

SISTEM BERBASIS ATURAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO UNTUK PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI ROTI PADA CV. GENDIS BAKERY

Riyadi Yudha Wiguna, Hanny Haryanto, S.Kom, M.T
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Nakula 5-11, Semarang 50131, 024-3517261
E-mail : riyadiyudh@gmail.com

Abstrak

Suatu perusahaan produksi harus mengambil keputusan yang tepat dalam memprediksi jumlah produksi yang akan diproduksi. Penjualan roti pada CV. Gendis Bakery mengalami peningkatan dan pihak perusahaan hanya mengandalkan prediksi tradisional dalam memproduksi roti pada tiap bulannya. Prediksi tradisional disini adalah dalam bentuk produksi yang dilakukan dalam jumlah yang sama dari hari ke hari tanpa adanya perhitungan terlebih dahulu. Hal tersebut tentunya akan membuat pihak perusahaan kesulitan dalam mengetahui jumlah produk yang harus diproduksi. Untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan kinerja dari perusahaan, maka diperlukan proses prediksi secara otomatis menggunakan kecerdasan buatan.

Fuzzy Logic adalah sebuah metodologi "berhitung" dengan variabel kata-kata (linguistic variable), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Dengan fuzzy logic, sistem kepakaran manusia bisa diimplementasikan ke dalam bahasa mesin secara mudah dan efisien.

Hasil perhitungan sistem tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan yang dilakukan secara manual, hal ini ditunjukkan dengan tabel Mean Squared Error dengan hasil error di bawah 1. Sehingga, tanpa mengurangi ketepatan dalam perhitungan, sistem dapat digunakan untuk menghemat waktu dalam menentukan jumlah barang yang akan diproduksi.

Kata kunci : fuzzy logic, tsukamoto, inferensi sistem, prediksi, rules

Abstract

A production company must make the right decisions in predicting the amount of production that will be produced. Sales of bread on a CV. Gendis Bakery has increased and the companies rely on traditional prediction in producing bread in each month. Traditional prediction here is in the form of production is done in the same amount from day to day without any prior calculations. It certainly will make the company difficult to determine the amount of product to be manufactured. In order to overcome these problems and improve the performance of the company, it is necessary to process automatic prediction using artificial intelligence. Fuzzy Logic is a methodology of "counting" with variable words (linguistic variables), instead of counting the numbers. With fuzzy logic, system of human expertise can be implemented into machine language easily and efficiently.

Results of calculation system does not vary much with the results of calculations done manually, as shown by the table with the results of the Mean Squared Error error below 1. Thus, without compromising the accuracy of the calculation, the system can be used to save time in determining the amount of goods to be produced

Keyword : fuzzy logic, tsukamoto, inferensi sistem, prediction, rules

1. Pendahuluan

Pada masa sekarang roti sudah menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Menurut pendapat Calvin Anderson dalam websitenya mengemukakan bahwa banyak orang mengubah pola makannya dengan mengkonsumsi roti sebagai pengganti sarapan mereka. Dari pendapat itulah banyak berkembangnya para produsen roti atau sering kita kenal dengan sebutan Bakery berlomba – lomba untuk menciptakan roti dengan keunggulan dan kelebihan kualitas yang berbeda untuk menarik para konsume.

Penjualan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan perusahaan dalam usaha memasarkan produk atau

jasa yang dimilikinya kepada masyarakat atau konsumen yang membutuhkannya, dimana hasil penjualan tersebut merupakan hasil pendapatan bagi perusahaan yang tentunya akan mendukung kegiatan perusahaan selanjutnya.

CV Gendis Bakery adalah perusahaan yang bergerak di bidang bakery. Perusahaan ini semula terletak di Jl.Ngesrep Timur VI No. 42 Sumurboto Banyumanik Semarang, akan tetapi dengan berkembangnya perusahaan dan meningkatnya permintaan pasar akan barang produksinya maka perusahaan ini memutuskan untuk mengembangkan rumah produksinya dengan membangun rumah produksi di Jl. Mulawarman Utara 1 Banyumanik Semarang.

Permasalahan yang timbul dari perusahaan ini adalah kesulitan dalam prediksi roti untuk bulan-bulan berikutnya. Karena dalam tiap bulannya penjualan roti meningkat dan pihak perusahaan hanya mengandalkan prediksi tradisional dalam memproduksi roti pada tiap bulannya. Prediksi tradisional disini adalah dalam bentuk produksi yang dilakukan dalam jumlah yang sama dari hari ke hari tanpa adanya perhitungan terlebih dahulu. Hal tersebut tentunya akan membuat pihak perusahaan kesulitan dalam mengetahui jumlah produk yang harus diproduksi. Untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan kinerja dari perusahaan, maka diperlukan proses prediksi secara otomatis menggunakan kecerdasan buatan. Prediksi adalah sama dengan ramalan atau perkiraan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan. Prediksi bisa berdasarkan metode ilmiah ataupun subjektif belaka. Ambil contoh, prediksi cuaca selalu berdasarkan data dan informasi terbaru yang didasarkan pengamatan termasuk oleh satelit. Salah satu metode dalam kecerdasan buatan yang dapat digunakan untuk prediksi adalah Fuzzy Logic.

Fuzzy Logic adalah sebuah metodologi “berhitung” dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam *fuzzy logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Dengan *fuzzy logic*, sistem kepakaran manusia bisa diimplementasikan ke dalam bahasa mesin secara mudah dan efisien. Motivasi utama teori *fuzzy logic* adalah memetakan sebuah ruang input ke dalam ruang output dengan menggunakan IF-THEN rules. Pemetaan dilakukan dalam suatu *Fuzzy Inference System (FIS)*. *FIS* adalah sebuah metode yang menginterpretasikan harga-harga dalam vektor input, menarik kesimpulan berdasar sekumpulan IF-THEN rules yang diberikan, dan kemudian menghasilkan vektor output. *Fuzzy Logic* dapat diaplikasikan dengan baik untuk menentukan suatu kesimpulan atau hasil dari data input dan output yang akan diproses. Masalahnya adalah memperkirakan berapa perkiraan produk yang terjual dalam bulan/tahun yang akan datang. Dalam masalah ini akan di bahas mengenai prediksi jumlah produksi roti pada tahun 2015. Prediksi ini akan dilakukan dengan menggunakan *fuzzy logic*. *Fuzzy Logic* digunakan karena dibandingkan dengan logika konvensional, *logika fuzzy* memiliki kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit. Selain itu karena *fuzzy logic* yang mudah dimengerti, memiliki toleransi data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi

nonlinear yang sangat kompleks, serta dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional dan didasarkan pada bahasa alami. Dalam Fuzzy Logic terdapat 3 jenis fuzzy, yaitu : Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno. Pada kasus pada CV Gendis Bakery *fuzzy* yang akan dipakai adalah Tsukamoto. Hal ini dikarenakan *fuzzy* Tsukamoto memiliki penalaran *fuzzy* yang cukup mudah untuk dipahami. Adapun perbedaan *fuzzy* Tsukamoto dengan *fuzzy* yang lain salah satunya terdapat pada penggunaan. *Fuzzy* Tsukamoto penggunaannya lebih pada Humanis Control, *Fuzzy* Mamdani lebih pada Humanis, sedangkan untuk *Fuzzy* Sugeno pada Control.

Sebagai contoh pada referensiskripsi implementasi Fuzzy Inference System dalam optimasi jumlah dan biaya produksi pada CV. Karya Sentosa. Pada referensi skripsi tersebut menghasilkan prosentase pengujian tingkat rerata kesalahan dibawah 1% dalam menentukan jumlah produksi yang optimal. Referensi lain pada jurnal “Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa”. Pada jurnal tersebut menghasilkan keputusan pemberian beasiswa secara objektif. Sama halnya pada jurnal “Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Penentuan Harga Jual Barang Dalam Konsep Fuzzy Logic”, pada jurnal tersebut menghasilkan keputusan harga jual barang sebelum barang tersebut di produksi dan masuk ke pasaran. Referensi jurnal Internasional “Temperature Control using Fuzzy Logic”. Pada kasus tersebut menyimpulkan bahwa teknologi menggunakan fuzzy ini tidak sulit untuk menerapkan prediksi dan hasilnya yang sesuai dengan harapan. Referensi lain jurnal “Application of Fuzzy Logic In Transport Planning”. Pada jurnal tersebut menghasilkan bagaimana fuzzy logic bekerja dalam aplikasi penentuan perencanaan transport. Sedangkan pada jurnal “A Fuzzy Logic Based Personalized Reccomender System” mengemukakan bahwa metode fuzzy logic merupakan sistem yang direkomendasikan yang baik dan mudah digunakan untuk memecahkan berbagai masalah di kehidupan sehari-hari.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah adalah bagaimana mengatasi kesulitan memprediksi jumlah produksi untuk bulan-bulan berikutnya pada CV. Gendis Bakery menggunakan fuzzy Tsukamoto.

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di CV Gendis Bakery yang disurvei meliputi penjualan roti setiap bulan.
2. Data yang digunakan adalah data penjualan roti bulan Januari 2014 sampai bulan Agustus 2015.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi berdasarkan data penjualan dan jumlah retur.
2. Mengetahui perbandingan jumlah produksi hasil perhitungan metode Tsukamoto dalam sistem dengan kenyataan dalam hal akurasiya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini bagi penulis adalah :

1. Sebagai sarana penerapan ilmu yang didapat selama kuliah.
2. Menambah bekal untuk terjun ke dunia kerja, serta mempersiapkan diri menjadi sosok manusia yang mampu menjalankan fungsinya sebagai manusia seutuhnya, mampu bekerja secara produktif, inovatif, dan kreatif

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini bagi CV. Gendis Bakery adalah :

1. Dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan dalam memproduksi jumlah produksi roti.
2. Sistem aplikasi prediksi ini juga diharapkan dapat membantu dan meningkatkan kualitas perusahaan.
3. Mempermudah perhitungan prediksi produksi menggunakan sistem dalam hal efisiensi waktu prediksi.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini bagi Akademik adalah :

1. Sebagai tambahan referensi yang dapat digunakan untuk bahan perbandingan dan acuan untuk persoalan sejenis sehingga bisa meningkatkan mutu pendidikan di Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
2. Tugas Akhir ini dapat menjadi suatu contoh dan pendorong bagi Universitas Dian Nuswantoro Semarang untuk mengembangkan aplikasi sistem prediksi pada bidang-bidang yang lainnya.

2. Penjelasan Tentang Fuzzy

Teori *fuzzy* (*fuzzy logic*), dikenal sebuah logika tegas (Crisp logic) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Sebaliknya logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar dan salah. Dalam teori logika *fuzzy* sebuah nilai bisa bernilai benar dan salah secara bersamaan namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Kata *Fuzzy* merupakan kata sifat yang berarti kabur, tidak jelas. Fuzziness atau kekaburan atau ketidakjelasan atau ketidakpastian selalu meliputi keseharian manusia. Orang yang belum pernah mengenal logika *fuzzy* pasti akan mengira bahwa logika *fuzzy* adalah sesuatu yang rumit dan tidak menyenangkan. Namun, sekali seseorang mulai mengenalnya, pasti akan tertarik untuk ikut mempelajari logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* dikatakan sebagai logika baru yang lama., sebab ilmu tentang logika *fuzzy* modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun lalu, padahal sebenarnya konsep tentang logika *fuzzy* itu sendiri sudah ada sejak lama.

Secara umum *fuzzy logic* adalah metodologi “berhitung” dengan variabel kata-kata (linguistic variable), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Dengan *fuzzy logic*, sistem kepakaran manusia bisa diimplementasikan ke dalam bahasa mesin. *Fuzzy logic* diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, “sangat”.

Ada beberapa alasan mengapa menggunakan logika *fuzzy*:

1. Konsep *fuzzy logic* sangat sederhana sehingga mudah dipahami, yaitu pada naturalness pendekatannya dalam memecahkan masalah.
2. Fleksibel, dalam artian dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah.
3. Mampu memberikan toleransi terhadap ketidakpresisian data.

4. Pemodelan/pemetaan untuk mencari hubungan data input-output dari sembarang sistem bisa dilakukan dengan memakai *fuzzy*.
5. Pengetahuan atau pengalaman dari pakar dapat dipakai dengan mudah untuk membangun *fuzzy logic* tanpa melalui proses pelatihan.
6. *Fuzzy logic* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. *Fuzzy logic* didasarkan pada bahasa alami atau bahasa manusia.

2.1 Fuzzy Tsukamoto

Dalam membangun sebuah sistem *fuzzy* dikenal beberapa metode penalaran, antara lain : metode *Tsukamoto*, metode *Mamdani*, dan metode *Sugeno*. Pada aplikasi prediksi produksi akan digunakan *Tsukamoto*. Adapun kelebihan dari metode *Tsukamoto* adalah memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat dan mudah dimengerti. Pada metode *tsukamoto*, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk menentukan nilai output yang tegas dicari dengan mengubah input menjadi suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzzifikasi. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam metode *Tsukamoto* adalah metode defuzzifikasi rata-rata terpusat. Pada metode *Tsukamoto*, implikasi setiap aturan berbentuk implikasi "Sebab-Akibat" dimana antara anteseden dan konsekuen harus ada hubungannya.

3. Implementasi Metode Tsukamoto

Secara umum terdapat tiga langkah untuk menentukan jumlah produksi berdasarkan data retur dan data penjualan dengan metode *Tsukamoto*, yaitu : mendefinisikan variable, inferensi, dan defuzzifikasi.

3.1 Mendefinisikan Variabel Fuzzy

Pada tahap ini, nilai keanggotaan himpunan retur dan penjualan saat ini dicari menggunakan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dengan memperhatikan nilai maksimum dan nilai minimum data bulan Agustus 2015. Variabel tersebut antara lain : variable retur, variable penjualan, dan variable produksi.

Dalam menyelesaikan permasalahan prediksi produksi pada CV. Gendis Bakery dengan

menggunakan metode *Tsukamoto* secara manual, ada beberapa langkah yang harus ditempuh. Langkah-langkah tersebut adalah mendefinisikan variable *fuzzy*, inferensi, dan defuzzifikasi.

Ada 3 variabel *fuzzy* yang akan dimodelkan, yaitu retur, penjualan, dan produksi.

- a. Retur terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu TURUN, SEDANG, dan NAIK. Fungsi keanggotaan himpunan TURUN, TETAP, dan NAIK dari variabel Retur :

$$\mu_{RtrTURUN}[x] = \begin{cases} 1 & x \leq 4000 \\ \frac{6300-x}{2300} & 4000 \leq x \leq 6300 \\ 0 & x \geq 6300 \end{cases}$$

$$\mu_{RtrTETAP}[x] = \begin{cases} 1 & x = 5150 \\ \frac{x-4000}{1150} & 4000 \leq x \leq 5150 \\ \frac{6300-x}{1150} & 5150 \leq x \leq 6300 \\ 0 & x \leq 4000 \vee x \geq 6300 \end{cases}$$

$$\mu_{RtrNAIK}[x] = \begin{cases} 0 & x \leq 4000 \\ \frac{x-4000}{2300} & 4000 \leq x \leq 6300 \\ 0 & x \geq 6300 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan himpunan TURUN, TETAP dan NAIK dari variabel Retur bias dicari dengan :

$$\begin{aligned} \mu_{RtrTURUN}[4300] &= (6300-4300)/2300 \\ &= 0,8695 \\ \mu_{RtrTETAP}[4300] &= (6300-4300)/1150 \\ &= 2,2857 \\ \mu_{RtrNAIK}[4300] &= (4300-4000)/2300 \\ &= 0,1304 \end{aligned}$$

- b. Penjualan, terdiri dari 3 himpunan *fuzzy* yaitu SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK. Fungsi keanggotaan himpunan SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK dari variabel Penjualan :

$$\mu_{PjI}SEDIKIT[y] = \begin{cases} 1 & \\ \frac{53900-y}{15400} & \\ 0 & \end{cases}$$

$$\begin{matrix} y \leq 37500 \\ 37500 \leq y \leq 52900 \\ y \geq 52900 \end{matrix}$$

$$\mu_{PjI}SEDANG[y] = \begin{cases} 1 & \\ \frac{y-37500}{7700} & \\ \frac{52900-y}{7700} & \\ 0 & \end{cases}$$

$$\begin{matrix} y = 45200 \\ 37500 \leq y \leq 45200 \\ 45200 \leq y \leq 52900 \\ y \leq 37500 \vee y \geq 52900 \end{matrix}$$

$$\mu_{PjI}BANYAK[y] = \begin{cases} 0 & \\ \frac{y-37500}{15400} & \\ 1 & \end{cases}$$

$$\begin{matrix} y \leq 37500 \\ 37500 \leq y \leq 52900 \\ y \geq 52900 \end{matrix}$$

Nilai keanggotaan himpunan SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK dari variabel Penjualan dapat dicari dengan :

$$\mu_{Pj} \text{SEDIKIT} [43700] = (52900 - 43700) / 15400 = 0,5974$$

$$\mu_{Pj} \text{SEDANG} [43700] = (43700 - 37500) / 4625 = 1,3405$$

$$\mu_{Pj} \text{BANYAK} [43700] = (43700 - 37500) / 15400 = 0,4025$$

c. Produksi terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu BERKURANG, TETAP, dan BERTAMBAH. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BERKURANG, TETAP, dan BERTAMBAH dari variabel Produksi :

$$\mu_{Pr} \text{BERKURANG} [z] = \begin{cases} 1 & z \leq 43000 \\ \frac{57000 - z}{14000} & 43000 \leq z \leq 57000 \\ 0 & z \geq 57000 \end{cases}$$

$$\begin{matrix} z \leq 43000 \\ 43000 \leq z \leq 57000 \\ z \geq 57000 \end{matrix}$$

$$\mu_{Pr} \text{TETAP} [z] = \begin{cases} 1 & z = 47000 \\ \frac{z - 43000}{4000} & 43000 \leq z \leq 50000 \\ \frac{57000 - z}{4000} & 50000 \leq z \leq 57000 \\ 0 & z \geq 57000 \end{cases}$$

$$\mu_{Pr} \text{BERTAMBAH} [z] = \begin{cases} 0 & z \leq 43000 \\ \frac{z - 43000}{14000} & 43000 \leq z \leq 57000 \\ 1 & z \geq 57000 \end{cases}$$

$$\begin{matrix} z \leq 43000 \\ 43000 \leq z \leq 57000 \\ z \geq 57000 \end{matrix}$$

Inferensi

$$\begin{aligned} [R1] &= \text{IF retur TURUN AND penjualan BANYAK THEN produksi BERTAMBAH.} \\ &= \min 0,8695; 0,4025 \\ &= 0,4025 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERTAMBAH dalam aturan fuzzy [R1], maka nilai z1 adalah :

$$\begin{aligned} Z1 &= [0,4025 \cdot 14000] + 43000 \\ &= 48635 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R2] &= \text{IF retur TURUN AND penjualan SEDANG THEN produksi BERKURANG.} \\ &= \min 0,8695; 1,3405 \\ &= 0,8695 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG dalam aturan fuzzy [R2], maka nilai z2 adalah :

$$\begin{aligned} Z2 &= 57000 - [0,8695 \cdot 14000] \\ &= 57000 - 12173 \\ &= 44827 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R3] &= \text{IF retur TURUN AND penjualan SEDIKIT THEN produksi BERKURANG.} \\ &= \min 0,8695; 0,5974 \\ &= 0,5974 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG dalam aturan fuzzy [R3], maka nilai z3 adalah :

$$\begin{aligned} Z3 &= 57000 - [0,5974 \cdot 14000] \\ &= 57000 - 8363,6 \\ &= 48636,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R4] &= \text{IF retur SEDANG AND penjualan BANYAK THEN produksi BERTAMBAH.} \\ &= \min 2,2857; 0,4025 \\ &= 0,4025 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERTAMBAH dalam aturan fuzzy [R4], maka nilai z4 adalah :

$$\begin{aligned} Z4 &= [0,4025 \cdot 14000] + 43000 \\ &= 48635 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R5] &= \text{IF retur SEDANG AND penjualan SEDANG THEN produksi TETAP.} \\ &= \min 2,2857; 1,3405 \\ &= 1,3405 \end{aligned}$$

Karena produksi TETAP, maka langsung tampak bahwa z5 = zt = 47000

$$Z5 = 47000$$

$$\begin{aligned} [R6] &= \text{IF retur SEDANG AND penjualan SEDIKIT THEN produksi BERKURANG.} \\ &= \min 2,2857; 0,5974 \\ &= 0,5974 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG dalam aturan fuzzy [R6], maka nilai z6 adalah :

$$\begin{aligned} Z6 &= 57000 - [0,5974 \cdot 14000] \\ &= 57000 - 8363,6 \\ &= 48636,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R7] &= \text{IF retur NAIK AND penjualan BANYAK THEN produksi BERTAMBAH.} \\ &= \min 0,1304; 0,4025 \\ &= 0,1304 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERTAMBAH dalam aturan fuzzy [R7], maka nilai z7 adalah :

$$\begin{aligned} Z7 &= [0,1304 \cdot 14000] + 43000 \\ &= 44825,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R8] &= \text{IF retur NAIK AND penjualan SEDANG THEN produksi BERKURANG.} \\ &= \min 0,1304; 1,3405 \\ &= 0,1304 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG dalam aturan fuzzy [R8], maka nilai z8 adalah :

$$\begin{aligned} Z8 &= 57000 - [0,1304 \cdot 14000] \\ &= 57000 - 1825,6 \\ &= 55174,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R9] &= \text{IF retur NAIK AND penjualan SEDIKIT THEN produksi BERKURANG.} \\ &= \min 0,1304; 0,5974 \\ &= 0,1304 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi BERKURANG dalam aturan fuzzy [R9], maka nilai z9 adalah :

$$\begin{aligned} Z_9 &= 57000 - [0,1304 \cdot 14000] \\ &= 57000 - 1825,6 \\ &= 55174,4 \end{aligned}$$

Menentukan Output Crisp (Defuzzyfikasi)

Pada metode Tsukamoto, untuk menentukan output crisp digunakan defuzifikasi rata-rata terpusat yaitu :

$$Z = \frac{0,4025 \cdot 48635 + 0,8695 \cdot 44827 + 0,5974 \cdot 48636,4 + 0,4025 \cdot 48635 + 1,3405 \cdot 47702 + 0,5974 \cdot 48636,4 + 0,1304 \cdot 44825,6 + 0,1304 \cdot 55174,4 + 0,1304 \cdot 55174,4}{0,4025 + 0,8695 + 0,5974 + 0,4025 + 1,3405 + 0,5974 + 0,1304 + 0,1304 + 0,1304} = \frac{219477,265}{4,601} = 47702$$

Jadi menurut perhitungan dengan metode Tsukamoto diatas, jumlah produksi yang harus diproduksi CV. Gendis Bakery pada bulan berikutnya adalah sebanyak 47702 kemasan.

Berikut tabel eksperimen input dan perbandingan hasil antara perhitungan non metode lima bulan terakhir dengan perhitungan metode pada sistem.

No	Bulan	Produksi Non Metode (pcs)	Produksi Sistem (pcs)	Selisih Produksi (pcs)	Kuadrat Selisih Produksi	Hasil Mean Squared Error (MSE)
1	April'15	50000	49493	0,507	0,257049	0,550456
2	Mei'15	46500	46698	0,198	0,039204	
3	Juni'15	47000	47823	0,823	0,677329	
4	Juli'15	46000	47659	1,659	2,752281	
5	Agustus'15	48000	48576	0,576	0,331776	
Jumlah					3	

Perbandingan diatas menyimpulkan bahwa prediksi manual pada perusahaan dibanding dengan perhitungan menggunakan metode memiliki error sebesar 0,550456. Jadi dapat disimpulkan bahwa metode pada sistem ini dapat bekerja dengan baik dan dapat diterapkan dalam CV. Gendis Bakery.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai Penerapan Metode tsukamoto dalam sistem prediksi untuk menentukan jumlah produksi barang berdasarkan data penjualan dan retur maka dapat disimpulkan:

1. Tingkat prediksi menggunakan metode Tsukamoto sudah cukup baik diterapkan dalam CV. Gendis Bakery. Hal ini terbukti dari hasil perbandingan perhitungan manual dengan perhitungan pada sistem metode tersebut.

2. Tingkat kecepatan dan ketepatan pada sistem yang menggunakan metode Tsukamoto sudah baik dengan adanya penginputan data penjualan dan retur yang simple dan mudah dimengerti serta penampilan hasil yang cukup cepat dapat langsung diketahui oleh admin ataupun user.

- [1] Cahya Anderson, (2014, September) [Online]. <http://www.bakerymagazine.com/2013/07/22/bcc-membuka-wawasan-bisnis-karyawan-tempo-jelang-pensiun/>
- [2] F Sukmaningsih, *Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) dalam Optimasi Jumlah dan Biaya Produksi*. Malang: UIN, 2011.
- [3] Fanny Anisha. (2014, September) <http://fannyanisha.wordpress.com>. [Online]. <http://fannyanisha.wordpress.com/2012/10/05/perngertian-perusahaan/>
- [4] Dwi Handaru. (2014, September) <http://dwihandaru.blogspot.com>. [Online]. <http://dwihandaru.blogspot.com/2013/04/optimalisasi-produksi.html>
- [5] T Sutojo, Edy Mulyanto, and Suhartono Vincent,. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011.
- [6] Maryaningsih, Siswanto, and mesterjjon, "Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa," Februari 2013.
- [7] Toto Haryanto. (2012, Agustus) totoharyanto.staff.ipb.ac.id. [Online]. totoharyanto.staff.ipb.ac.id/2012/08/11/fuzzy-reasoning-penalaran-fuzzy/
- [8] Singhala, N Shah, and Patel, "Temperature Control using Fuzzy Logic," Januari 2014.
- [9] Rizky Amelia, "Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Penentuan Harga Jual Brang Dalam Konsep Fuzzy Logic," Desember 2013.
- [10] Sarkar Amrita, G Sahoo, and UC Sahoo,] "Application of Fuzzy Logic In Transport Planning," Mei 2012.
- [11] B.A Ojokoh, M,O Omisore, O, W Samuel, and] T, O Ogunniyi, "A Fuzzy Logic Based

Personalized Recommender System," Oktober 2012.

[12 Depdikbud, "Kamus Besar Bahasa Indonesia," in] *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka, 2008.

[13 Komaruddin, "Ensiklopedia Manajemen," in] *Ensiklopedia Manajemen*. Bandung: Alfabeta, 2005.

[14 Agus Naba, *Belajar Cepat Fuzzy Logic*

] *Menggunakan Matlab*. Malang: Penerbit Andi, 2009.

[15 Sri Kusumadewi and Hari Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.