

PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO, METODE MAMDANI DAN METODE SUGENO UNTUK MENENTUKAN PRODUKSI DUPA (Studi Kasus : CV. Dewi Bulan)

Komang Wahyudi Suardika^{1§}, G.K. Gandhiadi², Luh Putu Ida Harini³

¹Program studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: dockmathws92@gmail.com]

²Program studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: gandhiadigk@yahoo.com]

³Program studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: ballidah@gmail.com]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

This research aims at knowing the comparison among Tsukamoto method, Mamdani method, and Sugeno method in deciding the production of incense at CV. Dewi Bulan. The research discussed about Tsukamoto method, Mamdani method and Sugeno method which consisted of four step, they are: fuzzyfication, forming a fuzzy rules, fuzzy logic analysis, and defuzzyfication. In conclusion, Sugeno method was found to be the best to be used in deciding the number of incense sticks production, comparing with the others. Sugeno method has probability of error value about 1,314%.

Keywords: Fuzzy logic, Tsukamoto method, Mamdani method, Sugeno method, fuzzyfication, fuzzy logic, defuzzyfication.

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi, telah berkembang berbagai macam cara untuk memproduksi suatu produk. Jumlah produksi suatu produk dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, diantaranya; faktor harga, jumlah pekerja, transportasi, alat produksi, jumlah permintaan, jumlah persediaan dan faktor lainnya yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk memproduksi produk tersebut. Untuk menentukan jumlah produksi suatu produk terdapat berbagai macam cara yang dapat digunakan, salah satunya adalah dengan menggunakan metode pada logika *fuzzy* (Susilo, 2006).

Metode inferensi logika *fuzzy* secara umum dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi suatu produk, terdapat tiga metode yang dapat digunakan yaitu; metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno (Setiadji, 2009: 195). Pada prosesnya metode Tsukamoto dibagi menjadi empat tahap yaitu fuzzifikasi, pembentukan aturan, analisis aturan yang hanya terdapat proses fungsi implikasi, dan defuzzifikasi menggunakan metode rata – rata

terpusat (*weight average*). Untuk proses pada metode Mamdani dan Sugeno memiliki empat tahap yang sama yaitu fuzzifikasi, pembentukan aturan, analisis aturan dengan fungsi implikasinya menggunakan fungsi *MIN* dan juga terdapat proses komposisi aturan yang dapat menggunakan metode *MAX*, dan yang terakhir yaitu tahap defuzzifikasi. Untuk proses defuzzifikasi, pada metode Mamdani menggunakan metode *centroid* dan pada metode Tsukamoto dan Sugeno menggunakan metode rata – rata terpusat (*weight average*) (Setiadji, 2009: 206).

Perusahaan CV. Dewi Bulan berdiri mulai pada tahun 1991 hingga kini. Perusahaan ini bertempat di Jalan Seroya, Perumahan Hindia Indah Denpasar, Bali. Perusahaan CV. Dewi Bulan merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi dupa lokal tradisional Bali. Oleh karena itu, CV. Dewi Bulan ini memproduksi berbagai macam produk dupa lokal, seperti dupa lokal jenis lidi, dupa lilin serta jenis dupa import.

Himpunan logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 sebagai cara matematis untuk merepresentasikan ketidakpastian linguistik (Kusumadewi dan Purnomo, 2010:1). Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami metode *fuzzy*, yaitu:

- a. Variabel *fuzzy*
Variabel *fuzzy* merupakan suatu lambang atau kata yang menunjuk kepada suatu yang tidak tertentu dalam sistem *fuzzy*.
- b. Himpunan *fuzzy*
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kumpulan yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
- c. Semesta pembicaraan
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.
- d. Domain
Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Dalam sistem inferensi *fuzzy* terdapat beberapa metode, salah satunya metode Tsukamoto. Pada dasarnya, metode Tsukamoto mengaplikasikan penalaran pada setiap aturannya. Pada metode Tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan dimana setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF ... THEN ...* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

Metode Mamdani

Sistem inferensi *fuzzy* Metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode Max-Min. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975 (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

Metode Sugeno, penalarannya hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang

pada tahun 1985 (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan suatu ukuran akurasi penentuan nilai hasil dari metode hasil pengamatan yang digunakan. Caranya yaitu dengan menghitung selisih dari output produksi yang diperoleh dengan nilai data yang didapat, kemudian dibagi dengan banyaknya data. Hasilnya yang berbentuk perentase kemudian dimutlakan. Perhitungan ini dilakukan pada setiap amatannya kemudian dirata-ratakan (Harun, 1999).

2. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer (langsung) yang diperoleh dari pemilik CV. Dewi Bulan. Data tersebut adalah data produk dupa mulai dari awal bulan mei 2011 sampai akhir bulan april 2016. Data produk dupa ini meliputi permintaan, persediaan dan jumlah produksi dupa.

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah produksi dupa pada CV. Dewi Bulan. Hal ini dikarenakan, selama ini perusahaan CV. Dewi Bulan belum dapat menentukan banyaknya dupa yang diproduksi secara berkala saat permintaan yang diminta maksimum dan memenuhi kapasitas produksi yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini, metode analisis data yang digunakan adalah metode logika sistem inferensi *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno. Berikut ini langkah-langkah analisis data yang akan dilakukan, yaitu :

1. Menentukan *range* dan fungsi keanggotaan dari masing-masing atribut linguistik. range dari atribut linguistik variabel permintaan, persediaan dan produksi dijelaskan berdasarkan data yang telah didapat pada perusahaan CV.Dewi Bulan.
2. Penentuan fungsi pada konsekuen untuk masing-masing aturan implikasi pada setiap metode yang digunakan.
3. Membentuk aturan implikasi *fuzzy* dengan mengkombinasikan setiap atribut linguistik pada setiap variabel input.

4. Melakukan defuzzifikasi dengan menghitung rata-rata terbobot dari semua aturan implikasi *fuzzy*.
5. Melakukan simulasi *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno untuk menentukan ketepatan jumlah produksi dupa.
6. Menghitung nilai *MAPE* untuk menentukan keakuratan dari *Fuzzy Inference System* yang digunakan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Tsukamoto

Pada metode *fuzzy* Tsukamoto, terdapat tiga langkah untuk menentukan jumlah produksi berdasarkan variabel *input* yaitu permintaan dan persediaan. Empat langkah *fuzzy* Tsukamoto tersebut antara lain; fuzzifikasi, pembentukan aturan *fuzzy*, analisis logika *fuzzy* dan defuzzifikasi. Berikut range dari data permintaan, persediaan, dan produksi dupa;

Permintaan _{RENDAH}	= [13200, 14266]
Permintaan _{SEDANG}	= [13724, 14808]
Permintaan _{TINGGI}	= [14266, 15450]
Persediaan _{SEDIKIT}	= [40, 285]
Persediaan _{SEDANG}	= [167, 404]
Persediaan _{BANYAK}	= [285, 490]
Produksi _{KECIL}	= [13140, 14265]
Produksi _{SEDANG}	= [13709, 14820]
Produksi _{BESAR}	= [14265, 15450]

Untuk langkah metode Tsukamoto, yaitu dijelaskan sebagai berikut;

1. Fuzzyfikasi

Variabel Permintaan dibagi 3 variabel linguistik yaitu RENDAH, SEDANG dan TINGGI. Himpunan *fuzzy* RENDAH terbagi menjadi 3 daerah yaitu;

Himpunan *fuzzy* Permintaan RENDAH;

$$\mu_{PmtRENDAH}[x] = \begin{cases} 0, & x > 14266 \\ \frac{14266 - x}{1066}, & 13200 \leq x \leq 14266 \\ 1, & x < 13200 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* Permintaan SEDANG;

$$\mu_{PmtSEDANG}[x] = \begin{cases} 0, & x < 13724 \text{ dan } x > 14808 \\ \frac{x - 13724}{542}, & 13724 \leq x \leq 14266 \\ \frac{14808 - x}{542}, & 14266 < x \leq 14808 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* Permintaan TINGGI;

$$\mu_{PmtTINGGI}[x] = \begin{cases} 1, & x > 15450 \\ \frac{x - 14266}{1184}, & 14266 \leq x \leq 15450 \\ 0, & x < 14266 \end{cases}$$

Variabel Persediaan dibagi 3 variabel linguistik yaitu SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK.

Himpunan *fuzzy* Persediaan SEDIKIT;

$$\mu_{PsdSEDIKIT}[y] = \begin{cases} 1, & y < 40 \\ \frac{285 - y}{245}, & 40 \leq y \leq 285 \\ 0, & y > 285 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* Persediaan SEDANG;

$$\mu_{PsdSEDANG}[y] = \begin{cases} 0, & y < 167 \text{ dan } y > 404 \\ \frac{y - 167}{118}, & 167 \leq y \leq 285 \\ \frac{406 - y}{119}, & 285 < y \leq 404 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* Persediaan BANYAK;

$$\mu_{PsdBANYAK}[y] = \begin{cases} 0, & y < 285 \\ \frac{y - 285}{205}, & 285 \leq y \leq 490 \\ 1, & y > 490 \end{cases}$$

Variabel Produksi dibagi 3 variabel linguistik yaitu KECIL, SEDANG dan BESAR.

Himpunan *fuzzy* Produksi KECIL;

$$\mu_{ProdKECIL}[z] = \begin{cases} 0, & z > 14265 \\ \frac{14265 - z}{1125}, & 13140 \leq z \leq 14265 \\ 1, & z < 13140 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* Produksi SEDANG;

$$\mu_{ProdSEDANG}[z] = \begin{cases} 0, & z < 13709 \text{ dan } z > 14820 \\ \frac{z - 13709}{556}, & 13709 \leq z \leq 14265 \\ \frac{14820 - z}{555}, & 14265 < z \leq 14820 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* Produksi BESAR

$$\mu_{ProdBESAR}[z] = \begin{cases} 0, & z < 14265 \\ \frac{z - 14265}{1185}, & 14265 \leq z \leq 15450 \\ 1, & z > 15450 \end{cases}$$

2. Pembentukan aturan *fuzzy*

Pada pembentukan aturan, terdapat tiga variabel dengan range dari atribut linguistiknya dibagi menjadi tiga bagian sehingga dibuat 3^3

aturan yaitu 27 aturan, yang merupakan semua kemungkinan aturan yang dapat terjadi.

3. Analisis logika fuzzy

Pada analisis logika fuzzy pada metode Tsukamoto, dilakukan proses fungsi implikasi dengan metode fungsi MIN. Sehingga didapatkan nilai α -predikat dan z pada masing – masing aturannya.

4. Defuzzifikasi

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai z (output) berdasarkan aturan – aturan yang digunakan sehingga didapat:

$$z = \frac{\alpha_{predikat_1} * Z_1 + \alpha_{predikat_2} * Z_2 + \dots + \alpha_{predikat_9} * Z_{27}}{\alpha_{predikat_1} + \alpha_{predikat_2} + \dots + \alpha_{predikat_{27}}}$$

$$z = \frac{0,31 * 42429,96 + 0,45 * 42516,2 + 0,015 * 84496,48}{0,93 + 1,35 + 0,09}$$

$$z = 14157,394 = 14158$$

Metode Mamdani

Terdapat empat langkah yang harus dilakukan untuk menentukan jumlah produksi dengan metode Mamdani, yaitu:

1. Fuzzifikasi

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya terdapat 3 variabel pada penelitian ini, 2 diantaranya sebagai input yaitu variabel permintaan dan persediaan sedangkan satu sisanya merupakan variabel output yaitu variabel produksi.

2. Pembentukan aturan fuzzy

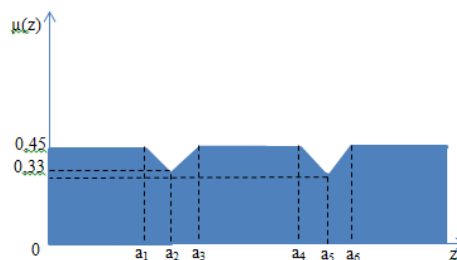
Aturan yang diterapkan pada metode Mamdani sebanyak 27 aturan.

3. Analisis logika fuzzy

Pada analisis logika fuzzy pada metode Mamdani, dilakukan proses fungsi implikasi dengan metode fungsi MIN. dan proses komposisi aturannya dengan menggunakan fungsi MAX.

4. Defuzzifikasi

Metode penegasan/defuzzifikasi yang akan digunakan adalah metode Centoid. Sehingga didapat gambar sebagai berikut;



Gambar 1. Daerah hasil komposisi

Selanjutnya dihitung, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi diatas yaitu;

$$\mu(z) = \begin{cases} 0,45; & z \leq 13758,75 \text{ dan } 13959,2 \leq z \leq 14570,25 \text{ dan } z \geq 14798,25 \\ \frac{14265 - z}{1125}; & 13758,75 < z \leq 13893,75 \\ \frac{z - 13709}{556}; & 13893,75 < z < 13959,2 \\ \frac{14820 - z}{555}; & 14570,25 < z \leq 14642,4 \\ \frac{z - 14265}{1185}; & 14642,4 < z < 14798,25 \end{cases}$$

Selanjutnya, menghitung momen untuk setiap daerah yang dijelaskan sebagai berikut,;

$$M1 = \int_{13140}^{13758,75} (0,45)z \, dz = 0,225z^2 \Big|_{13140}^{13758,75} = 3744810,352$$

$$M2 = \int_{13758,75}^{13893,75} \left(\frac{14265 - z}{1125}\right)z \, dz = 1215244,917$$

$$M3 = \int_{13893,75}^{13959,2} \left(\frac{z - 13709}{556}\right)z \, dz = 375260,561$$

$$M4 = \int_{13959,2}^{14570,25} (0,45)z \, dz = 0,225z^2 \Big|_{13959,2}^{14570,25} = 3922407,095$$

$$M5 = \int_{14570,25}^{14642,4} \left(\frac{14820 - z}{555}\right)z \, dz = 432668,781$$

$$M6 = \int_{14642,4}^{14798,25} \left(\frac{z - 14265}{1185}\right)z \, dz = 746035,319$$

$$M7 = \int_{14798,25}^{15450} (0,45)z \, dz = 0,225z^2 \Big|_{14798,25}^{15450} = 4435716,811$$

Kemudian hitung luas setiap daerah;

$$A1 = 0,45 * (13758,75 - 13140) = 278,43$$

$$A2 = \frac{0,33+0,45}{2} * (13893,75 - 13758,75) = 52,65$$

$$A3 = \frac{0,33+0,45}{2} * (13959,2 - 13893,75) = 25,52$$

$$A4 = 0,45 * (14570,25 - 13959,2) = 274,97$$

$$A5 = \frac{0,32+0,45}{2} * (14642,4 - 14570,25) = 27,78$$

$$A6 = \frac{0,32+0,45}{2} * (14798,25 - 14642,4) = 60,01$$

$$A7 = 0,45 * (15450 - 14798,25) = 293,28$$

Sehingga untuk menghitung titik pusatnya, berlaku $z = \frac{M1+M2+\dots+M7}{A1+A2+\dots+A7}$, didapat nilai z yaitu;
 $z = 14686,506 = 14687$

Metode Sugeno

1. Fuzzifikasi

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya terdapat 3 variabel pada penelitian ini, dua diantaranya sebagai input yaitu variabel permintaan dan persediaan dan satu variabel *output* yaitu produksi.

2. Pembentukan aturan *fuzzy*

Dari aturan-aturan yang terbentuk berdasarkan basis aturan pada inferensi *fuzzy*, maka aturan-aturan yang mungkin dan sesuai dengan basis pengetahuan sesuai dari perusahaan ada 9 aturan, yaitu:

[R1] IF Permintaan TURUN, dan Persediaan BANYAK, THEN (Z1) Produksi Dupa = Permintaan – Persediaan;

[R2] IF Permintaan TURUN, dan Persediaan SEDANG, THEN (Z2) Produksi Dupa = Permintaan – Persediaan;

[R3] IF Permintaan TURUN, dan Persediaan TURUN, THEN (Z3) Produksi Dupa = Permintaan;

[R4] IF Permintaan SEDANG, dan Persediaan BANYAK, THEN (Z4) Produksi Dupa = Permintaan;

[R5] IF Permintaan SEDANG, dan Persediaan SEDANG, THEN (Z5) Produksi Dupa = Permintaan;

[R6] IF Permintaan SEDANG, dan Persediaan SEDIKIT, THEN (Z6) Produksi Dupa = Permintaan – (1,2*Persediaan);

[R7] IF Permintaan BANYAK, dan Persediaan BANYAK, THEN (Z7) Produksi Dupa = Permintaan;

[R8] IF Permintaan BANYAK, dan Persediaan SEDANG, THEN (Z8) Produksi Dupa = Permintaan – 1,2*Persediaan;

[R9] IF Permintaan BANYAK, dan Persediaan SEDIKIT, THEN (Z9) Produksi Dupa = Permintaan – 1,2*Persediaan;

3. Analisis logika *fuzzy*

Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi *MIN* pada tiap aturannya, dan digunakan fungsi *MAX* untuk melakukan komposisi antar semua aturan.

4. Defuzzyfikasi

Karena α -predikat yang tidak nol hanya terdapat pada aturan R4, R5, R7 dan R8. Sehingga yang memenuhi fungsi *MAX* adalah aturan R4, R5 dan R8, dengan menggunakan metode *defuzzy weighted average*, maka rata – rata jumlah produksinya adalah;

$$z = \frac{\alpha_4 z_4 + \alpha_5 z_5 + \alpha_8 z_8}{\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_8}$$

$$z = \frac{0,31 * 14250 + 0,45 * 14250 + 0,015 * 13830}{0,31 + 0,45 + 0,015}$$

$$z = 14241,87 = 14242$$

Hasil perbandingan *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno

Dari hasil uji data, dimana bila jumlah permintaan = 14250 dan persediaan = 350. Didapat bahwa jumlah produksi pada periode Mei 2011 untuk metode Tsukamoto = 14158, untuk jumlah produksi pada metode Mamdani = 14687, dan untuk jumlah produksi pada metode Sugeno = 14242. Dengan diketahui produksi pada periode Mei 2011 sebesar 14340, maka didapat jumlah produksi dengan metode Sugeno pada Mei 2011 yaitu sebesar 14242 adalah metode yang paling mendekati dari hasil jumlah produksi dupa pada periode Mei 2011, Berikut tabel hasil produksi dupa per batang beserta hasil produksi dupa per batang dengan metode Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno;

Tabel A. Hasil Perbandingan Metode Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno

Periode	Data Produksi	Produksi Tsukamoto	Produksi Mamdani	Produksi Sugeno
Mei 2011	14340	13981	14687	14242
Juni 2011	14200	13814	14505	13826
July 2011	14710	14131	14862	14332
Agustus 2011	14290	13945	14568	13840
September 2011	15450	14579	15278	15047
Oktober 2011	14450	14015	14751	14389
November 2011	14650	14083	14797	14223
Desember 2011	14510	14013	14738	14193
Januari 2012	13310	13325	13505	13335
Februari 2012	13880	13650	14172	13691
Maret 2012	13940	13714	14240	13756
April 2012	14120	13792	14416	13845
Mei 2012	13960	13664	14256	13698
Juni 2012	13310	13350	13352	13372
July 2012	14570	14125	14864	14220
Agustus 2012	14250	13898	14571	13958
September 2012	14280	13911	14515	13911
Oktober 2012	14200	13866	14442	13925
November 2012	14670	14272	14810	14312
Desember 2012	15250	14750	14477	14923
Januari 2013	13410	13441	13539	13460
Februari 2013	14320	13943	14511	14101
Maret 2013	14300	13956	14536	14087
April 2013	13140	13175	13365	13195
Mei 2013	13480	13427	13672	13527
Juni 2013	13740	13647	13921	13776
July 2013	13620	13540	13934	13660
Agustus 2013	13960	13762	14275	13812
September 2013	13540	13425	13592	13414
Oktober 2013	13870	13663	14195	13703
November 2013	14250	13928	14581	14028
Desember 2013	14320	14012	14576	14102
Januari 2014	14920	14160	15056	14690

Februari 2014	14200	14006	14484	14124
Maret 2014	15180	14482	15152	14891
April 2014	14800	14148	14983	14645
Mei 2014	14400	14047	14727	14234
Juni 2014	14770	14133	14919	14572
July 2014	14710	14125	14928	14585
Agustus 2014	14190	13882	14488	13922
September 2014	15350	14574	15315	15197
Oktober 2014	14460	14062	14834	14315
November 2014	14950	14257	15112	14833
Desember 2014	14810	14197	15080	14695
Januari 2015	13610	13320	13814	13541
Februari 2015	14080	13881	14346	13925
Maret 2015	14040	13865	14291	13906
April 2015	14240	14025	14526	14104
Mei 2015	14060	13873	14355	13913
Juni 2015	13610	13320	13861	13489
July 2015	14670	14085	14871	14525
Agustus 2015	14250	14028	14416	14162
September 2015	14280	13642	14403	14118
Oktober 2015	14200	14013	14387	14014
November 2015	14970	14247	15095	14767
Desember 2015	15250	14640	15273	15013
Januari 2016	13410	13206	13446	13326
Februari 2016	14320	14092	14579	14231
Maret 2016	14700	14146	14940	14496
April 2016	13140	13177	13256	13149
<i>MAPE</i>		2,525%	1,557%	1,314%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan mengenai perbandingan metode Tsukamoto, metode Mamdani dan Metode Sugeno untuk menentukan jumlah produksi dupa berdasarkan data jumlah permintaan dan jumlah persediaan maka dapat disimpulkan bahwa nilai *MAPE* pada metode Tsukamoto sebesar 2,525%, metode Mamdani sebesar 1,557%, dan metode

Sugeno sebesar 1,314%, untuk metode Sugeno memiliki nilai *error* terkecil pada jumlah produksi dupa pada kasus di CV. Dewi Bulan, nilai *error* didapat dari perbandingan data hasil produksi setiap metode yang digunakan dengan data produksi yang didapat dari CV. Dewi Bulan secara langsung. Sehingga berdasarkan hasil yang didapat metode Sugeno yang paling baik untuk digunakan dibandingkan dengan metode Tsukamoto dan metode Mamdani pada studi kasus produksi dupa CV. Dewi Bulan.

Pada penelitian ini, terdapat 2 variabel input, yaitu permintaan dupa dan persediaan dupa, serta 1 variabel *output*, yaitu jumlah dupa yang akan diproduksi. Untuk penelitian – penelitian selanjutnya disarankan agar jumlah variabel input yang dapat digunakan lebih dari 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Susilo, Frans SJ. 2006. “*Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya*”. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Harun, S. 1999. Forecasting and Simulation of Net Inflows for Reservoir Operation and Management. Malaysia : Thesis. Universiti Teknologi Malaysia.
- Kusumadewi, Sri. Purnomo Hari. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy (Fuzzy Inference System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiadji. 2009. *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.