

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI BARANG DI CV. BUDI DJAJA DENGAN METODE TSUKAMOTO

Sendi Novianto¹, Gerry Sentanu Putra²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Jl. Nakulo 1 No.5-11, Semarang, 50131, Telp : (024) 351 7261, Fax (024) 352 0165
e-mail : ¹sendi.novianto@dsn.dinus.ac.id, ²gsjupiters92@gmail.com

Abstrak

Banyak perusahaan telah menggunakan teknologi informasi untuk mengoptimalkan proses bisnis mereka. Peran teknologi informasi itu sendiri dapat membantu proses kinerja perusahaan dalam hal internal dan eksternal. Memutuskan suatu keputusan dalam suatu perusahaan tidaklah mudah. Misalnya, perkiraan jumlah produksi pada setiap bulan berikutnya dengan melihat hasil penjualan bulan berjalan. Di CV. BUDI DJAJA Pekalongan adalah perusahaan yang bergerak dalam produksi teh harum. Dalam hal pengambilan keputusan ada beberapa kendala yang dihadapi dalam proses produksi - misalnya, masalah menentukan jumlah produksi suatu barang. Ketika permintaan barang tinggi, ternyata jumlah barang sangat terbatas dan jumlah produksinya tidak mencukupi untuk permintaan kuota atau stok barang. Untuk mengatasi masalah ini ada satu cara yang tepat untuk diterapkan, yaitu menggunakan sistem pengambilan keputusan. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah fuzzy Tsukamoto.

Banyak perusahaan telah menggunakan teknologi informasi untuk mengoptimalkan proses bisnis mereka. Peran teknologi informasi itu sendiri dapat membantu proses kinerja perusahaan dalam hal internal dan eksternal. Dalam menentukan perusahaan itu tidak mudah. Misalnya, memperkirakan jumlah produksi pada bulan berikutnya dengan melihat hasil penjualan bulan berjalan. Di CV. BUDI DJAJA Pekalongan adalah perusahaan yang bergerak dalam produksi teh harum. Dalam hal pengambilan keputusan ada beberapa kendala yang dihadapi dalam proses produksi - misalnya, masalah menentukan jumlah produksi suatu barang. Ketika permintaan barang tinggi, ternyata jumlah barang sangat terbatas dan jumlah produksinya tidak mencukupi untuk permintaan kuota atau stok barang. Untuk mengatasi masalah ini ada satu cara yang tepat untuk diterapkan, yaitu menggunakan sistem pengambilan keputusan. Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah fuzzy Tsukamoto. Metode ini adalah metode yang tepat karena aturan dalam pembentukan basis pengetahuan fuzzy menggunakan IF ... THEN. Dari penelitian ini akan menghasilkan suatu aplikasi yang diharapkan dapat membantu menentukan suatu keputusan. Aplikasi yang dibangun akan menghasilkan jumlah barang yang harus diproduksi.

Kata Kunci: *Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy Tsukamoto, Jumlah Produksi.*

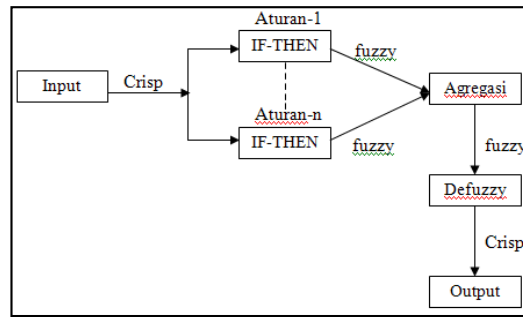
1. PENDAHULUAN

Tiap perusahaan pasti punya target produksi setiap harinya. Produksi barang yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi pemesanan yang ada dan bahkan untuk cadangan jika ada pemesanan yang bersifat mendadak. Jumlah produksi yang biasa dilakukan biasanya perusahaan akan melakukan perkiraan berdasarkan pengalaman dari data masa lalu mereka. Dimana, hal ini dilakukan juga belum tentu bisa mencukupi atau mungkin bahkan masih mengalami kekurangan dalam memenuhi kebutuhan konsumen yang ada. Pemesanan barang produksi tidaklah sama untuk tiap musimnya. Pemesanan bisa mengalami kenaikan atau bahkan mengalami penurunan. Hal ini terjadi tanpa ada yang bisa memprediksinya. Perkembangan dari kecerdasan buatan di komputer terus berkembang, bahkan perkembangannya tidak hanya digunakan untuk membantu suatu perhitungan, tetapi juga mengarah ke prediksi. Dimana penggunaannya sangat luas sekali. Prediksi yang sering kali digunakan untuk kebutuhan sehari-hari adalah prediksi akan cuaca.

Dari perkembangan kecerdasan buatan tersebut, khususnya di bagian prediksi, akan dikaitkan dengan prediksi untuk jumlah produksi yang harus diproduksi berdasarkan pengalaman yang ada / data sebelumnya. Hal ini dilakukan dengan harapan agar jumlah produksi yang diproduksi bisa lebih optimal, tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit [1].

2. FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) METODE TSUKAMOTO

Menurut Sri Kusumadewi dan Sri Hartati [2] sistem inferensi fuzzy merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy yang berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy [3], [4]. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi fuzzy terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem inferensi fuzzy

Sistem inferensi fuzzy menerima input crisp. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN. Fire strength (nilai keanggotaan anteseden atau α) akan dicari pada setiap aturan. Apabila aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi semua aturan. Selanjutnya pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzy untuk mendapatkan nilai crisp sebagai output sistem. Salah satu metode FIS yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan adalah metode Tsukamoto [5], [6].

Secara umum bentuk model fuzzy Tsukamoto [7] adalah :

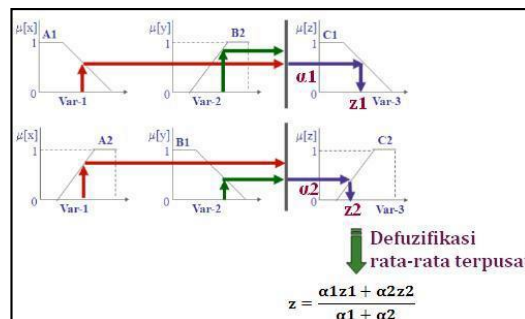
IF (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C), dimana A, B, dan C adalah himpunan fuzzy.

Diketahui ada 2 aturan yang digunakan, yaitu :

[R1] IF (x is A1) AND (y is B1) THEN (z is C1)

[R2] IF (x is A2) AND (y is B2) THEN (z is C2)

Pertama-tama mencari fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan fuzzy dari setiap aturan, yaitu himpunan A1, B2 dan C1 dari aturan fuzzy [R1], dan himpunan A2, B1 dan C2 dari aturan fuzzy [R2]. Aturan fuzzy R1 dan R2 dapat direpresentasikan dalam Gambar 2 untuk mendapatkan suatu nilai crisp Z [8].



Gambar 2. Inferensi dengan metode Tsukamoto [3]

Karena pada metode Tsukamoto operasi himpunan yang digunakan adalah konjungsi (AND), maka nilai keanggotaan anteseden dari aturan fuzzy [R1] adalah irisan dari nilai keanggotaan A1 dari Var-1 dengan nilai keanggotaan B1 dari Var-2. Selanjutnya, nilai keanggotaan anteseden dari aturan fuzzy [R1] dan [R2] masing-masing disebut dengan α_1 dan α_2 . Nilai α_1 dan α_2 kemudian disubstitusikan pada fungsi keanggotaan himpunan C1 dan C2 sesuai aturan fuzzy [R1] dan [R2] untuk memperoleh nilai z_1 dan z_2 , yaitu nilai z (nilai perkiraan produksi) untuk aturan fuzzy [R1] dan [R2].

Untuk memperoleh nilai output crisp / nilai tegas Z, dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzifikasi (penegasan). Metode defuzifikasi yang digunakan dalam metode Tsukamoto adalah metode defuzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzyfier) [9], [10].

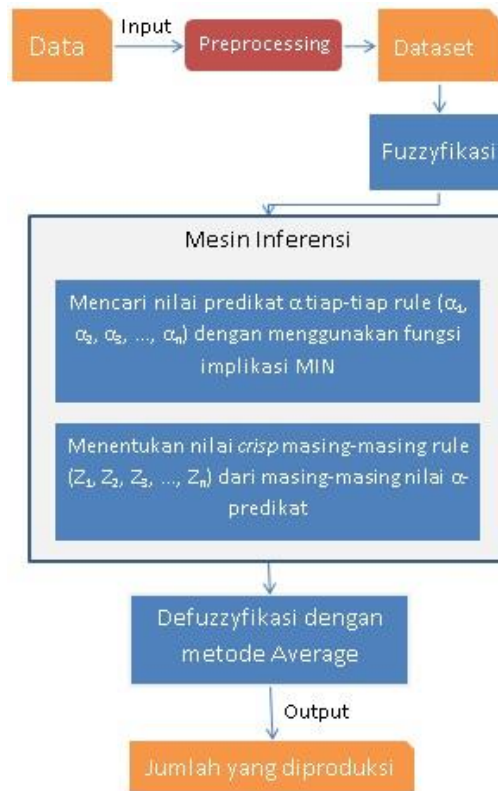
3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan berasal dari CV. Budi Djaja yang berlokasi di jalan A.Yani no.8 Pekalongan. Data diperoleh pada tanggal 1 Februari 2014. Data yang diambil berupa data produksi, data stok dan data permintaan pada tahun 2012. Jumlah data yang diambil dari data produksi teh gelas sebanyak 301 data, yang terdiri dari tanggal, keterangan, produksi, permintaan, dan persediaan.

3.2 Eksperimen

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode Tsukamoto. Berikut merupakan diagram dari proses eksperimen penentuan jumlah produksi.



Gambar 2. Grafik perbandingan e-RMS.

3.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan perhitungan MAPE. Nilai MAPE menghasilkan persentase kesalahan pada keseluruhan perhitungan SPK Tsukamoto. Semakin kecil hasil dari persentase MAPE maka semakin baik.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right|}{n} \times 100\% \quad (1)$$

At = nilai yang sesungguhnya

Ft = nilai hasil peramalan

N = banyaknya data

Ada 3 variabel *fuzzy* yang akan didefinisikan, yaitu permintaan, produksi dan persediaan. Untuk variabel permintaan terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu NAIK dan TURUN.

Permintaan :

$\mu_{\text{PermintaanNAIK}}[x]$

$$= \begin{cases} 0 & x \leq \min \\ \frac{x - \min}{\max - \min} & \min \leq x \leq \max \\ 1 & x \geq \max \end{cases} \quad (2)$$

$\mu_{\text{PermintaanTURUN}}[x]$

$$= \begin{cases} 1 & x \leq \min \\ \frac{\max - x}{\max - \min} & \min \leq x \leq \max \\ 0 & x \geq \max \end{cases} \quad (3)$$

Untuk variabel produksi terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu BERTAMBAH dan BERKURANG.

Produksi :

$\mu_{\text{ProduksiBERTAMBAH}}[y]$

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

$$= \begin{cases} 1 & y \leq \min \\ \frac{\max-y}{\max-\min} & \min \leq y \leq \max \\ 0 & y \geq \max \end{cases} \quad (5)$$

Untuk variabel persediaan terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu BANYAK dan SEDIKIT.

Persediaan :

$\mu_{\text{PersediaanBANYAK}}[z]$

$$= \begin{cases} 0 & z \leq \min \\ \frac{z-\min}{\max-\min} & \min \leq z \leq \max \\ 1 & z \geq \max \end{cases} \quad (6)$$

$\mu_{\text{PersediaanSEDIKIT}}[z]$

$$= \begin{cases} 1 & z \leq \min \\ \frac{\max-z}{\max-\min} & \min \leq z \leq \max \\ 0 & z \geq \max \end{cases} \quad (7)$$

Langkah kedua adalah mencari nilai inferensi dari setiap aturan yang telah dibentuk. Misalkan terdapat R1 “IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG”. Dari *rule* tersebut diperoleh rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \alpha 1 &= \mu_{\text{PermintaanTURUN}} \cap \mu_{\text{PersediaanBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PermintaanTURUN}}[x], \mu_{\text{PersediaanBANYAK}}[z]) \\ &= a \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang BERKURANG dalam aturan *fuzzy* [R1] nilai z1 adalah:

$$\begin{aligned} z1 &= \max[z] - a(\max[z] - \min[z]) \\ &= b \end{aligned}$$

Langkah ketiga adalah defuzifikasi yang menentukan nilai output *crisp* dengan cara mencari nilai rata-rata terpusat. Dari semua aturan yang telah ditemukan nilai keanggotaannya dicari nilai rata-rata terpusatnya. Misalkan terdapat 4 aturan *fuzzy*, rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Z = \frac{\alpha 1 * z1 + \alpha 2 * z2 + \alpha 3 * z3 + \alpha 4 * z4}{\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \alpha 4}$$

$$Z = c$$

Jadi jumlah yang disarankan melalui hasil peramalan adalah sebanyak “c” kemasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Fuzzy Tsukamoto

Dari 301 data yang telah dipersiapkan, akan ditentukan berapa jumlah barang yang harus diproduksi pada saat permintaan saat ini dan persediaan saat ini. Dalam penelitian ini kita beri contoh kasus permintaan saat ini 1000 dus dan persediaan saat ini 14707 dus. Berapakah dus yang harus diproduksi saat ini? Langkah-langkah perhitungan dengan metode fuzzy tsukamoto ini adalah sebagai berikut :

1. Memodelkan nilai keanggotaan himpunan *fuzzy*

Pada tahap ini nilai keanggotaan himpunan permintaan dan persediaan saat ini dicari dengan menggunakan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dengan memperhatikan nilai maksimum dan nilai minimum data 1 periode tertentu dari tiap variabel.

Variabel tersebut adalah variabel permintaan (x), variabel persediaan (y) dan variabel produksi (z). Dari 301 data telah diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Permintaan maksimum} &= 2980 \\ \text{Permintaan minimum} &= 820 \\ \text{Persediaan maksimum} &= 15645 \end{aligned}$$

Persediaan minimum = 1083
 Produksi maksimum = 2274
 Produksi minimum = 0

a. Variabel permintaan (x)

Variabel permintaan terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu naik dan turun.
 $x = 1000$

Kasus pertama :

Jika $x \leq x_{\text{minimum}}$ maka

$$\mu_{\text{pmt_turun}} = 1$$

$$\mu_{\text{pmt_naik}} = 0$$

Kasus kedua :

Jika $x \geq x_{\text{minimum}}$ dan $x \leq x_{\text{maksimum}}$ maka

$$\mu_{\text{pmt_turun}} = (2980-1000)/(2980-820)$$

$$= 0,91667$$

$$\mu_{\text{pmt_naik}} = (1000-820)/(2980-820)$$

$$= 0,08333$$

Kasus ketiga :

Jika $x \geq x_{\text{maksimum}}$ maka

$$\mu_{\text{pmt_turun}} = 0$$

$$\mu_{\text{pmt_naik}} = 1$$

Dikarenakan $x = 1000$, maka tergolong kasus kedua.

b. Variabel persediaan (y)

Variabel persediaan terdiri dari 2 himpunan *fuzzy*, yaitu sedikit dan banyak.

$$y = 14707$$

Kasus pertama :

Jika $y \leq y_{\text{minimum}}$ maka

$$\mu_{\text{psd_sedikit}} = 1$$

$$\mu_{\text{psd_banyak}} = 0$$

Kasus kedua :

Jika $y \geq y_{\text{minimum}}$ dan $y \leq y_{\text{maksimum}}$ maka

$$\mu_{\text{psd_sedikit}} = (15645-14707)/(15645-1083)$$

$$= 0,06441$$

$$\mu_{\text{psd_banyak}} = (14707-1083)/(15645-1083)$$

$$= 0,93559$$

Kasus ketiga :

Jika $y \geq y_{\text{maksimum}}$ maka

$$\mu_{\text{psd_sedikit}} = 0$$

$$\mu_{\text{psd_banyak}} = 1$$

Dikarenakan $y = 14707$, maka termasuk kasus kedua.

c. Variabel produksi (z)

Variabel produksi ini berupa hasil perhitungan dari metode *fuzzy Tsukamoto*.

2. Pembentukan rule

R1 (Jika permintaan menurun dan persediaan banyak maka produksi berkurang)

R2 (Jika permintaan menurun dan persediaan sedikit maka produksi berkurang)

R3 (Jika permintaan meningkat dan persediaan banyak maka produksi bertambah)

R4 (Jika permintaan meningkat dan persediaan sedikit maka produksi bertambah)

3. Inferensi

Pada mesin inferensi, diterapkan fungsi min untuk setiap aturan.

R1

Predikat1

$$= \min(\mu_{\text{pmt_turun}}, \mu_{\text{psd_banyak}})$$

$$= \min(0,91667 ; 0,93559)$$

$$= 0,91667$$

Rule pada R1 menunjukkan bahwa produksi berkurang, maka nilai dari z1 diperoleh dari rumus frekuensi produksi yang berkurang.

$$\begin{aligned} z1 &= 2274 - (\text{Predikat1} * (2274 - 0)) \\ &= 2274 - (0,91667 * 2274) \\ &= 189,49242 \end{aligned}$$

R2

Predikat2

$$\begin{aligned} &= \min (\mu_{\text{pmt_turun}}, \mu_{\text{psd_sedikit}}) \\ &= \min (0,91667 ; 0,06441) \\ &= 0,06441 \end{aligned}$$

Rule pada R2 menunjukkan bahwa produksi berkurang, maka nilai dari z2 juga diperoleh dari rumus frekuensi produksi yang berkurang.

$$\begin{aligned} z2 &= 2274 - (\text{Predikat2} * (2274 - 0)) \\ &= 2274 - (0,06441 * 2274) \\ &= 2127,53166 \end{aligned}$$

R3

Predikat3

$$\begin{aligned} &= \min (\mu_{\text{pmt_naik}}, \mu_{\text{psd_banyak}}) \\ &= \min (0,08333 ; 0,93559) \\ &= 0,08333 \end{aligned}$$

Rule pada R3 menunjukkan bahwa produksi bertambah, maka nilai dari z3 diperoleh dari rumus frekuensi produksi yang bertambah.

$$\begin{aligned} z3 &= ((2274 - 0) * \text{Predikat3}) + 0 \\ &= (2274 * 0,08333) \\ &= 189,49242 \end{aligned}$$

R4

Predikat4

$$\begin{aligned} &= \min (\mu_{\text{pmt_naik}}, \mu_{\text{psd_sedikit}}) \\ &= \min (0,08333 ; 0,06441) \\ &= 0,06441 \end{aligned}$$

Rule pada R4 menunjukkan bahwa produksi bertambah, maka nilai dari z4 juga diperoleh dari rumus frekuensi produksi yang bertambah.

$$\begin{aligned} z4 &= ((2274 - 0) * \text{Predikat4}) + 0 \\ &= (2274 * 0,06441) \\ &= 146,46834 \end{aligned}$$

4. Defuzzifikasi

Pada tahap ini, variabel produksi (z) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus rata-rata terbobot, yaitu:

$$z = \frac{(\text{Pred1} * z1) + (\text{Pred2} * z2) + (\text{Pred3} * z3) + (\text{Pred4} * z4)}{\text{Pred1} + \text{Pred2} + \text{Pred3} + \text{Pred4}}$$

$$z = \frac{173,70202 + 137,03431 + 15,7904 + 9,434}{0,91667 + 0,06441 + 0,08333 + 0,06441}$$

$$z = \frac{335,96073}{1,12882}$$

$$z = 297,62117$$

$$z = 298 \text{ dus}$$

Jadi jumlah barang yang disarankan untuk diproduksi saat permintaan sebanyak 1000 dus dan persediaan masih 14707 dus adalah 298 dus.

4.2 Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan MAPE [11]. Dari 301 data yang ada akan dihitung persentase kesalahan antara jumlah produksi yang asli dengan jumlah produksi hasil peramalan.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{At-Ft}{At} \right|}{n} \times 100\% \quad (8)$$

Berikut ini sampel dari hasil perhitungan *Tsukamoto* pada tiap data

Tabel 1. Hasil Perhitungan SPK

Produksi SPK	Produksi Asli	Persentase
722	1135	0.363876651982378
740	1136	0.348591549295774
790	1137	0.305189094107299
798	1134	0.296296296296296
840	1136	0.26563380281690
861	1133	0.240070609002647

Pada tabel 1 terdapat kolom persentase, nilai tersebut didapat dari perhitungan MAPE untuk tiap data dengan rumus :

$$Pt = \left| \frac{At-Ft}{At} \right|$$

At = produksi asli

Ft = produksi SPK

Contoh data ke-1

$$P1 = \frac{1135-722}{1135}$$

$$= 0,3638766519823789$$

Perhitungan MAPE :

$$= \frac{P1+P2+P3+\dots+Pn}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{0.36387665198237884+\dots+0.36427628684557856}{279} \times 100\%$$

$$= 36,68\%$$

Perhitungan diatas sempat menghapus data yang tidak terdefinisi atau tidak dapat dihitung. Nilai n menjadi 279 dari 301 data karena saat proses perhitungan terdapat 22 data yang memiliki pembagian dengan angka 0. Hal ini terjadi karena terdapat data dimana pada tanggal tersebut tidak melakukan produksi sama sekali.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai menentukan jumlah produksi barang dalam Sistem Pendukung Keputusan dengan Metode *Tsukamoto* dapat disimpulkan :

Dalam menentukan jumlah produksi barang dengan metode *Tsukamoto* ini, terdapat 4 langkah yaitu fuzzifikasi, pembentukan rule, mesin inferensi, dan defuzzifikasi. Langkah pertama yaitu fuzzifikasi. Ada 3 variabel yang digunakan yaitu permintaan, persediaan dan produksi. Langkah kedua yaitu pembentukan rule. Terdapat 4 rule yang digunakan dalam penelitian ini. Langkah ketiga yaitu mesin inferensi. Langkah ini mencari nilai keanggotaan “α” dari setiap aturan. Langkah keempat yaitu defuzzifikasi. Pada proses ini akan menghasilkan jumlah yang harus diproduksi.

Dalam penelitian ini menggunakan tiga komponen, yaitu database, model base, dan aplikasi. Komponen Database ini dibuat 2 buah tabel yaitu data dan history. Komponen kedua adalah model base. Komponen ini berisi tentang langkah-langkah pada metode *Tsukamoto* untuk menentukan jumlah produksi. Komponen terakhir adalah aplikasi. Pada komponen ini komponen database dan model base digabung dengan menggunakan bahasa pemrograman java sehingga terbentuk sebuah aplikasi.

Tingkat validitas SPK dengan metode *Tsukamoto* dalam menentukan jumlah produksi ditentukan dengan menggunakan rumus perhitungan kesalahan peramalan yaitu MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dimana nilainya mencapai 36,68%, dimana angka ini bisa dikatakan masih aman, dikarenakan sisa produk dari tiap produksi rata-rata mencapai hampir 20% dari total produksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Supriyanto, *Pengantar Teknologi Informasi*. Jakarta: Salemba Infotek, 2005.
- [2] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [3] H. Mukminna, D. M. Putri, and A. N. Handayani, "Simulasi kinerja siswa dengan metode Fuzzy Inference Sugeno menggunakan aplikasi Matlab," *J. Ilm. Teknol. dan Inf. ASIA*, pp. 71–78, 2017.
- [4] S. Setiadji, *Himpunan & Logika Samar serta aplikasinya*. Graha Ilmu, 2009.
- [5] I. K. Ayuningtiyas, F. Saptono, and T. Hidayat, "Sistem Pendukung Keputusan penanganan kesehatan balita menggunakan penalaran Fuzzy Mamdani," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 2007.
- [6] A. Izzah and R. Widyastuti, "Prediksi Kelulusan Mata Kuliah Menggunakan Hybrid Fuzzy Inference System," *J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, pp. 60–67, 2016.
- [7] G. Abdurrahman, "Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk menentukan jumlah produksi barang berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan," 2011.
- [8] S. Kusumadewi and S. Hartati, *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [9] T. Sutojo, E. Mulyono, and V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [10] J. A. O'Brien, *Introduction to Information System*. Jakarta: Salemba Empat, 2005.
- [11] Arifin, M., K. Asfani, and A. N. Handayani, "Akurasi perhitungan dalam penentuan beasiswa dengan metode Fuzzy Tsukamoto berbasis web," *J. Maklumatika*, pp. 10–21, 2016.