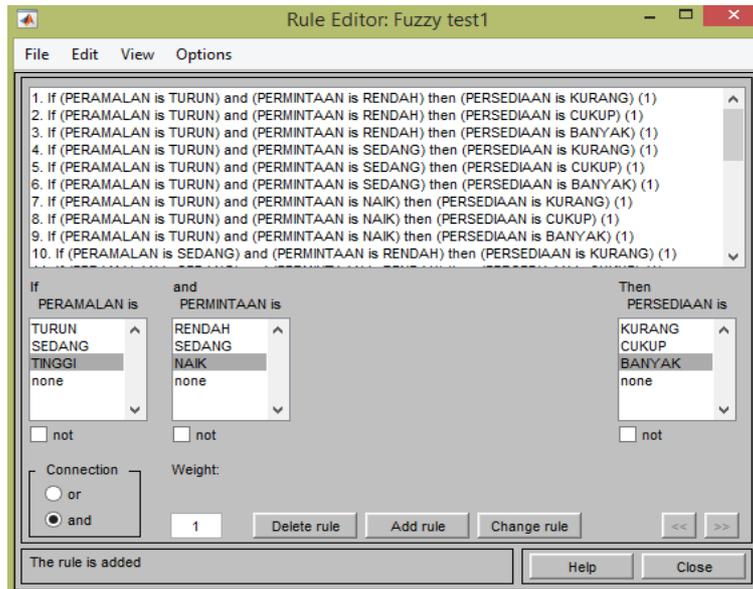


Gambar 4 Tampilan *Fuzzy Inventory* dalam Menentukan Parameter

Pada Gambar 4 terdapat tiga fungsi keanggotaan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Penentuan parameter pada ketiga fungsi keanggotaan tersebut dilakukan berdasarkan tabel linguistik yang sudah dibuat (Tabel 7), misalnya pada fungsi keanggotaan tinggi memiliki parameter [675400 798566 975600]. *Range* pada *input variable* aktual penjualan adalah [345700 976500] (lihat Gambar 3).

3. Tahap berikutnya adalah menentukan *rules*. Menentukan *rules* menggunakan *software* MATLAB dilakukan dengan cara klik *edit*, kemudian klik *rules* atau dengan cara

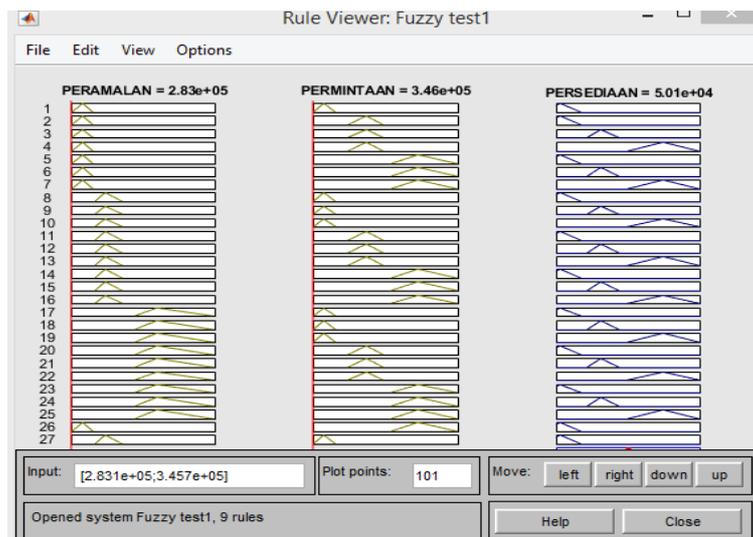
menekan Ctrl+3 pada *keyboard*. Berikut tampilan untuk menentukan *rules* pada *fuzzy inventory*:



Gambar 5 Penentuan *Rules Fuzzy Inventory* pada *Software MATLAB*

Pada Gambar 5, aturan *fuzzy* menggunakan pernyataan *if*, *and*, dan *then*. Berdasarkan fungsi keanggotaan yang dibuat, yaitu fungsi keanggotaan kurva segitiga, maka kombinasi aturan *fuzzy* yang dibuat adalah sebanyak 27 aturan *fuzzy*.

- Setelah membuat aturan *fuzzy*, kemudian dilakukan penentuan persediaan pengaman produk jadi pada periode yang diinginkan. Berikut adalah tampilan model *fuzzy inventory* untuk menentukan persediaan pengaman produk jadi.



Gambar 6 Penentuan Persediaan Pengaman Produk Jadi Menggunakan Model *Fuzzy Inventory* pada *Software MATLAB*

Gambar 6 memperlihatkan hasil penentuan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model *fuzzy* dengan memasukkan nilai peramalan permintaan dan aktual penjualan pada periode yang diinginkan pada *command input*.

d. Fuzzy Logic dan Artificial Neural Network

Penentuan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model *fuzzy inventory* berdasarkan peramalan permintaan menggunakan ANN *backpropagation*. Tabel 5 merupakan hasil perhitungannya.

Tabel 5 Perhitungan Persediaan Pengaman Produk Jadi Berdasarkan Kondisi 2 pada Produk *Crown Caps Guinness* pada Januari-Maret 2019

Bulan	Minggu	Sisa Persediaan	Peramalan Permintaan	Perencanaan Persediaan Pengaman	Aktual Persediaan Pengaman	Penjualan Aktual	Sisa Persediaan
1	1	230,000	283,051	50,100	(179,900)	352,463	(19,312)
	2	(19,312)	454,702	51,800	71,112	567,800	(61,298)
	3	(61,298)	308,977	50,100	111,398	445,500	(86,423)
	4	(86,423)	1,342,005	50,100	136,523	975,600	416,505
3	9	35,250	550,952	48,900	13,650	590,557	9,295
	10	9,295	765,401	50,100	40,805	652,340	163,161
	11	163,161	789,674	50,700	(112,461)	807,662	32,712
	12	32,712	445,600	50,100	17,388	492,442	3,258
TOTAL							1,054,105

Berikut contoh perhitungan persediaan pada minggu ke-12:

$$P_{11} = 32,712 \text{ pcs}$$

$$F_{12} = 445,600 \text{ pcs}$$

$$Y(12) = 492,442 \text{ pcs}$$

$$\text{Fuzzy Inventory} = 50,100 \text{ pcs}$$

$$SS_{12} = \text{Fuzzy Inventory} - P_{11} = 50,100 - 32,712 = 17,388 \text{ pcs}$$

$$P_{12} = P_{11} + F_{12} + SS_{12} - Y(12)$$

$$= (32,712) + 445,600 + 17,388 - 492,442 = 3,258 \text{ pcs}$$

Berdasarkan Tabel 5, total sisa persediaan pengaman produk jadi selama 3 bulan adalah sebanyak 1,054,105 unit. Hasil tersebut mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kondisi saat ini, yaitu sebanyak 3,733,179 unit.

e. Perbandingan Biaya Simpan Produk Jadi pada Januari-Maret 2019

Perhitungan biaya simpan produk jadi berdasarkan kondisi awal dan usulan adalah berdasarkan hasil perkalian total sisa persediaan pengaman produk jadi yang sudah dihitung sebelumnya (Tabel 5) dengan biaya simpan produk jadi. Berikut hasil perhitungan biaya simpan produk jadi pada kondisi usulan.

Tabel 6 Perhitungan Biaya Simpan Produk Jadi Kondisi 2 (Usulan) untuk Produk *Crown Caps Guinness*

Bulan	Minggu	Sisa Persediaan Pengaman	Total Sisa Persediaan Pengaman	Biaya Simpan Produk Jadi per 3 Bulan	Total Biaya Simpan per 3 Bulan
1	1	(19,312)	1,054,105	Rp 4.50	Rp. 4,743,471
	2	(61,298)			
	3	(86,423)			
	4	416,505			
2	5	54,501			
	6	155,051			
	7	(17,340)			
	8	35,250			
3	9	9,295			
	10	163,161			
	11	32,712			
	12	3,258			

Berdasarkan tabel 6, didapatkan total biaya simpan senilai Rp. 16,799,304. Perhitungan biaya simpan per minggu pada kondisi saat ini adalah:

$$\text{Biaya simpan}/3 \text{ bulan} = \frac{(30\% \times Rp.60)}{4} = Rp. 4.50$$

Biaya Simpan Produk Jadi per 3 bulan:

$$\text{Total Persediaan Pengaman} = 1,054,105 \text{ pcs}$$

$$\text{Total Biaya Simpan}/3 \text{ bulan} = 1,054,105 \times Rp. 4,50 = Rp. 4,7$$

Setelah melakukan perhitungan biaya simpan produk jadi, selanjutnya dilakukan perbandingan total biaya simpan produk jadi selama periode Januari-Maret 2019. Tabel 7 hasil perhitungan perbandingan total biaya simpan produk jadi berdasarkan kondisi perusahaan dan usulan.

Tabel 7 Perbandingan Total Biaya Simpan Produk Jadi Berdasarkan 2 Kondisi pada Januari-Maret 2019

Kondisi	Keterangan	Total Biaya Simpan	Penghematan
1	Peramalan permintaan dan penentuan persediaan pengaman produk jadi oleh perusahaan	Rp. 16,799,304	-
2	Peramalan menggunakan ANN <i>Backpropagation</i> dan penentuan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model <i>fuzzy inventory</i>	Rp. 4,743,471	72%

Pada Tabel 7, dapat dilihat bahwa usulan pendekatan mampu menghemat 72% jika dibandingkan dengan kondisi saat ini. Hal ini dikarenakan peramalan permintaan dengan menggunakan ANN *Backpropagation* memberikan hasil peramalan lebih baik dengan nilai *error* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan peramalan permintaan yang dilakukan oleh perusahaan. Penentuan persediaan dengan model *fuzzy inventory* juga memberikan hasil total persediaan pengaman produk jadi selama tiga bulan sebesar 1,054,105 unit yang merupakan total persediaan pengaman produk jadi terkecil jika dibandingkan dengan kondisi saat ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan perhitungan peramalan permintaan pada Januari-Maret 2019 dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network Backpropagation* menghasilkan nilai *error* sebesar 4%, yang berarti penurunan sebesar 40% jika dibandingkan dengan peramalan permintaan yang diterapkan oleh perusahaan. Sedangkan perhitungan persediaan pengaman produk jadi dengan menggunakan model *fuzzy inventory* mampu menurunkan sisa persediaan pengaman produk jadi jika dibandingkan dengan penentuan persediaan pengaman produk jadi oleh perusahaan sebesar 3,733,179 unit turun menjadi 1,054,105 unit selama tiga bulan. Sehingga total biaya simpan produk jadi terbaik didapatkan pada peramalan permintaan menggunakan ANN *Backpropagation* dengan penentuan persediaan pengaman produk jadi menggunakan model *fuzzy inventory* yaitu senilai Rp. 4,743,471 yang dapat menghemat sebesar 72% jika dibandingkan dengan kondisi saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noor dan M. Ahmad, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Metode Economic Order Quantity dan Kanban pada PT. Adyawinsa Stamping Industries", *Jurnal Optimasi Sistem Industri (OPSI)*, Yogyakarta, 2017, Hal. 128-142, Volume 10.
- [2] N. E Yacoba dan S. I Wayan, "Analisis Metode Peramalan Permintaan Terbaik Produk Oxycan pada PT. Samator Gresik", IDEC, 2017, Surakarta, 2017, Hal. 414-422.

-
- [3] R. M. Azhar dan R. Edwin, “Peramalan Jumlah Produksi Ikan dengan Menggunakan *Backpropagation Neural Network* (Studi Kasus: UPTS Pelabuhan Perikanan Banjarmasin)”, *Jurnal Teknik ITS*, Surabaya, 2017, Hal. 142-148, Volume 6.
- [4] K. Mia dan S. Marzuki, “Logika *Fuzzy* Metode Mamdani dalam Sistem Keputusan *Fuzzy* Produksi Menggunakan MATLAB”, *Jurnal Ilmu Komputer*, Jakarta, 2016, Hal. 171-181, Volume 1.
- [5] T. Andri et al., “Penerapan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* Untuk Meramalkan Harga Saham (IHSG)”. *Jurnal Sistem dan Informatika*”, Yogyakarta, 2016, Hal. 165-172, Volume 11.
- [6] J.J. Siang, “Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramannya menggunakan MATLAB”, Yogyakarta, Indonesia: ANDI OFFSET, 2009, Bab 7, Hal. 97-121.
- [7] S. Fahmi dan Nanda, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Metode EOQ pada UD. Adi Mabel”, *Jurnal Teknovasi*, Medan, 2015, Hal. 1-11, Volume 2.
- [8] K. Sri dan P. Hari, “Aplikasi Logika *Fuzzy*”, Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2004, Bab 2, Hal. 39-49.
- [9] T. Tanthatemee et al., ”*Fuzzy Inventory Control System for Uncertain Demand and Supply*”, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientist*, Hongkong, 2012, Volume 2.
- [10] Z. Farah. (Juli 2017). “Logika *Fuzzy* Menggunakan MATLAB” [online]. Akses: farahzakiyah.blog.dinus.ac.id.
-