

Aplikasi Penentuan Jumlah Produksi di Farhan Konfeksi Kotamobagu dengan Menggunakan *Fuzzy* Tsukamoto

Michel Farrel Tomatala

STMIK Multicom Bolaang – Mongondow, Kotamobagu - Sulawesi Utara, Indonesia
correspondence e-mail: michel@stmikmulticom.ac.id

Abstrak—Ketidakstabilan permintaan yang tinggi maupun rendah pada waktu tertentu serta permintaan secara mendadak mengakibatkan sulitnya menentukan jumlah produksi yang tepat. Ini mengakibatkan masalah penumpukan stok persediaan saat kelebihan jumlah produksi dan masalah sebaliknya yaitu kekurangan jumlah produksi sehingga tidak dapat memenuhi jumlah permintaan. Sebab itu dibutuhkan suatu aplikasi yang bisa dengan mudah digunakan untuk menentukan jumlah produksi yang tepat. Aplikasi ini menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto dengan tiga tahap perhitungan jumlah produksi yaitu fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Pada tahap awal, variabel permintaan, persediaan dan produksi masing-masing dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy. Variabel permintaan terdiri dari TURUN, TETAP dan NAIK, variabel persediaan terdiri dari SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK, serta variabel produksi terdiri dari BERKURANG, TETAP dan BERTAMBAH. Kombinasi semua himpunan fuzzy dibentuk menjadi sembilan rules fuzzy yang digunakan dalam tahap inferensi. Ditahap inferensi, dicari nilai keanggotaan anteseden (α) dan nilai jumlah produksi kira-kira (z) setiap rules-nya. Jumlah pakaian yang akan diproduksi (Z) dicari dengan metode defuzzifikasi rata-rata terpusat. Aplikasi ini memiliki tingkat kesalahan sebesar 0.324673 % setelah diuji menggunakan 29 sampel dengan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE), sehingga disimpulkan bahwa aplikasi ini memiliki kinerja efektif tanpa mengurangi ketepatan perhitungan dan dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi dalam waktu singkat.

Kata Kunci—aplikasi; fuzzy; produksi; Tsukamoto;

Abstract—The instability of the high and low demand at particular time that sometimes happen in unexpected time caused the difficulties to determine the exact number of production. This caused the accumulation of the stocks at when there are extra productions and as reversed, it also caused the lack numbers of production then it caused the incapability to fulfil the demand. Thus, it is necessary to create an application that can be used easily to determine exact numbers of production. This application uses *Fuzzy* Tsukamoto method by using three calculation phases; fuzzyfication, inference, and defuzzyfication. In initial stages, variables of demand, inventory, and production are divided into three fuzzy sets. Demand variable consists of DOWN, CONSTANT, and UP, the inventory variable consist of LITTLE, MEDIUM, and MANY, and production variable consists of DECREASED, CONSTANT, and INCREASED. The combination of all fuzzy sets have been formed into nine rules which is used at inference stage. At the inference stage, the value of anteseden (α) and the value of approximate production (z) are determined. The quantity of clothes which are going to be produced (Z) is searched by centralized mean defuzzyfication method. This application only has error rate as 0.324673 % after being tested for 29 samples by using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method, then it can be concluded that this application has effective performance by not reducing the calculation precision and can be used to determine the quantity of production briefly.

Keywords—application; fuzzy; production; Tsukamoto;

I. PENDAHULUAN

Masalah terkait penentuan jumlah produksi biasanya dialami oleh i-rumah konfeksi dikarenakan penentuan jumlah produksi yang dilakukan hanya berdasarkan prediksi, ditambah lagi ketidakstabilan jumlah pesanan. Hal inilah yang mengakibatkan stok persediaan pakaian selalu bertambah dan akhirnya menumpuk atau mengalami kekurangan sehingga tidak dapat memenuhi jumlah permintaan.

Berdasarkan permasalahan yang ada di Farhan Konfeksi saat ini, dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat dengan mudah digunakan untuk menentukan jumlah produksi pakaian yang tepat dengan sebuah metode untuk mengatasi masalah tersebut. Adapun metode yang digunakan untuk menentukan jumlah produksi, yaitu metode *Fuzzy* Tsukamoto [6]. Metode ini dipilih karena keunggulannya yaitu memiliki tingkat toleransi terhadap data yang tidak tepat dan penalaran *fuzzy* yang cukup mudah untuk dipahami [7]. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi yang bisa dengan mudah digunakan untuk menentukan jumlah produksi pakaian di Farhan Konfeksi Kotamobagu menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto. Dengan adanya sebuah aplikasi yang bisa dengan mudah digunakan untuk membantu Farhan

Konfeksi dalam menentukan jumlah produksi pakaian yang ideal sehingga masalah penumpukan dan juga masalah kekurangan stok pakaian yang sering dialami oleh Farhan Konfeksi dapat diatasi. Adapun beberapa batasan masalah yang diuraikan dan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah produksi ditentukan berdasarkan jumlah persediaan dan permintaan.
2. Data yang digunakan sebagai berikut: persediaan (maksimum dan minimum), permintaan (maksimum dan minimum), produksi (maksimum dan minimum) pada satu periode tertentu, permintaan saat ini dan persediaan saat ini.

Penggunaan aplikasi ini dikhususkan untuk pihak rumah konfeksi yang bertanggung jawab untuk menentukan jumlah produksi dalam hal ini *manager* produksi Farhan Konfeksi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Fuzzy Inference System Dengan Metode Tsukamoto Sebagai Penunjang Keputusan Produksi (Studi Kasus: PT. Talkindo Selaksa Anugrah) merupakan salah satu judul penelitian yang terkait dengan penelitian ini. Dalam sistem penunjang keputusan ini ada tiga variabel yang dimodelkan, yaitu: permintaan, persediaan dan produksi. Masing-masing variabel terdiri dari dua himpunan *fuzzy* yaitu: TURUN dan NAIK untuk variabel permintaan, SEDIKIT dan BANYAK, untuk variabel persediaan serta BERKURANG dan BERTAMBAH untuk variabel produksi. Ada empat aturan *fuzzy* yang digunakan dalam tahap inferensi. Pada tahap inferensi, dicari nilai keanggotaan anteseden (α) dan nilai perkiraan jumlah produksi (z) dari setiap aturan. Jumlah barang yang akan diproduksi (Z) dicari dengan defuzzifikasi rata-rata terpusat [8]. Adapun pada penelitian ini, dengan menggunakan metode yang sama akan dibangun sebuah aplikasi untuk memudahkan penentuan jumlah produksi dengan menggunakan tiga variabel yang sama yaitu permintaan, persediaan dan produksi. Setiap variabel terdiri dari 3 himpunan yaitu TURUN, TETAP dan NAIK untuk variabel permintaan, SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK untuk variabel persediaan serta BERKURANG, TETAP dan BERTAMBAH untuk variabel produksi sehingga terbentuk sembilan *rules* yang selanjutnya digunakan dalam tahap inferensi dimana secara teori [3] Menyatakan bahwa penambahan jumlah *rules* yang digunakan dalam inferensi akan berpengaruh pada keakuratan hasil perhitungan jumlah produksi. Pada tahap inferensi, dicari nilai keanggotaan anteseden (α) dan nilai perkiraan jumlah produksi (z) dari setiap aturan. Jumlah barang yang akan diproduksi (Z) dicari dengan metode defuzzifikasi rata-rata terpusat [5]. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini bisa memberikan hasil berupa jumlah produksi pakaian yang ideal untuk mengatasi masalah penumpukan dan kekurangan stok pakaian yang dialami oleh Farhan Konfeksi.

III. METODE PENELITIAN

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh secara langsung dari objek penelitian dan referensi-referensi yang telah diperoleh [10]. Cara-cara yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :

a) *Studi Lapangan*

Datang langsung di tempat penelitian dan melakukan observasi dan wawancara.

b) *Studi Literatur*

Pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian. Pengumpulan data yang dilakukan bersumber dari materi-materi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

2. Identifikasi Masalah

Seringnya kejadian penumpukan stok persediaan akibat penentuan jumlah produksi yang belum tepat di perusahaan Farhan Konfeksi Kotamobagu.

3. Pengolahan Data dengan Metode Fuzzy Tsukamoto

Setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *If-Then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton [9]. Sebagai hasilnya *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α - predikat (*fire strength*) [4]. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

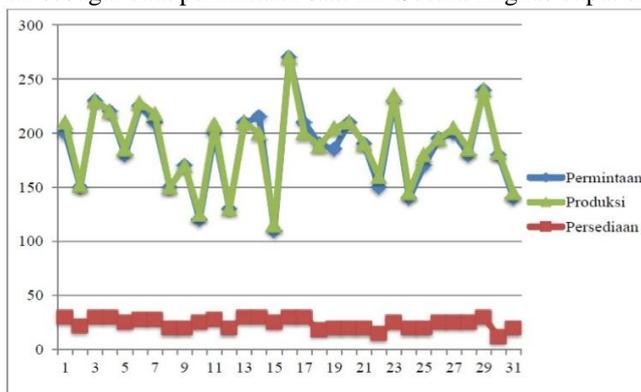
a) *Domain*

Domain Himpunan *Fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *Fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun bilangan negative [1]. Contoh domain himpunan *Fuzzy*: Muda = [0,45]. Penelitian ini dirancang untuk menentukan jumlah produksi pakaian di Farhan Konfeksi dengan menggunakan data yang diperoleh dari Farhan Konfeksi yaitu data produksi pada bulan Juli 2017 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi pakaian Farhan Konfeksi periode bulan Juli 2017

Tanggal	Permintaan	Persediaan	Produksi
1-07-2017	200	30	180
2-07-2017	150	22	130
3-07-2017	230	30	200
4-07-2017	220	30	200
5-07-2017	180	25	160
6-07-2017	225	28	200
7-07-2017	210	28	190
8-07-2017	150	20	130
9-07-2017	170	20	150
10-07-2017	120	25	100
11-07-2017	200	28	180
12-07-2017	130	20	110
13-07-2017	210	30	180
14-07-2017	215	30	170
15-07-2017	110	25	90
16-07-2017	270	30	240
17-07-2017	210	30	170
18-07-2017	190	18	170
19-07-2017	185	20	185
20-07-2017	210	20	190
21-07-2017	190	20	170
22-07-2017	150	15	145
23-07-2017	230	25	210
24-07-2017	140	20	125
25-07-2017	170	20	160
26-07-2017	195	25	170
27-07-2017	200	25	180
28-07-2017	180	12	170
29-07-2017	240	30	210
30-07-2017	180	12	170
31-07-2017	140	20	125
1-08-2017	170	25	

Data permintaan merupakan data yang terkumpul dari hari sebelumnya sampai pada hari tersebut. Data pada tanggal 31 Juli 2017 merupakan data permintaan yang masuk sejak tanggal 30 Juli 2017 setelah produksi pada tanggal tersebut (30 Juli 2017). Data permintaan yang masuk tanggal 30 sampai tanggal 31 Juli 2017 diakumulasikan sebagai data permintaan saat ini. Secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik selisih data produksi Farhan Konfeksi bulan Juli 2017.

Grafik pada Gambar 1 bertujuan untuk memperlihatkan objek visualisasi dari tabel produksi Farhan Konfeksi bulan Juli 2017. Dari data grafik ini dihasilkan data maksimum dan minimum yang akan digunakan untuk menghitung jumlah produksi dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*, seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel produksi pakaian Farhan Konfeksi pada bulan Juli 2017

Data	Jumlah	Satuan
Permintaan Maximum (X_{max})	270	Lembar/Hari
Permintaan Minimum (X_{min})	110	
Persediaan Maximum (X_{max})	30	
Persediaan Minimum (X_{min})	12	
Produksi Maximum (X_{max})	240	
Produksi Minimum (X_{min})	90	

b) Fuzzifikasi

Nilai keanggotaan himpunan permintaan dan persediaan dicari menggunakan fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* dengan memperhatikan nilai maksimum dan nilai minimum data 1 periode tertentu dari tiap variabel. Variabel 1 periode terakhir yaitu; variabel permintaan, variabel persediaan dan variabel produksi.

1) Variabel Permintaan

Variabel Permintaan terdiri atas 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu : TURUN, TETAP dan NAIK.

a) Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* TURUN variabel permintaan

Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* TURUN dari himpunan *Fuzzy* permintaan menurut [1] sesuai dengan data pada tabel 2 dimana permintaan max=270 dan permintaan minimum = 110 adalah:

$$\mu_{\text{Permintaan TURUN}}[X] = \begin{cases} 1 & , X \leq 110 \\ \frac{270 - X}{270 - 110} & , 110 \leq X \leq 270 \\ 0 & , X \geq 270 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Permintaan TURUN}}[X] = \begin{cases} 1 & , X \leq X_{\min} \\ \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}} & , X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ 0 & , X \geq X_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

b) Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* TETAP variabel permintaan

Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* TETAP dari himpunan *Fuzzy* permintaan menurut [1] sesuai dengan data pada tabel 2 dimana permintaan max = 270 dan permintaan minimum =110 adalah:

$$\mu_{\text{Permintaan TETAP}}[X] = \begin{cases} 1 & , X \leq X_{\min} \\ \frac{X - X_{\min}}{X_t - X_{\min}} & , X_{\min} \leq X \leq X_t \\ \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_t} & , X_t \leq X \leq X_{\max} \\ 0 & , X \leq X_{\min} \cup X \geq X_{\max} \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\text{Permintaan TETAP}}[X] = \begin{cases} 1 & , X \leq 100 \\ \frac{X - 110}{190 - 110} & , 100 \leq X \leq 190 \\ \frac{190 - X}{270 - 190} & , 190 \leq X \leq 270 \\ 0 & , X \leq 110 \cup X \geq 270 \end{cases}$$

c) Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* NAIK variabel permintaan

Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* NAIK dari himpunan *Fuzzy* permintaan menurut [1] sesuai dengan data pada tabel 2 dimana permintaan max = 270 dan permintaan minimum =110 adalah:

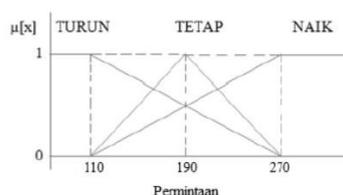
$$\mu_{\text{Permintaan NAIK}}[X] = \begin{cases} 0 & , X \leq X_{\min} \\ \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} & , X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ 1 & , X \geq X_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\text{Permintaan NAIK}}[X] = \begin{cases} 0 & , X \leq 110 \\ \frac{X - 110}{270 - 110} & , 110 \leq X \leq 270 \\ 1 & , X \geq 270 \end{cases}$$

$$\text{Ket: } X_t = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

$$= \frac{270 + 110}{2} = 190$$

Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* TURUN, TETAP, dan NAIK dari variabel permintaan menurut [1] direpresentasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dari variabel permintaan

Gambar 2. merupakan representasi grafik variabel permintaan yang terdiri dari 3 himpunan yaitu TURUN, TETAP, dan NAIK. Himpunan TURUN direpresentasikan dengan garis linear turun, himpunan TETAP direpresentasikan dengan kurva segitiga dan himpunan NAIK direpresentasikan dengan garis

linear naik dengan nilai permintaan minimum = 110, nilai permintaan tetap = 190, dan nilai permintaan maximum = 270. Sesuai dengan data yang diperoleh pada Tabel 1, diketahui bahwa jumlah permintaan saat ini adalah 170 sehingga nilai keanggotaan tiap himpunan pada variabel permintaan menurut [1] dapat dicari dengan cara :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{permintaan TURUN}[170]} &= \frac{X_{\text{max}} - X}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \\ &= \frac{270 - 170}{270 - 110} \\ &= \frac{100}{160} \\ &= 0,625 \\ \mu_{\text{permintaan TETAP}[170]} &= \frac{X - X_{\text{min}}}{X_t - X_{\text{min}}} \\ &= \frac{170 - 110}{190 - 110} \\ &= \frac{60}{80} \\ &= 0,75 \\ \mu_{\text{permintaan NAIK}[170]} &= \frac{X - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \\ &= \frac{170 - 110}{270 - 110} \\ &= \frac{60}{160} \\ &= 0,375 \end{aligned}$$

2) Variabel Persediaan

Variabel Persediaan terdiri 3 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK.

a) Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy SEDIKIT variabel persediaan

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy SEDIKIT dari himpunan *Fuzzy* persediaan menurut [1] sesuai dengan tabel 2 dimana persediaan max = 30 dan persediaan minimum = 12 adalah:

$$\mu_{\text{persediaan SEDIKIT}[y]} = \begin{cases} 1 & , y \leq y_{\text{min}} \\ \frac{y_{\text{max}} - y}{y_{\text{max}} - y_{\text{min}}} & , y_{\text{min}} \leq y \leq y_{\text{max}} \\ 0 & , y \geq y_{\text{max}} \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{persediaan SEDIKIT}[y]} = \begin{cases} 1 & , y \leq 12 \\ \frac{30 - y}{30 - 12} & , 12 \leq y \leq 30 \\ 0 & , y \geq 30 \end{cases}$$

b) Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy SEDANG variabel persediaan

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy SEDANG dari himpunan *Fuzzy* persediaan menurut [1] sesuai dengan tabel 2 dimana persediaan max = 30 dan persediaan minimum = 12 adalah:

$$\mu_{\text{persediaan SEDANG}[y]} = \begin{cases} 1 & , y \leq y_{\text{min}} \\ \frac{y - y_{\text{min}}}{y_t - y_{\text{min}}} & , y_{\text{min}} \leq y \leq y_t \\ \frac{y_{\text{max}} - y}{y_{\text{max}} - y_t} & , y_t \leq y \leq y_{\text{max}} \\ 0 & , y \leq y_{\text{min}} \cup y \geq y_{\text{max}} \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{persediaan SEDANG}[y]} = \begin{cases} 1 & , y \leq 12 \\ \frac{y - 12}{21 - 12} & , 12 \leq y \leq 21 \\ \frac{21 - y}{21 - 30} & , 21 \leq y \leq 30 \\ 0 & , y \leq 12 \cup y \geq 30 \end{cases}$$

c) Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BANYAK variabel persediaan

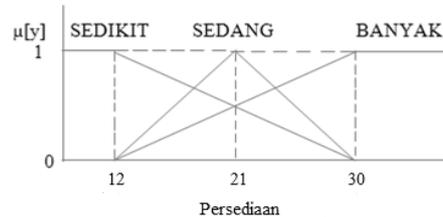
Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BANYAK dari himpunan *Fuzzy* persediaan menurut [1] sesuai dengan tabel 2 dimana persediaan max = 30 dan persediaan minimum = 12 adalah:

$$\mu_{\text{persediaan BANYAK}[y]} = \begin{cases} 0 & , y \leq y_{\text{min}} \\ \frac{y - y_{\text{min}}}{y_{\text{max}} - y_{\text{min}}} & , y_{\text{min}} \leq y \leq y_{\text{max}} \\ 1 & , y \geq y_{\text{max}} \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{persediaan BANYAK}}[y] = \begin{cases} 0 & , y \leq 12 \\ \frac{y-12}{30-12} & , 12 \leq y \leq 30 \\ 1 & , y \geq 30 \end{cases}$$

$$\text{Ket: } y_t = \frac{y_{\max} + y_{\min}}{2} = \frac{30 + 12}{2} = 21$$

Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK dari variabel persediaan menurut [1] direpresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dari variabel persediaan

Gambar 3 merupakan representasi grafik variabel persediaan yang terdiri dari 3 himpunan yaitu SEDIKIT, SEDANG, BANYAK. Himpunan SEDIKIT direpresentasikan dengan garis linear turun, himpunan SEDANG direpresentasikan dengan kurva segitiga dan himpunan BANYAK direpresentasikan dengan garis linear naik dengan nilai persediaan SEDIKIT = 12, nilai persediaan SEDANG = 21 dan nilai persediaan BANYAK = 30. Sesuai dengan data yang diperoleh pada tabel 1 jumlah persediaan saat ini adalah 25, sehingga nilai keanggotaan tiap himpunan pada variabel persediaan dapat dicari dengan cara :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{persediaan SEDIKIT}}[25] &= \frac{y_{\max} - y}{y_{\max} - y_{\min}} \\ &= \frac{30 - 25}{30 - 12} \\ &= \frac{5}{18} \\ &= 0,277 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{persediaan SEDANG}}[25] &= \frac{y_{\max} - y}{y_{\max} - y_t} \\ &= \frac{30 - 25}{30 - 21} \\ &= \frac{5}{9} \\ &= 0,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{persediaan BANYAK}}[25] &= \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}} \\ &= \frac{25 - 12}{30 - 12} \\ &= \frac{13}{18} \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

3) Variabel Produksi

Variabel Produksi terdiri 3 himpunan fuzzy, yaitu BERKURANG, TETAP dan BERTAMBAH.

a) Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BERKURANG variabel produksi

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BERKURANG dari himpunan *Fuzzy* produksi menurut [1] sesuai dengan tabel 2 dimana produksi max = 240 dan produksi minimum = 90 adalah:

$$\mu_{\text{Produksi BERKURANG}}[Z] = \begin{cases} 1 & , Z \leq Z_{\min} \\ \frac{Z_{\max} - Z}{Z_{\max} - Z_{\min}} & , Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max} \\ 0 & , Z \geq Z_{\max} \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\text{Produksi BERKURANG}}[Z] = \begin{cases} 1 & , Z \leq 90 \\ \frac{240 - Z}{240 - 90} & , 90 \leq Z \leq 240 \\ 0 & , Z \geq 240 \end{cases}$$

- b) Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TETAP variabel produksi
 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TETAP dari himpunan *Fuzzy* produksi menurut [1] sesuai dengan tabel 2 dimana produksi max = 240 dan produksi minimum = 90 adalah:

$$\mu_{\text{Produksi TETAP}}[Z] = \begin{cases} 1 & , Z \leq Z_{\min} \\ \frac{Z - Z_{\min}}{Z_t - Z_{\min}} & , Z_{\min} \leq Z \leq Z_t \\ \frac{Z_{\max} - Z}{Z_{\max} - Z_t} & , Z_t \leq Z \leq Z_{\max} \\ 0 & , Z \leq Z_{\min} \cup Z \geq Z_{\max} \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{\text{Produksi TETAP}}[Z] = \begin{cases} 1 & , Z \leq 90 \\ \frac{Z - 90}{165 - 90} & , 90 \leq Z \leq 165 \\ \frac{240 - Z}{240 - 165} & , 165 \leq Z \leq 240 \\ 0 & , Z \leq 90 \cup Z \geq 240 \end{cases}$$

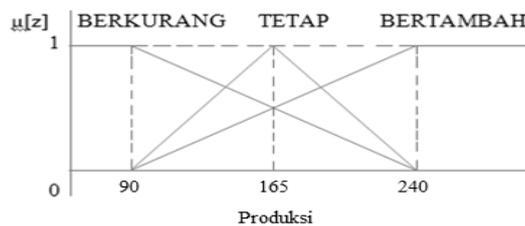
- c) Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BERTAMBAH variabel produksi
 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BERTAMBAH dari himpunan *Fuzzy* produksi menurut [1] sesuai dengan tabel 2 dimana produksi max = 240 dan produksi minimum = 90 adalah:

$$\mu_{\text{Produksi BERTAMBAH}}[Z] = \begin{cases} 0 & , Z \leq Z_{\min} \\ \frac{Z - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} & , Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max} \\ 1 & , Z \geq Z_{\max} \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\text{Produksi BERTAMBAH}}[Z] = \begin{cases} 0 & , Z \leq 90 \\ \frac{Z - 90}{240 - 90} & , 90 \leq Z \leq 240 \\ 1 & , Z \geq 240 \end{cases}$$

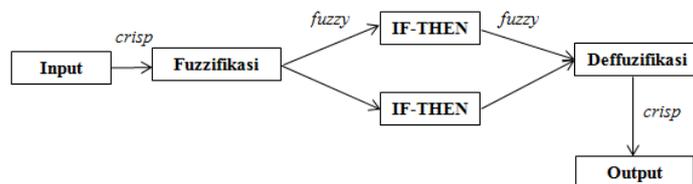
Ket: $Z_t = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} = \frac{240 + 90}{2} = 165$

Fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* BERKURANG, TETAP, dan BERTAMBAH dari variabel produksi menurut [1] direpresentasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dari variabel produksi

Gambar 4 merupakan representasi grafik variabel produksi yang terdiri dari 3 himpunan yaitu BERKURANG, TETAP, BERTAMBAH. Himpunan BERKURANG direpresentasikan dengan garis linear turun, himpunan TETAP direpresentasikan dengan kurva segitiga dan himpunan BERTAMBAH direpresentasikan dengan garis linear naik dengan nilai produksi BERKURANG = 90, nilai produksi TETAP = 165 dan nilai produksi BERTAMBAH = 240. Kemudian masuk pada tahap inferensi dengan menggunakan sistem inferensi *Fuzzy* seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram blok sistem inferensi *Fuzzy*

Pada gambar 5 tahap pertama dimulai dengan melakukan input data yang bersifat *crisp* (tegas) ke setiap *rules* yang ada sehingga memperoleh nilai anteseden (α) dan jumlah perkiraan produksi (z) untuk setiap *rules* kemudian nilai-nilai tersebut dihitung menggunakan metode defuzzifikasi rata-rata terpusat untuk menghasilkan nilai output Z (jumlah produksi barang). Dalam proses inferensi menurut [1] ada beberapa persamaan yang digunakan yaitu :

- I. Jika produksi BERKURANG, maka menurut persamaan (7) diperoleh persamaan :
- $$\frac{Z_{max} - Z_n}{Z_{max} - Z_{min}} = \alpha_n \quad (10)$$
- Sehingga dari persamaan (10) diperoleh persamaan berikut :
- $$Z_n = Z_{max} - \alpha_n(Z_{max} - Z_{min}) \quad (11)$$
- II. Jika Produksi TETAP, maka :
- $$Z_n = Z_t \quad (12)$$
- III. Jika Produksi BERTAMBAH, maka menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi BERTAMBAH pada persamaan 9 diperoleh persamaan :
- $$\frac{Z_n - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}} = \alpha_n \quad (13)$$
- Sehingga dari persamaan (13) diperoleh persamaan berikut :
- $$Z_n = \alpha_n(Z_{max} - Z_{min}) + Z_{min} \quad (14)$$

c) Rules

Perancangan *rules* berdasarkan [2] yaitu 9 *rules* yang digunakan adalah sebagai berikut :

- [R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi BERKURANG
 Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R1] yang dinotasikan dengan α_1 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:
- $$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu_{\text{permintaanTURUN}} \cap \mu_{\text{persediaanBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{permintaanTURUN}}[170], \mu_{\text{persediaanBANYAK}}[25]) \\ &= \min(0.625, 0.72) \\ &= 0.625 \end{aligned}$$
- Kondisi produksi BERKURANG, maka untuk menghitung nilai z_1 digunakan persamaan 11:
- $$\begin{aligned} z_1 &= Z_{max} - \alpha_1(Z_{max} - Z_{min}) \\ &= 240 - 0.625(240 - 90) \\ &= 240 - 0.625(150) \\ &= 240 - 93.75 \\ &= 146.25 \end{aligned}$$
- [R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDANG THEN Produksi BERKURANG
 Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R2] yang dinotasikan dengan α_2 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:
- $$\begin{aligned} \alpha_2 &= \mu_{\text{permintaanTURUN}} \cap \mu_{\text{persediaanSEDANG}} \\ &= \min(\mu_{\text{permintaanTURUN}}[170], \mu_{\text{persediaanSEDANG}}[25]) \\ &= \min(0.625, 0.56) \\ &= 0.56 \end{aligned}$$
- Kondisi produksi BERKURANG, maka untuk menghitung nilai z_2 digunakan persamaan 11:
- $$\begin{aligned} z_2 &= Z_{max} - \alpha_2(Z_{max} - Z_{min}) \\ &= 240 - 0.56(240 - 90) \\ &= 240 - 0.56(150) \\ &= 240 - 84 \\ &= 156 \end{aligned}$$
- [R3] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDANG THEN Produksi BERKURANG
 Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R3] yang dinotasikan dengan α_3 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:
- $$\begin{aligned} \alpha_3 &= \mu_{\text{permintaanTURUN}} \cap \mu_{\text{persediaanSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{permintaanTURUN}}[170], \mu_{\text{persediaanSEDIKIT}}[25]) \\ &= \min(0.625, 0.277) \\ &= 0.277 \end{aligned}$$
- Kondisi produksi BERKURANG, maka untuk menghitung nilai z_3 digunakan persamaan 11:
- $$\begin{aligned} z_3 &= Z_{max} - \alpha_3(Z_{max} - Z_{min}) \\ &= 240 - 0.277(240 - 90) \\ &= 240 - 0.277(150) \\ &= 240 - 41.55 \\ &= 198.45 \end{aligned}$$
- [R4] IF Permintaan TETAP And Persediaan BANYAK THEN Produksi BERKURANG
 Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R4] yang dinotasikan dengan α_4 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\alpha_3 &= \mu_{\text{permintaanTETAP}} \cap \mu_{\text{persediaanBANYAK}} \\
&= \min(\mu_{\text{permintaanTETAP}}[170], \mu_{\text{persediaanBANYAK}}[25]) \\
&= \min(0.75, 0.72) \\
&= 0.72
\end{aligned}$$

Kondisi produksi BERKURANG, maka untuk menghitung nilai z_4 digunakan persamaan 11:

$$\begin{aligned}
z_4 &= Z_{\max} - \alpha_3 (Z_{\max} - Z_{\min}) \\
&= 240 - 0.72(240-90) \\
&= 240 - 0.72(150) \\
&= 240 - 108 \\
&= 132
\end{aligned}$$

[R5] IF Permintaan TETAP And Persediaan SEDANG THEN Produksi TETAP

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R5] yang dinotasikan dengan α_5 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\alpha_5 &= \mu_{\text{permintaanTETAP}} \cap \mu_{\text{persediaanSEDANG}} \\
&= \min(\mu_{\text{permintaanTETAP}}[170], \mu_{\text{persediaanSEDANG}}[25]) \\
&= \min(0.75, 0.56) \\
&= 0.56
\end{aligned}$$

Kondisi produksi TETAP, maka untuk menghitung nilai z_5 digunakan persamaan 12: Jadi $z_5 = 165$

[R6] IF Permintaan TETAP And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERTAMBAH

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R6] yang dinotasikan dengan α_6 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\alpha_6 &= \mu_{\text{permintaanTETAP}} \cap \mu_{\text{persediaanSEDIKIT}} \\
&= \min(\mu_{\text{permintaanTETAP}}[170], \mu_{\text{persediaanSEDIKIT}}[25]) \\
&= \min(0.75, 0.277) \\
&= 0.277
\end{aligned}$$

Kondisi produksi BERTAMBAH, maka untuk menghitung nilai z_6 digunakan persamaan 14:

$$\begin{aligned}
z_6 &= \alpha_6 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min} \\
&= 0.277 (240-90) + 90 \\
&= 0.277 (150) + 90 \\
&= 41.55 + 90 = 131.55
\end{aligned}$$

[R7] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERTAMBAH

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R7] yang dinotasikan dengan α_7 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\alpha_7 &= \mu_{\text{permintaanNAIK}} \cap \mu_{\text{persediaanBANYAK}} \\
&= \min(\mu_{\text{permintaanTETAP}}[170], \mu_{\text{persediaanBANYAK}}[25]) \\
&= \min(0.375, 0.625) \\
&= 0.375
\end{aligned}$$

Kondisi produksi BERTAMBAH, maka untuk menghitung nilai z_7 digunakan persamaan 14:

$$\begin{aligned}
z_7 &= \alpha_7 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min} \\
&= 0.375 (240-90) + 90 \\
&= 0.375 (150) + 90 \\
&= 56.25 + 90 \\
&= 146.25
\end{aligned}$$

[R8] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDANG THEN Produksi BERTAMBAH

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R8] yang dinotasikan dengan α_8 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\alpha_8 &= \mu_{\text{permintaanNAIK}} \cap \mu_{\text{persediaanSEDANG}} \\
&= \min(\mu_{\text{permintaanNAIK}}[170], \mu_{\text{persediaanSEDANG}}[25]) \\
&= \min(0.375, 0.56) \\
&= 0.375
\end{aligned}$$

Kondisi produksi BERTAMBAH, maka untuk menghitung nilai z_7 digunakan persamaan 14:

$$\begin{aligned}
z_8 &= \alpha_8 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min} \\
&= 0.375 (240-90) + 90 \\
&= 0.375 (150) + 90 \\
&= 56.25 + 90 \\
&= 146.25
\end{aligned}$$

[R9] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERTAMBAH

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan *Fuzzy* [R9] yang dinotasikan dengan α_9 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_9 &= \mu_{\text{permintaanNAIK}} \cap \mu_{\text{persediaanSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{permintaanNAIK}}[170], \mu_{\text{persediaanSEDIKIT}}[25]) \\ &= \min(0.375, 0.277) \\ &= 0.277 \end{aligned}$$

Kondisi produksi BERTAMBAH, maka untuk menghitung nilai z_9 digunakan persamaan 14:

$$\begin{aligned} z_9 &= \alpha_9 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min} \\ &= 0.277 (240 - 90) + 90 \\ &= 0.277 (150) + 90 \\ &= 41.55 + 90 \\ &= 131.5 \end{aligned}$$

d) Proses Defuzzifikasi

Proses Defuzzifikasi ini digunakan untuk menentukan output crisp Z (hasil akhir hitungan jumlah produksi). Menurut [8] untuk memperoleh hasil akhir Z digunakan metode defuzzifikasi rata-rata terpusat yaitu dengan cara:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\alpha_1 * Z_1 + \alpha_2 * Z_2 + \dots + \alpha_n * Z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \\ Z &= \frac{\alpha_1 * Z_1 + \alpha_2 * Z_2 + \alpha_3 * Z_3 + \alpha_4 * Z_4 + \alpha_5 * Z_5 + \alpha_6 * Z_6 + \alpha_7 * Z_7 + \alpha_8 * Z_8 + \alpha_9 * Z_9}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9} \\ Z &= \frac{0.625 * 146.25 + 0.56 * 156 + 0.277 * 198.45 + 0.72 * 132 + 0.56 * 165 + 0.277 * 131.55 + 0.375 * 146.25 + 0.375 * 146.25 + 0.277 * 131.55}{0.625 + 0.56 + 0.277 + 0.72 + 0.56 + 0.277 + 0.375 + 0.375 + 0.277} \\ Z &= \frac{603.71}{4.046} = 149.211 \end{aligned}$$

Jadi jumlah pakaian yang seharusnya diproduksi oleh Farhan Konfeksi pada bulan selanjutnya untuk hari pertama yaitu pada tanggal 1 Agustus 2017 berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto adalah 149 lembar.

e) Perancangan Perangkat Lunak (Aplikasi)

- a. *Communication*
- b. *Planning*
- c. *Modeling*
- d. *Construction*
- e. *Deployment*

IV. HASIL DAN DISKUSI

Hasil untuk perbandingan jumlah produksi secara manual dan hasil perhitungan menggunakan aplikasi akan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan jumlah produksi hasil perhitungan manual dan hasil perhitungan menggunakan aplikasi

N	Tanggal	Permintaan	Persediaan	Hasil	Hasil	Jumlah Produksi	
				Perhitungan Manual	Perhitungan Aplikasi	(Hasil Pembulatan) Manual	Aplikasi
1	11-07-17	200	28	155.112	155.110	155	155
2	16-07-17	270	30	200	200	200	200
3	17-07-17	210	30	159.642	159.642	160	160
4	18-07-17	190	18	202.5	202.5	203	203
5	19-07-17	185	20	178.744	178.593	179	179
6	20-07-17	210	20	181.996	181.987	182	182
7	21-07-17	190	20	179.991	180	180	180
8	22-07-17	150	15	140	140	140	140
9	23-07-17	230	25	176.901	176.944	177	177
10	24-07-17	140	20	149.930	149.886	150	150
11	25-07-17	170	20	162.325	162.115	162	162
12	26-07-17	195	25	161.238	161.394	161	161
13	27-07-17	200	25	163.655	163.557	164	164
14	28-07-17	180	25	154.815	154.903	155	155
15	29-07-17	240	30	204.124	204.204	204	204
16	30-07-17	180	12	186.115	186.25	186	186
17	31-07-17	140	20	146.242	146.320	146	146
18	1-08-17	170	25	149.211	149.228	149	149

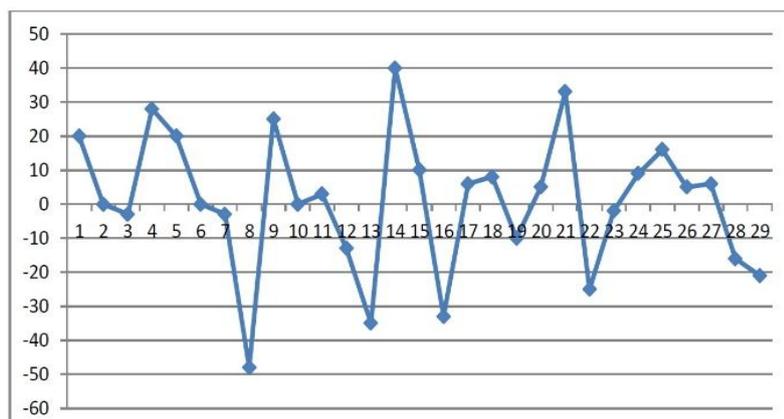
N	Tanggal	Permintaan	Persediaan	Hasil	Hasil	Jumlah Produksi	
				Perhitungan Manual	Perhitungan Aplikasi	(Hasil Pembulatan) Manual	Aplikasi
19	2-08-17	110	30	90	90	90	90
20	3-08-17	190	28	144.854	144.807	145	145
21	4-08-17	270	26	178.372	178.461	178	178
22	5-08-17	265	24	181.120	181.218	181	181
23	6-08-17	260	22	191.505	191.549	191	191
24	7-08-17	255	20	190.493	190.585	190	191
25	8-08-17	240	18	180.885	180.900	181	181
26	9-08-17	220	16	180.535	180.513	181	181
27	10-08-17	200	14	187.639	187.634	188	188
28	11-08-17	190	20	166.739	166.744	167	167
29	12-08-17	180	22	159.454	159.350	159	159
30	13-08-17	170	24	150.585	150.576	151	151
31	14-08-17	160	26	149.460	149.486	149	149

Tabel 3 menyajikan perbandingan jumlah produksi yang diperoleh dari hasil perhitungan secara manual dan hasil perhitungan menggunakan aplikasi dari hasil penelitian ini. Bisa dilihat bahwa ada 31 data yang digunakan sebagai sampel untuk pengujian aplikasi penentuan jumlah produksi ini, dan dari ke 31 data tersebut hanya ada satu data yang berbeda hasil perhitungannya namun hal itu disebabkan oleh pembulatan nominal angkanya saja.

Tabel 4 Perbandingan jumlah produksi Farhan Konfeksi dan hasil perhitungan aplikasi

N	Tanggal	Permintaan	Persediaan	Jumlah Produksi	Jumlah Produksi	Ket
				oleh Farhan Konfeksi	Berdasarkan Hasil Perhitungan Aplikasi	
1	1-07-2017	200	30	180		
2	2-07-2017	150	22	130		Digunakan sebagai database
3	3-07-2017	230	30	200	180	20
4	4-07-2017	220	30	190	190	0
5	5-07-2017	180	25	160	163	-3
6	6-07-2017	225	28	200	172	28
7	7-07-2017	210	28	190	170	20
8	8-07-2017	150	20	130	130	0
9	9-07-2017	170	20	150	153	-3
10	10-07-2017	120	25	100	148	-48
11	11-07-2017	200	28	180	155	25
12	12-07-2017	130	20	110	110	0
13	13-07-2017	210	30	180	177	3
14	14-07-2017	215	30	170	183	-13
15	15-07-2017	110	25	90	125	-35
16	16-07-2017	270	30	240	200	40
17	17-07-2017	210	30	240	200	40
18	18-07-2017	190	18	170	160	10
19	19-07-2017	185	20	185	179	6
20	20-07-2017	210	20	190	182	8
21	21-07-2017	190	20	170	180	-10
22	22-07-2017	150	15	145	140	5
23	23-07-2017	230	25	210	177	33
24	24-07-2017	140	20	125	150	-25
25	25-07-2017	170	20	160	162	-2
26	26-07-2017	195	25	170	161	9
27	27-07-2017	200	25	180	164	16
28	28-07-2017	180	25	160	155	5
29	29-07-2017	240	30	210	204	6
30	30-07-2017	180	12	170	186	-16
31	31-07-2017	140	20	125	146	-21

Berdasarkan Tabel 4 terdapat selisih antara antara jumlah produksi yang ditentukan oleh Farhan Konfeksi dan jumlah produksi yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan jumlah produksi menggunakan aplikasi. Selisih tersebutlah yang bisa menyebabkan terjadinya masalah penumpukan stok persediaan maupun masalah sebaliknya yaitu terjadinya kekurangan stok di Farhan Konfeksi Kotamobagu sehingga tidak dapat memenuhi jumlah permintaan yang ada. Untuk lebih jelasnya, selisih tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik *line* pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik *line* selisih jumlah produksi Farhan Konfeksi dan hasil perhitungan menggunakan aplikasi.

Grafik *line* ini bertujuan untuk memperlihatkan objek visualisasi dari selisih antara jumlah produksi yang ditentukan oleh Farhan Konfeksi dan jumlah produksi yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan jumlah produksi menggunakan aplikasi pada Tabel 4.

Untuk menguji tingkat kesalahan dari aplikasi penentuan jumlah produksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto ini digunakan metode *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Adapun rumus

$$MAPE = \frac{\sum \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\%}{n} \quad (1)$$

MAPE adalah sebagai berikut:

Keterangan :

1. X1 = Jumlah produksi *actual* (aktual)
2. X2 = Jumlah produksi *forecast* (peramalan jumlah produksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto)
3. n = Jumlah data

Sehingga tingkat kesalahan aplikasi penentuan jumlah produksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto ini adalah :

$$MAPE = \frac{\sum \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\%}{n}$$

$$MAPE = \frac{443}{4705} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{0.094155 \times 100\%}{29}$$

$$MAPE = \frac{9.4155\%}{29}$$

$$MAPE = 0.324673 \%$$

Jadi tingkat kesalahan aplikasi penentuan jumlah produksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto ini adalah 0.324673 %, dihitung menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Aplikasi Penentuan Jumlah Produksi Pakaian Di Farhan Konfeksi Kotamobagu Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy* Tsukamoto maka dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan pada perhitungan tingkat kesalahan menggunakan metode MAPE, tingkat kesalahan aplikasi penentuan jumlah produksi pada Farhan Konfeksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto ini adalah 0.324673 %.
2. Perbandingan dilakukan antara jumlah produksi oleh Farhan Konfeksi dan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto ditemukan selisih antara keduanya. Hal tersebut menjadi penyebab terjadinya masalah penumpukan stok pakaian dan kekurangan stok pakaian di Farhan Konfeksi Kotamobagu sehingga dengan adanya aplikasi ini, diharapkan masalah tersebut dapat teratasi dengan lebih efektif dan efisien.

Saran

Permasalahan yang diambil pada penerapan metode *Fuzzy* Tsukamoto untuk menentukan jumlah produksi ini masih sangat sederhana. Masih terdapat beberapa cara yang bisa digunakan untuk membuat aplikasi penentuan jumlah produksi untuk menentukan jumlah produksi yang lebih baik. Metode yang juga bisa digunakan oleh para peneliti selanjutnya guna meningkatkan kinerja aplikasi terkait, antara lain berupa:

1. Menambahkan *input* berupa faktor lain yang mempengaruhi jumlah pakaian yang akan diproduksi, misalnya jumlah pekerja dan biaya produksi.
2. Menambahkan inferensi *fuzzy*, sehingga hasil jumlah produksi yang diperoleh semakin akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, S. dan Purnomo, H, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Sistem Pendukung Keputusan Edisi Pertama*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [2] Kusumadewi, S. dan Hartati, S, *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Saraf*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004
- [3] Turban, E., Rainer, R. dan Potter, R. *Introduction to Information Technology (Pengantar Teknologi Informasi)*, Salemba Infotek, Jakarta, 2006.
- [4] Klir, G.J., Clair, Ute, S. dan Yuan, Bo, *Fuzzy Set Theory, Foundation and Application*, Prentice Hall International, New Jersey, 1997.
- [5] Jang, J.S.R., Sun, C.T. dan Mizutani, E, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, Prentice Hall, London, 1997.
- [6] Lin, C.T., Lee, C.T. dan George, G.S. 1996. *Neural Fuzzy System*. Prentice Hall, London, 1996.
- [7] Nguyen, Hung, T. dan Elbert, A, W, *A First Course In Fuzzy and Neural Control*, Chapman & Hall/CRC, USA, 2005
- [8] Setiadj, *Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009
- [9] Nasution, A.H, *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2008
- [10] Moleong, L.J, *Metode Penelitian Kualitatif*, Remaja Rosdakarya, Bandung, 2002

Michel Farrel Tomatala was born in Ambon on April 7, 1986. He obtained his bachelor degree from Universitas Klabat where he took Information Technology as his major and graduated in May 2008. He then completed his master degree in Universitas Gadjah Madah in 2015 by taking Computer Science as his major. He is categorized senior programmer in North Sulawesi and has managed to create a program for governments such as *Taman Nasional Bogani*, etc. He is currently teaching at STMIK Multicom Bolaang-Mongondow which is located in Kotamobagu, North Sulawesi and also served as the Head Department of Information Technology Department. His research interest focuses on Artificial Intelligence, Fuzzy, and Microcontroller.