



Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Prediksi Jumlah Produksi Tanaman Cabai

Irmayansyah^{1*}, Annisa Nur Rosdiana²

¹Sistem Informasi/STIKOM Binaniga
Email: irma@stikombinaniaga.ac.id

²Sistem Informasi/STIKOM Binaniga
Email: nurrosdiana88@gmail.com

ABSTRACT

Inaccuracy in predicting the amount of chili production is one of the problems found in chili production. Based on the data obtained from observations and interviews conducted with the supervisor of chili plantations, there are 3 variables that can be used to predict the amount of chili production, namely land area, number of seeds, and maintenance costs. The application of the Fuzzy Tsukamoto method to this problem is one of the most appropriate and effective ways. To find out the accuracy of the application of the Tsukamoto fuzzy method for predicting the amount of chili production, it was carried out by comparing the prediction of the amount of chili production obtained from the application of the Fuzzy Tsukamoto method with the actual data on the amount of chili production using the Mean Absoulute Percentage Error (MAPE) formulation, the results obtained were 14%. Can be categorized as a good forecast. The existence of a system for predicting the amount of chili production will be more effective and efficient in its use, the system testing was carried out on 30 users using the Post-study System Usability Quistionnaire (PSSUQ) instrument, it was obtained a value of 80,15% was obtained which can be categorized as feasible to be implemented.

Keywords: Predicted; amount of chili production; Fuzzy Tsukamoto; MAPE; feasibility.

ABSTRAK

Ketidak tepatan prediksi jumlah produksi cabai merupakan salah satu permasalahan yang ditemukan dalam produksi cabai. Berdasarkan data yang diperoleh dari observasi dan wawancara yang dilakukan kepada pengawas perkebunan tanaman cabai diperoleh 3 variabel yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi cabai yaitu luas lahan, jumlah bibit, serta biaya perawatan. Penerapan metode Fuzzy Tsukamoto pada permasalahan ini merupakan salah satu cara yang paling tepat dan efektif. Untuk mengetahui ketepatan penerapan metode fuzzy tsukamoto untuk prediksi jumlah produksi cabai dilakukan dengan cara membandingkan Prediksi jumlah produksi cabai yang diperoleh dari penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dengan data aktual jumlah produksi cabai dengan menggunakan formulasi Mean Absoulute Presentase Error (MAPE), diperoleh hasil sebesar 14% yang dapat dikategorikan sebagai peramalan yang baik. Adanya sebuah sistem untuk prediksi jumlah produksi cabai akan menjadi lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya, uji coba sistem dilakukan kepada 30 pengguna menggunakan instrument Post-study System Usability Quistionnaire (PSSUQ) diperoleh nilai sebesar 80,15% yang dapat dikategorikan layak untuk diimplementasikan.

Keywords: Prediksi; jumlah produksi cabai; Fuzzy Tsukamoto; MAPE; kelayakan.

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Budidaya pada tanaman cabai merupakan salah satu kegiatan bisnis yang menjanjikan jika pengelolaannya tepat sasaran. Dalam penanaman cabai sering kali melakukan perkiraan tanpa mengetahui berapa banyak yang harus dihasilkan agar sesuai dengan kebutuhan pasar sehingga terjadi kelebihan dan kekurangan pada produksi yang mengakibatkan fluktuasi pada harga. Kondisi lahan serta luas lahan menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan penanaman cabai, kondisi tanah yang jauh dari penyakit dapat menghindari biaya perawatan yang besar, Produksi tanaman yang dihasilkan harus memiliki kualitas tinggi agar buah terjual habis sehingga memiliki harga jual tersendiri. Tabel 1 merupakan data produksi budidaya tanaman cabai yang di peroleh dari beberapa orang petani dalam kurun waktu April 2019 sampai agustus 2019.

Tabel 1. Data Produksi

No	Petani	Luas Lahan	Bibit yg Ditanam	Biaya Produksi	Hasil Prediksi	Hasil Produksi
1	Petani A	900 M	2100 Bibit	15,472,000	4,200 Kg	1,500 Kg
2	Petani B	500 M	1500 Bibit	19,100,000	3,000 Kg	1,000 Kg
3	Petani C	2500 M	4000 Bibit	41,770,000	6,000 Kg	2,300 Kg
4	Petani D	700 M	1700 Bibit	16,193,000	3,700 Kg	1,456 Kg
5	Petani E	800 M	1900 Bibit	14,861,000	3,900 Kg	1,798 Kg
6	Petani F	1200 M	2700 Bibit	23,650,000	4,700 Kg	1,560 Kg
7	Petani G	1000 M	2300 Bibit	20,560,000	4,600 Kg	1,608 Kg
8	Petani H	3000 M	5600 Bibit	49,544,000	8,600 Kg	2,535 Kg
9	Petani I	1900 M	3100 Bibit	27,250,000	5,100 Kg	1,979 Kg
10	Petani J	1600 M	2500 Bibit	20,567,000	4,500 Kg	1,780 Kg
11	Petani K	2000 M	2800 Bibit	35,643,000	4,800 Kg	1,569 Kg

Berdasarkan tabel 1 diperoleh informasi bahwa untuk menentukan prediksi produksi cabai merah besar petani menentukan berdasarkan faktor luas lahan yang ditanami cabai, bibit yang ditanam serta biaya perawatan yang dikeluarkan, penentuan jumlah produksi cabai masih menggunakan penalaran atau prediksi tersendiri dari petani sehingga cabai yang dihasilkan tidak sesuai dengan jumlah prediksi produksi yang telah diperkirakan sebelumnya.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diidentifikasi permasalahannya adalah Belum tepatnya prediksi produksi tanaman cabai

3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan prediksi produksi tanaman cabai yang tepat berdasarkan luas lahan yang ada, dan mengembangkan prototype sistem informasi prediksi jumlah produksi cabai dengan pemodelan fuzzy Tsukamoto

4. Tinjauan Pustaka

a. Clustering

Clustering merupakan salah satu teknik data mining yang digunakan untuk mendapatkan kelompok-kelompok dari objek-objek yang mempunyai karakteristik yang umum di data yang cukup besar. Tujuan utama dari metode *clustering* adalah pengelompokan sejumlah data atau objek ke dalam *cluster* atau grup sehingga dalam setiap *cluster* akan berisi data yang semirip mungkin. *Clustering* melakukan pengelompokan data yang didasarkan pada kesamaan antar objek, oleh karena itu klasterisasi digolongkan sebagai metode unsupervised learning. Menurut Oyelade, *clustering* dapat dibagi menjadi dua, yaitu hierarchical *clustering* dan non-hierarchical *clustering*. (Deka dkk., 2014). *Clustering*

sebagai proses pengorganisasian objek data ke dalam set kelas yang saling berhubungan, yang disebut *cluster*. *Clustering* merupakan contoh dari klasifikasi tanpa arahan (unsupervised). Klasifikasi merujuk kepada prosedur yang menetapkan objek data set kelas. Unsupervised berarti bahwa pengelompokan tidak tergantung pada standar kelas dan pelatihan atau training. (Yedla, M. dkk, 2010)

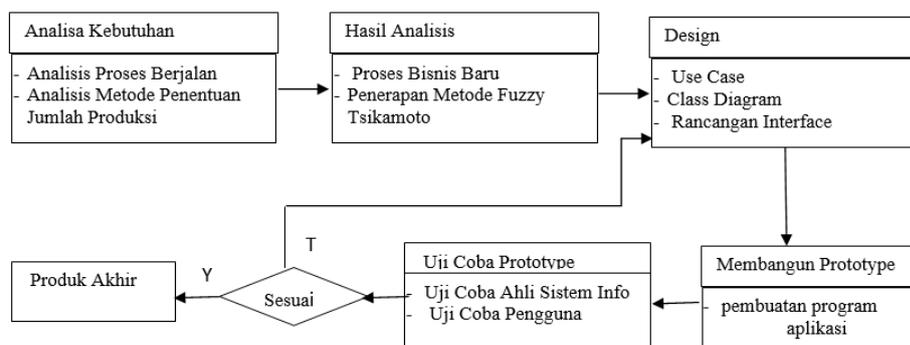
Menurut keanggotaan dalam kelompok, pengelompokan dapat dibagi menjadi dua, yaitu eksklusif dan tumpang tindih. Dalam kategori eksklusif sebuah data bisa dipastikan hanya menjadi anggota satu kelompok dan tidak menjadi anggota kelompok lain. Metode pengelompokan yang masuk dalam kategori ini adalah K-means dan DBSCAN, sedangkan yang masuk kategori tumpang tindih adalah metode yang membolehkan sebuah data menjadi anggota di lebih dari satu kelompok yaitu *Fuzzy C-Means*, pengelompokan hierarki (Muhammad Faisal Mirza, 2009). Contoh pekerjaan yang berkaitan dengan analisis *cluster* adalah bagaimana bisa mengetahui pola pembelian barang oleh konsumen pada waktu-waktu tertentu. Dengan mengetahui pola kelompok pembelian tersebut, maka perusahaanl retailer dapat menentukan jadwal promosi yang dapat diberikan sehingga dapat membantu meningkatkan omzet penjualan (Eko Prasetyo, 2014, p.6).

B. METODE

Dalam penelitian ini terdapat dua tujuan yang hendak dicapai, tujuan yang pertama adalah untuk memprediksi jumlah produksi cabai, tujuan kedua adalah mengembangkan prototype sistem informasi prediksi jumlah produksi cabai dengan pemodelan fuzzy Tsukamoto. Untuk dapat mewujudkan tujuan tersebut digunakan dua buah metode atau model, yaitu metode atau model konseptual dan procedural. Metode konseptual merupakan metode pemecahan masalah secara konsep atau teori. Metode konseptual yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Fuzzy Tsukamoto. Menurut Sri Kusumadewi (2010) Logika Fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing dan metode tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton, pada metode tsukamoto setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus di representasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat hasilnya dengan memperoleh rata-rata tersebut. Tahapan yang dilakukan untuk memprediksi jumlah produksi cabai merah dengan menerapkan metode fuzzy tsukamoto adalah:

1. Menentukan Variabel
2. Proses Fuzzifikasi atau menentukan nilai keanggotaan
3. Penetapan inferensi atau menetapkan aturan IF-THEN berdasarkan tiap-tiap predikat
4. Proses defuzzifikasi atau penghitungan nilai rata-rata dari setiap predikat
5. Menentukan prediksi jumlah produksi berdasarkan proses defuzzifikasi

Metode procedural merupakan metode yang digunakan dalam rangka mengembangkan sistem informasi, Adapun metode procedural yang digunakan adalah metode prototype. Kedua metode tersebut di terapkan kedalam prosedur penelitian yang akan dilakukan sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan pada tujuan penelitian. Jumlah Produksi sebagai variabel (output) yang akan di prediksi dalam penelitian ini. Variabel (input) yang digunakan meliputi biaya perawatan, jumlah bibit dan luas lahan. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini diperoleh dengan cara wawancara dan menyebarkan kuesioner kepada petani cabai dalam rangka memperoleh gambaran terkait metode yang selama ini digunakan untuk prediksi jumlah produksi serta tanggapan terkait kualitas produk sistem informasi yang dihasilkan ditinjau dari fitur – fitur dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan sementara data sekunder yang digunakan antara lain data produksi, data biaya perawatan serta jumlah produksi cabai yang dihasilkan. Pengujian produk dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada pengguna yang akan menggunakan sistem informasi prediksi jumlah produksi cabai merah besar sebanyak 30 orang petani. Instrumen untuk pengguna mengacu pada instrument *Post-study System Usability Quisitionnaire* (PSSUQ) terdiri dari 19 item quisioner yang dikelompokkan menjadi empat tanggapan PSSUQ yaitu: kepuasan secara keseluruhan (overall), Kegunaan sistem (sysuse), Kualitas Informasi (infoqual) dan kualitas antarmuka (interqual). Data yang dihasilkan dari kuesioner tersebut merupakan gambaran pendapat atau persepsi pengguna system, data yang dihasilkan dari kuesioner tersebut merupakan data kuantitatif. Data tersebut dapat dikonversi ke dalam data kualitatif dalam bentuk interval menggunakan Skala Likert. Kuisisioner yang telah diisi oleh pengguna, selanjutnya akan diproses menggunakan teknik persentase kelayakan. Hasil presentase diperoleh dengan membandingkan jawaban yang diberikan responden dengan jawaban ideal yang diharapkan. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan \%} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor Yang diharapkan}} \times 100\%$$

Menurut Arikunto (2009, p.44), pembagian kategori kelayakan ada lima. Skala ini memperhatikan rentang dari bilangan presentase. Nilai maksimal yang diharapkan adalah 100% dan minimum 0%. Pembagian rentang kategori kelayakan menurut Arikunto (2009, p.44), dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kelayakan

Persentase Kelayakan	Interpretasi
< 21%	Sangat Tidak Layak
21%-40%	Tidak Layak
41%-60%	Cukup layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat Layak

Pengujian akurasi metode fuzzy tsukamoto untuk prediksi jumlah produksi cabai dilakukan dengan menerapkan formulasi Mean Absoulute Presentase Error (MAPE) yang merupakan perhitungan dengan membandingkan antara data asli dan data hasil peramalan , perbedaan dari perhitungan tersebut diabsolutkan sehingga bernilai positif, dan kemudian dihitung kedalam bentuk presentase terhadap data asli. Pane dan Esi, (2020:179) menjelaskan rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \cdot 100$$

Keterangan :

X_t = Data aktual pada periode ke t

F_t = Nilai ramalan pada periode ke t

n = Banyaknya periode waktu

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. HASIL

Hasil penelitian dan pengembangan akan diuraikan pada prosedur pengembangan adapun tahapan- tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Analisis Kebutuhan dan Hasil Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan cara pengumpulan kebutuhan yang dilanjutkan dengan analisis kebutuhan. Pengumpulan kebutuhan dilakukan dengan cara melakukan wawancara dengan pengawas perkebunan cabai. Berdasarkan hasil wawancara tersebut diketahui jumlah produksi cabai tidak tepat, jumlah produksi yang dihasilkan terkadang kekurangan atau melebihi kebutuhan pasar sehingga mengakibatkan tingginya harga jual cabai karena kekurangan stok cabai atau jumlah produksi cabai berlebih yang mengakibatkan cabai yang sudah dipanen tidak terjual, membusuk dan mengalami penumpukan di pasar induk. Selain itu juga dapat diketahui jumlah produksi tanaman cabai di pengaruhi oleh 3 (Tiga) faktor yang menjadi penentu jumlah produksi cabai yakni luas lahan, biaya perawatan serta jumlah bibit. Berdasarkan hasil analisis terhadap pengumpulan kebutuhan yang telah dilakukan diperlukan sebuah sistem informasi yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi cabai didasarkan pada faktor-faktor penentu jumlah produksi cabai. Untuk dapat melakukan prediksi tersebut ditetapkan metode fuzzy tsukamoto sebagai metode komputasi yang akan di terapkan pada sistem informasi prediksi jumlah produksi cabai. Dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1) Pembentukan Variabel Fuzzy Tsukamoto

Pembentukan Variabel Fuzzy Tsukamoto berdasarkan pada tabel 3 produksi tanaman cabai periode april 2019-agustus 2019 memiliki 3 (tiga) variabel input yaitu lahan, biaya perawatan serta bibit dan 1 (satu) variabel output yaitu produksi dengan ketentuan semesta pembicara sebagai berikut :

Tabel 3. Variabel dan Semesta Pembicara

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicara
Input	Biaya	14,861,000-49,544,000
	Bibit	1,500 – 5,600
	Lahan	500 – 3,000
Output	Produksi	1,000 – 2,535

2) Menentukan Himpunan Fuzzy Tsukamoto

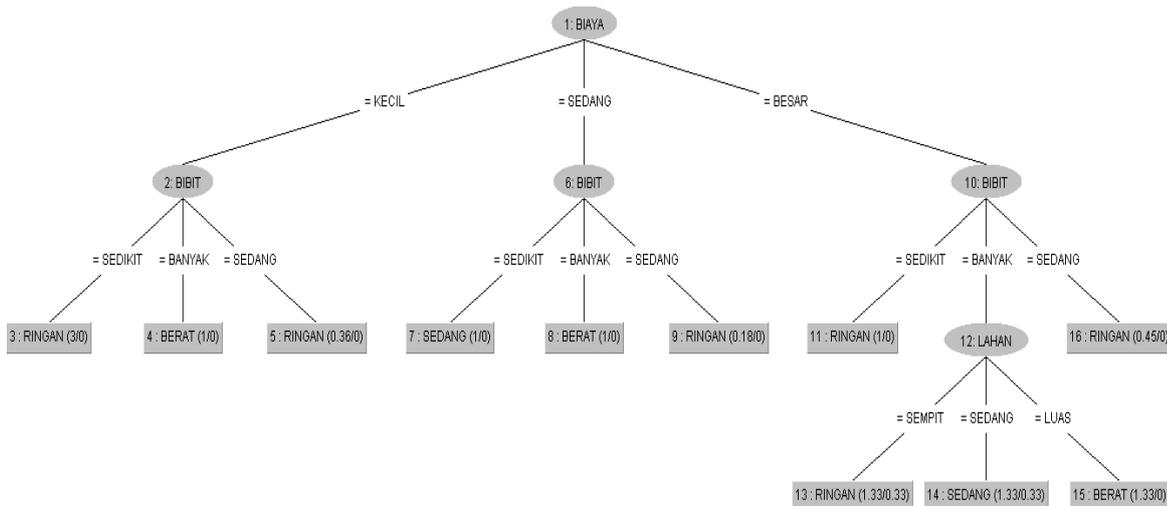
Pada tabel 3 telah ditentukan variabel serta semesta pembicara, tabel 3 merupakan tahapan awal untuk penghitungan fuzzy tsukamoto. Setelah tahapan awal kemudian akan ditentukan himpunan fuzzy yang sesuai dengan variabel. Penentuan himpunan fuzzy Tsukamoto akan dijelaskan pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Himpunan Fuzzy

Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan	Semesta Pembicara
Input	Lahan	Sempit	500
		Sedang	1.750
		Luas	3.000
	Bibit	Sedikit	1.500
		Sedang	3.550
		Banyak	5.600
	Biaya	Kecil	14.861.000
		Sedang	32.202.500
		Besar	49.544.000
Output	Produksi	Ringan	1.000
		Sedang	1.768
		Berat	2.535

3) Membuat Rule

Tahapan pembuatan rule berfungsi untuk mengetahui alur-alur yang akan berjalan pada metode fuzzy tsukamoto untuk prediksi jumlah produksi. Menurut Sulianta dan dominikus dalam bukunya yang berjudul data mining 2010:56 mengutarakan bahwa Pohon keputusan (*Decision Tree*) adalah pohon yang ada dalam analisa pemecahan masalah, pementaan mengenai alternatif-alternatif pemecahan masalah yang diambil dari masalah tersebut. Berikut penentuan rule untuk metode Fuzzy Tsukamoto dengan menggunakan pohon keputusan (*Decision Tree*) yaitu *random tree* dengan aplikasi Weka



Gambar 2. Decision Tree

Berdasarkan gambar dari *decision tree* tersebut, maka rule yang akan di gunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Rule Prediksi

Rule	Keterangan
R1	If Biaya " Kecil " And Bibit " Sedikit " Then Produksi " Ringan "
R2	If Biaya " Kecil " And Bibit " Banyak " Then Produksi " Berat "
R3	If Biaya " Kecil " And Bibit " Sedang " Then Produksi " Ringan "
R4	If Biaya " Sedang " And Bibit " Sedikit " Then Produksi " Sedang "
R5	If Biaya " Sedang " And Bibit " Banyak " Then Produksi " Berat "
R6	If Biaya " Sedang " And Bibit " Banyak " Then Produksi " Ringan "
R7	If Biaya " Besar " And Bibit " Sedikit " Then Produksi " Ringan "
R8	If Biaya " Besar " And Bibit " Banyak " And Lahan " Sempit " Then Produksi " Ringan "
R9	If Biaya " Besar " And Bibit " Banyak " And Lahan " Sedang " Then Produksi " Sedang "
R10	If Biaya " Besar " And Bibit " Banyak " And Lahan " Luas " Then Produksi " Berat "
R11	If Biaya " Besar " And Bibit " Sedang " Then Produksi " Ringan "

4) Perhitungan Fuzzy Tsukamoto

Berdasarkan variabel fuzzy, himpunan, rule (aturan-aturan) dari setiap variabel input dan output akan dilakukan proses penghitungan *Fuzzifikasi* dengan membuat fungsi keanggotaan setiap variabel input yaitu lahan, biaya serta bibit. Proses penghitungan tersebut dapat ditentukan sebagai berikut

a) Biaya

Variabel biaya memiliki 3 (tiga) himpunan fuzzy yaitu kecil, sedang dan besar. Proses penghitungan fungsi keanggotaan variabel biaya dapat dilihat sebagai berikut:

$$\mu_{Biaya\ Kecil} [15,472,000] = \frac{49.544.000 - 15.472.00}{34.683.000} = 0,982$$

$$\mu_{Biaya\ Sedang} [15,472,000] = \frac{15.472.00 - 14.861.000}{17.341.500} = 0,035$$

$$\mu_{Biaya\ Besar} [15,472,000] = \frac{15.472.00 - 14.861.000}{34.683.000} = 0,018$$

b) Bibit

Variabel bibit memiliki 3 (tiga) himpunan fuzzy yaitu sedikit, sedang dan banyak. Proses penghitungan fungsi keanggotaan variabel bibit dapat dilihat sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Bibit Sedikit}} [2,100] = \frac{5.600 - 2.100}{4.100} = 0,854$$

$$\mu_{\text{Bibit Sedang}} [2,100] = \frac{2.100 - 1.500}{3.550} = 0,293$$

$$\mu_{\text{Bibit Banyak}} [2,100] = \frac{2.100 - 1.500}{4.100} = 0,146$$

c) Lahan

Variabel lahan memiliki 3 (Tiga) himpunan fuzzy yaitu sempit, sedang dan luas. Proses penghitungan fungsi keanggotaan variabel lahan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Lahan Sempit}} [900] = \frac{3.000 - 900}{2.500} = 0,840$$

$$\mu_{\text{Lahan Sedang}} [900] = \frac{9.000 - 500}{1.250} = 0,320$$

$$\mu_{\text{Lahan Luas}} [900] = \frac{9.000 - 500}{2500} = 0,160$$

d) Produksi

Variabel produksi merupakan variabel output. Variabel produksi memiliki 3 (dua) himpunan fuzzy yaitu ringan dan berat. Proses perhitungan fungsi keanggotaan variabel produksi dapat dilihat sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Produksi Ringan}} [z] = \frac{2.535 - z}{1.535} = \dots$$

$$\mu_{\text{Produksi Sedang}} [z] = \frac{z - 1.000}{768} = \dots$$

$$\mu_{\text{Produksi Berat}} [z] = \frac{z - 1.000}{1.535} = \dots$$

Untuk mengetahui nilai z pada variabel produksi, maka ditentukan berdasarkan rule (aturan) yang telah dibuat. Berikut merupakan contoh penghitungan berdasarkan rule (R1) sebagai berikut:

[R1] IF Biaya "Kecil" AND Bibit "Sedikit" THEN Produksi "Ringan"

Nilai keanggotaan untuk aturan fuzzy (R1) dinotasikan dengan α_1 (α = predikat) diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu_{\text{Biaya Kecil}} \cap \mu_{\text{Bibit Sedikit}} \\ &= \text{Min} (\mu_{\text{Biaya Kecil}} \cap \mu_{\text{Bibit Sedikit}}) \\ &= \text{Min} (0,982 \cap 0,854) \\ &= 0,854 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy [R1] maka nilai z_1 pada produksi ringan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Produksi Ringan}} [z] = \frac{2.535 - z_1}{1.535} = 0,854$$

$$z_1 = 2.535 - (0,854 \times 1.535)$$

$$z_1 = 2.535 - 1.310,89$$

$$z_1 = 1.224,11$$

Setelah melakukan perhitungan terhadap aturan (Rule) tersebut dalam tahap fuzzifikasi maka untuk menentukan output craps pada variabel produksi digunakan tahap defuzzifikasi atau penghitungan rata-rata terpusat sebagai berikut:

$$Z = \frac{(\alpha_1xz_1) + (\alpha_2xz_2) + (\alpha_3xz_3) + (\alpha_4xz_4) + (\alpha_5xz_5) + (\alpha_6xz_6) + (\alpha_7xz_7) + (\alpha_8xz_8) + (\alpha_9xz_9) + (\alpha_{10}xz_{10}) + (\alpha_{11}xz_{11})}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9 + \alpha_{10} + \alpha_{11}}$$

$$Z = \frac{(0,854x1.244,11) + (0,146x1.124,11) + (0,293x2.085,245) + (0,035x1.026,88) + (0,035x1.053,725) + (0,035x2.481,275) + (0,018x2.507,37) + (0,018x2.507,37) + (0,018x1.013,52) + (0,018x1.027,63) + (0,018x2.507,37)}{0,854 + 0,146 + 0,293 + 0,035 + 0,035 + 0,035 + 0,018 + 0,018 + 0,018 + 0,018 + 0,018}$$

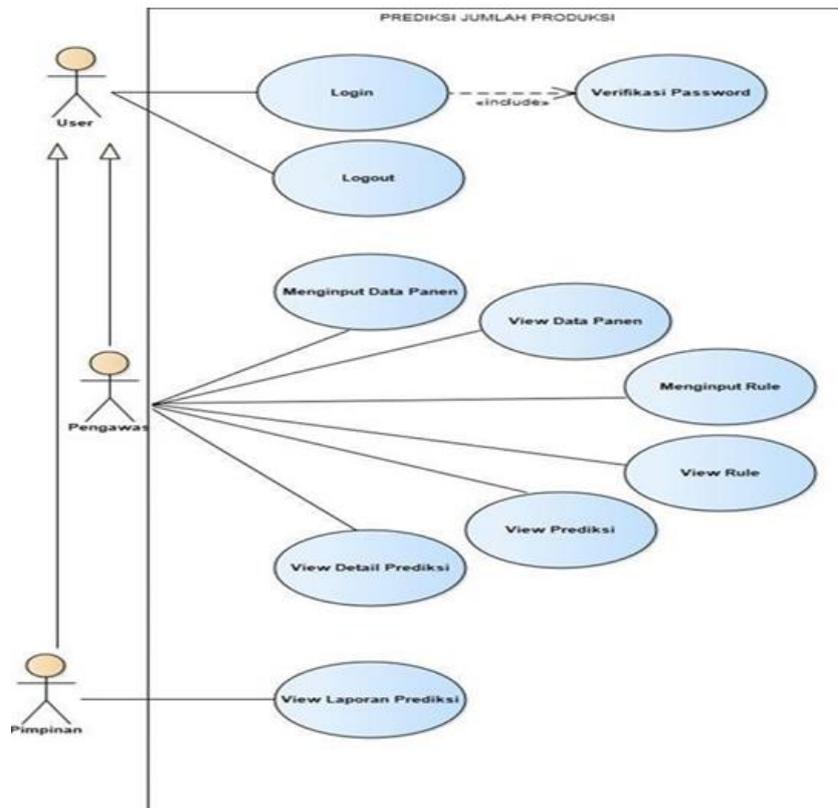
$$Z = \frac{1.062,46994 + 164,12006 + 610,976785 + 35,9408 + 36,880375 + 86.844625 + 45,13266 + 45,13266 + 18,24336 + 18,49734 + 45,13266}{1,49}$$

$$Z = \frac{2.169,371265}{1,49}$$

$$Z = 1.455,953869 \text{ atau } (1.455,95)$$

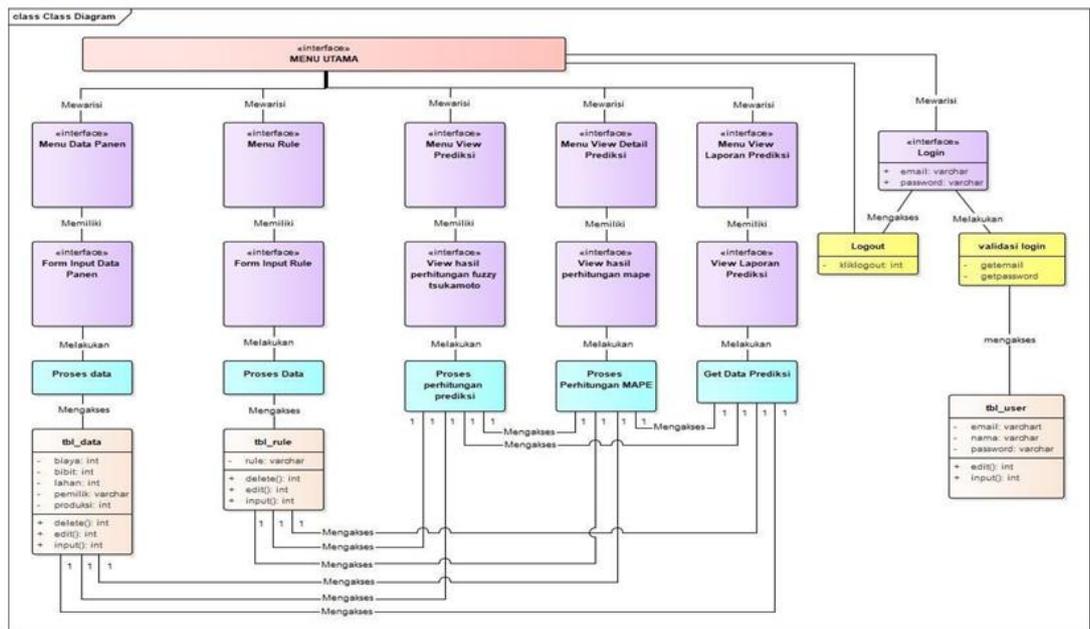
b. Design

Tahapan yang terdapat dalam model komputasi fuzzy tsukamoto dijadikan sebagai dasar dalam melakukan pengembangan sistem informasi prediksi jumlah produksi cabai, yang digambarkan kedalam usecase diagram yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Usecase Diagram

Struktur sistem pada prediksi jumlah produksi cabai digambarkan dengan *class diagram* yang di tunjukan pada gambar 4. Pada gambar 4 dapat diketahui *interface* dalam sistem prediksi jumlah produksi cabai terdiri atas, menu utama yang akan mewarisi 5 (lima) menu yaitu menu data panen, menu rule, menu prediksi, menu detail prediksi dan menu laporan prediksi. 5 (Lima) menu tersebut yang mengakses tabel yaitu menu data panen mengakses *tbl_data*, menu rule mengakses *tbl_rule* serta login yang dapat mengakses *tbl_user*. Selain itu menu prediksi serta menu detail prediksi hanya melakukan view terhadap hasil dari perthitungan fuzzy tsukamoto dan akurasi terhadap hitungan MAPAE dari ke-2 (dua) menu tersebut mengakses *tbl_data* dan *tbl_user* sehingga dapat menampilkan hasil dari hitungan yang telah ditentukan.



Gambar 4. Class Diagram

Setelah mendefinisikan pelaku sistem, aktivitas yang dapat dilakukan didalam sistem serta struktur sistem yang akan di kembangkan, Langkah selanjutnya adalah mendesain rancangan interface dan mengimplemantasikan nya ke dalam Bahasa pemrograman. Gambar 5 dan 6 merupakan contoh rancangan interface sistem prediksi jumlah produksi cabai menggunakan metode fuzzy tsukamoto.

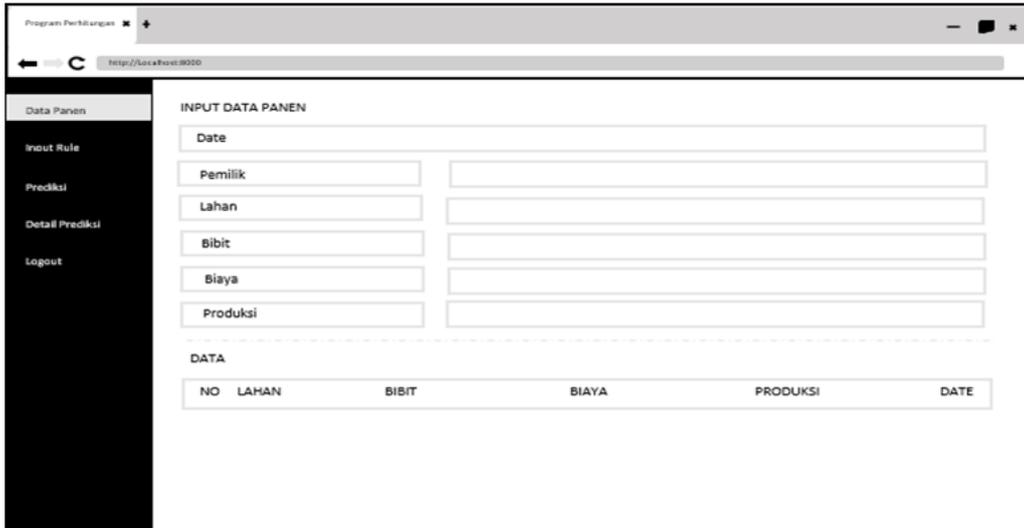
2. PEMBAHASAN

Pengujian terhadap *prototype* sistem prediksi jumlah produksi cabai dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada responden pengguna sistem. Uji coba dilakukan agar mengetahui kesalahan, ketidaktepatan, ketidakjelasan dan kelayakan pada proses pembuatan sebuah produk atau pun sistem. Pengujian dilakukan menggunakan *instrument Post-study System Usability Quistionnaire (PSSUQ)* yang terdiri dari 19 item pertanyaan dan membandingkan total jawaban yang di peroleh dari responden dengan jawaban ideal yang diharapkan, Hasil uji produk pengguna dapat dilihat pada tabel 6.

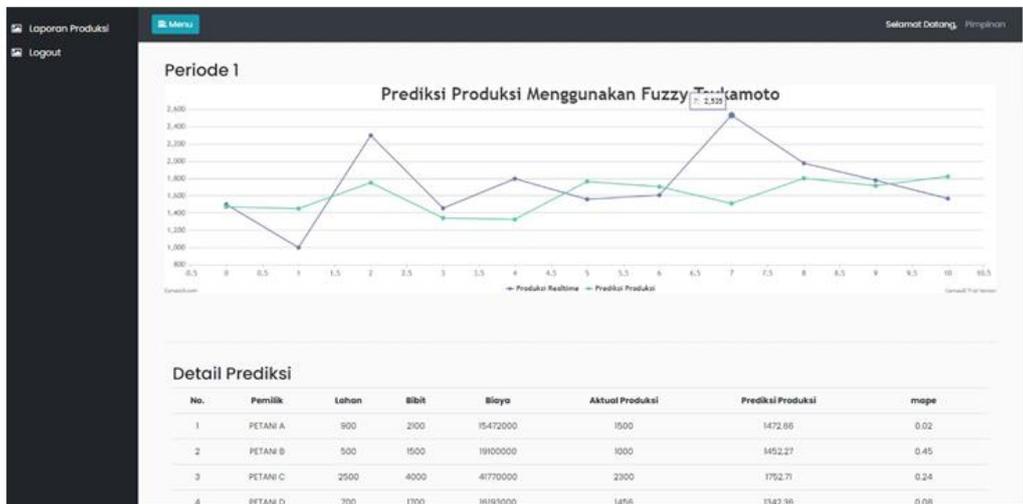
Tabel 6. Hasil Uji Produk

No	Aspek Penilaian	Skor Yang Didapatkan	Skor Yang Diharapkan	Kelayakan
1	Overall	3198	3990	80.15%
2	Sysuse	1408	1680	83%
3	Infoqual	1081	1470	73%
4	Interqual	532	630	84%

Dari hasil perhitungan ujicoba produk diperoleh hasil kelayakan keseluruhan *prototype* sistem (overall) sebesar 80.15%, berdasarkan tabel 2 kategori kelayakan menurut Arikanto nilai tersebut masuk dalam kategori layak, yang artinya *prototype* yang di buat layak untuk diimplemantasikan. Selain dilakukan pengukuran kelayakan *prototype* produk yang di kembangkan, dilakukan juga pengukuran keakuratan keluaran prediksi jumlah produksi cabai yang dihasilkan dari metode tsukamoto. Pengukuran akurasi dilakukan dengan menerapkan formulasi *Mean Absoulute Presentase Error (MAPE)* yang merupakan perhitungan dengan membandingkan antara data asli dan data hasil peramalan, perbedaan dari perhitungan tersebut diabsolutkan sehingga bernilai positif, dan kemudian dihitung kedalam bentuk presentase terhadap data asli. Tabel 7 menunjukkan nilai perbandingan hasil produksi cabai yang nyata dengan hasil prediksi jumlah produksi menggunakan fuzzy tsukamoto.



Gambar 5. Interface Input Kriteria



Gambar 6. Interface Hasil Prediksi

Berdasarkan nilai yang terdapat pada tabel 7 diketahui selisih nilai hasil produksi dengan prediksi jumlah produksi menggunakan metode fuzzy tsukamoto, mendapatkan hasil sebesar 1,54. Maka nilai MAPEnya adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100$$

$$MAPE = \frac{1}{11} \times 1.54 \times 100$$

$$MAPE = 14 \%$$

Berdasarkan perhitungan MAPE, diperoleh hasil rata-rata kesalahan persentasenya sebesar 14 %

Tabel 7. Nilai perbandingan hasil produksi dengan hasil prediksi jumlah produksi menggunakan Fuzzy Tsukamoto

NO	PETANI	LAHAN	BIBIT	BIAYA	HASIL PRODUKS I(Xt)	HASIL PREDIKSI (METODE FUZZY TSUKAMOTO)	EROR		ABSOLUTE VALUE OF EROR
						(Ft)	$X_t - F_t$	$ X_t - F_t $	DIVIDED BY ACTUAL VALUES
1	Petani A	900 M	2100 Bibit	15,472,000	1,500 Kg	1.455,95 Kg	44,05	44,05	0,03
2	Petani B	500 M	1500 Bibit	19,100,000	1,000 Kg	1.301,52 Kg	-301,52	301,52	0,30
3	Petani C	2500 M	4000 Bibit	41,770,000	2,300 Kg	1.756,62 Kg	543,38	543,38	0,24
4	Petani D	700 M	1700 Bibit	16,193,000	1,456 Kg	1.316,96 Kg	139,04	139,04	0,10
5	Petani E	800 M	1900 Bibit	14,861,000	1,798 Kg	1.327,02 Kg	470,98	470,98	0,26
6	Petani F	1200 M	2700 Bibit	23,650,000	1,560 Kg	1.643,06 Kg	-83,06	83,06	0,05
7	Petani G	1000 M	2300 Bibit	20,560,000	1,608 Kg	1.601,36 Kg	6,64	6,64	0,00
8	Petani H	3000 M	5600 Bibit	49,544,000	2,535 Kg	1.921,00 Kg	614,00	614,00	0,24
9	Petani I	1900 M	3100 Bibit	27,250,000	1,979 Kg	1.681,65 Kg	297,35	297,35	0,15
10	Petani J	1600 M	2500 Bibit	20,567,000	1,780 Kg	1.617,62 Kg	162,38	162,38	0,09
11	Petani K	2000 M	2800 Bibit	35,643,000	1,569 Kg	1.679,25 Kg	-110,25	110,25	0,07
									1,54

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode fuzzy tsukamoto dapat di terapkan untuk prediksi jumlah produksi cabai, berdasarkan perhitungan dengan MAPE penerapan metode tersebut memiliki tingkat rata-rata kesalahan persentase sebesar 14% yang berarti memiliki kemampuan peramalan baik.
2. *Prototype* aplikasi yang dikembangkan untuk prediksi jumlah produksi cabai layak untuk diimplementasikan hal tersebut berdasar pada hasil ujicoba yang dilakukan terhadap 30 responden calon pengguna dengan perolehan nilai sebesar 80,15 %.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto, Suharsimi. (2009). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- [2] DeLone, W.H., McLean, E.R 2003 “*The DeLone and McLean Model of Information System Success: A Ten-Year Update*”. J. Manag. Inf Syst. Vol 19(4):9:30.
- [3] Diana. 2018. *Metode dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta:CV Budi Utama.
- [4] James R. Lewis (1995) IBM computer usability satisfaction questionnaires: Psychometric evaluation and instructions for use, International Journal of Human-Computer Interaction, 7:1, 57-78, DOI: 10.1080/10447319509526110
- [5] Jordan, Patrick W, Dkk. 1996. *Usability Evaluation in Industry*. London : Taylor and Francis
- [6] Kusumadewi, Sri dan Purnomo Hari, 2012. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan* Edisi 2, Yogyakarta: Graha Ilmu
- [7] Kusuma Dewi Sri; Purnomo Hari., 2018. Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan, -edisi kedua – Yogyakarta;Graha Ilmu. (ISBN : 978-979-756-632-6)
- [8] Mulyadi, Dedy, and Deto B. Prairawan. "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Kelayakan Penerimaan Beasiswa di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)." *Teknois*, vol. 10, no. 1, 29 May. 2020, pp. 65-80, doi:10.36350/jbs.v10i1.73.

- [9] Roger S. Pressman, P. D. (2012). Rekayasa Perangkat Lunak - Buku Satu, Pendekatan Praktisi. In *Software Engineering: A Practitioner's Approach, Seventh Edition*. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1110>
- [10] Sugiyono, 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : ALFABETA
- [11] Warmansyah, Julio. 2020. *Metode Penelitian dan Pengolahan Data*. Yogyakarta: CV Budi Utama.