

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tahapan penelitian yang dilakukan, penentuan jumlah produksi dengan Sistem Inferensi *Fuzzy*, serta pembuatan program yang akan digunakan.

3.1 Deskripsi Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data untuk menyelesaikan permasalahan dalam memprediksi jumlah produksi. Data yang diambil merupakan data produksi teh yang terdiri dari data jumlah permintaan konsumen, jumlah persediaan yang tersedia, dan jumlah bahan baku yang digunakan serta data aktual jumlah produksi untuk periode Januari 2023 sampai April 2024.

Pada penelitian ini, digunakan Sistem Inferensi *Fuzzy* metode Tsukamoto untuk memprediksi jumlah produksi. Sementara itu, untuk mengetahui keakuratan atau ketepatan dalam memprediksi jumlah produksi, penelitian ini menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*). Selain itu, penelitian ini menggunakan *software* Matlab R2022a untuk membantu proses perhitungan dalam penyelesaian masalah memprediksi jumlah produksi.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan studi pustaka terkait penelitian, termasuk penelitian terdahulu mengenai *Fuzzy* Tsukamoto serta penelitian serupa dalam permasalahan penentuan jumlah produksi.

2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini akan melibatkan pengumpulan data yang diperlukan untuk memprediksi data selanjutnya. Data yang dikumpulkan mencakup data jumlah permintaan konsumen, data jumlah persediaan yang tersedia, dan data jumlah bahan baku yang tersedia.

3. Sistem Inferensi *Fuzzy*

Pada penelitian ini dilakukan penentuan prediksi dengan Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode Tsukamoto berdasarkan variabel permintaan, persediaan, dan

bahan baku untuk menghasilkan *output* berupa variabel jumlah produksi. Perhitungan Sistem Inferensi *Fuzzy* Metode Tsukamoto dibantu dengan menggunakan *software* Matlab R2022a.

4. Perhitungan Nilai Akurasi

Menghitung nilai akurasi prediksi dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*).

5. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini akan ditarik kesimpulan berdasarkan analisis perhitungan nilai akurasi untuk hasil prediksi.

3.3 Penentuan Prediksi Jumlah Produksi dengan SIF Metode Tsukamoto

Tahapan yang pertama untuk menentukan jumlah produksi dengan Sistem Inferensi *Fuzzy* metode *fuzzy* Tsukamoto yaitu menentukan variabel *fuzzy* untuk dibentuknya himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi). Dari himpunan *fuzzy*, setiap variabel akan memiliki fungsi keanggotaan dan menghasilkan nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan ini akan menentukan SIF Tsukamoto (inferensi *fuzzy*) berdasarkan aturan *fuzzy* dan dengan menggunakan operator AND. Pada proses inferensi ini, setiap aturannya akan menghasilkan α – *predikat* yang kemudian akan digunakan untuk menghitung hasil inferensi secara tegas (*crisp*), selanjutnya tahapan akhir yaitu defuzzifikasi menggunakan metode Tsukamoto atau metode rata-rata terbobot yang akan mengubah nilai *fuzzy* menjadi bentuk *crisp*. Adapun tahapan-tahapan secara rinci dalam menentukan jumlah produksi dengan metode *fuzzy* Tsukamoto sebagai berikut.

1. Fuzzifikasi

Pada tahapan ini, dilakukan penentuan variabel *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan, domain, dan fungsi keanggotaan. Pada tahap ini, nilai yang pasti (*crisp*) dikonversi menjadi bentuk kabur (himpunan *fuzzy*), sehingga nilai keanggotaan dapat ditentukan. Berikut penentuan variabel *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan, domain, dan fungsi keanggotaan dalam penelitian ini.

a. Variabel

Variabel *fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel *input* dan variabel *output*.

1) Variabel *input*

Variabel *input* berupa jumlah persediaan, jumlah permintaan konsumen dan jumlah bahan baku.

2) Variabel *output*

Variabel *output* berupa jumlah produksi.

b. Himpunan *fuzzy*

Sesuai dengan keadaan atau kondisi variabel (linguistik), maka himpunan *fuzzy* pada variabel *input* dan variabel *output* yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kategori yaitu “Sedikit”, “Sedang”, dan “Banyak”.

c. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan ditentukan berdasarkan nilai terendah dan nilai tertinggi pada setiap variabel *input* dan *output* dari data yang telah dikumpulkan. Misalkan pada setiap variabel, p adalah nilai terendah dan q adalah nilai tertinggi, sehingga semesta pembicaraannya adalah $[p, q]$.

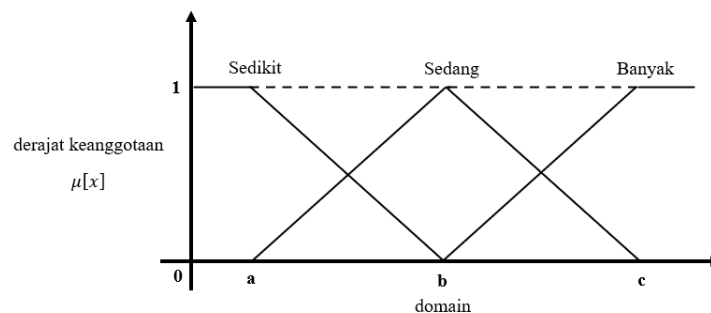
d. Domain

Domain ditentukan berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan bersifat subjektif. Untuk himpunan *fuzzy* “Sedikit” dan himpunan *fuzzy* “Banyak”, ditentukan dengan nilai terendah dan nilai tertingginya. Selanjutnya pada himpunan *fuzzy* “Sedang” akan dilakukan dua cara dalam menentukannya untuk mengambil hasil keputusan yang terbaik, yaitu dengan mengambil nilai rata-rata data pada setiap variabelnya dan membagi rata nilai dari panjang interval pada semesta pembicaraan terhadap banyaknya himpunan *fuzzy*.

e. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan ditentukan berdasarkan domain yang telah ditentukan. Maka pada penelitian ini, fungsi keanggotaan yang akan digunakan pada setiap variabelnya adalah fungsi keanggotaan berbentuk kurva bahu.

Kurva bahu merupakan kurva yang merepresentasikan gabungan kurva linear turun, kurva segitiga, dan kurva linear naik. Misalkan semesta pembicaraan pada sebuah kasus yaitu $[a, c]$, dengan a merupakan nilai minimum dan c merupakan nilai maksimum. Pada kurva linear turun, nilai domain yang kurang dari sama dengan a memiliki derajat keanggotaan tertinggi yaitu 1, namun karena semesta pembicaraan dimulai dari nilai minimum a , maka nilai domain yang kurang dari a tidak masuk ke dalam bilangan yang dapat dioperasikan. Kemudian nilai domain yang berada di antara nilai a dan b memiliki derajat keanggotaan pada interval 0 sampai 1, yang artinya domain yang berada di antara nilai a dan b dapat bernilai mendekati benar atau dapat bernilai mendekati salah. Selanjutnya untuk nilai domain yang lebih dari sama dengan b memiliki derajat keanggotaan tertinggi yaitu 0, yang artinya bernilai salah. Begitu juga pada kurva segitiga dan kurva linear naik yang sesuai dengan kondisi domainnya masing-masing, yaitu apabila memiliki derajat keanggotaan 1 maka bernilai benar, apabila memiliki derajat keanggotaan 0 maka bernilai salah, dan apabila derajat keanggotaan berada pada interval 0 sampai 1 maka dapat bernilai mendekati benar atau dapat bernilai mendekati salah.



Gambar 3.1 Kurva Bentuk Bahu

2. Inferensi *Fuzzy*

Pada tahapan ini dibuat aturan-aturan yang nantinya akan digunakan sebagai aturan dalam menentukan *output* terhadap Sistem Inferensi *Fuzzy*. Sistem Inferensi *Fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Tsukamoto. Sementara itu, aturan yang digunakan penelitian ini adalah IF-THEN dengan operator yang digunakannya adalah operator AND. Jumlah

aturan *fuzzy* dalam penelitian ini merupakan kombinasi dari ke-3 variabel *input*, sehingga banyaknya jumlah aturan yang dibuat pada penelitian ini diperoleh dari $3^3 = 27$ aturan. Dari aturan tersebut, akan dihasilkan α – *predikat* untuk memperoleh data *crisp* di tahapan selanjutnya. Berikut adalah aturan yang akan dipakai untuk proses inferensi *fuzzy*.

Tabel 3.1 Aturan *Fuzzy*

Aturan <i>Fuzzy</i>		Permintaan		Persediaan		Bahan Baku		Jumlah Produksi
[R1]		Sedikit		Sedikit		Sedikit		Sedikit
[R2]		Sedikit		Sedikit		Sedang		Sedang
[R3]		Sedikit		Sedikit		Banyak		Banyak
[R4]		Sedikit		Sedang		Sedikit		Sedikit
[R5]		Sedikit		Sedang		Sedang		Sedang
[R6]		Sedikit		Sedang		Banyak		Banyak
[R7]		Sedikit		Banyak		Sedikit		Sedikit
[R8]		Sedikit		Banyak		Sedang		Sedang
[R9]		Sedikit		Banyak		Banyak		Banyak
[R10]		Sedang		Sedikit		Sedikit		Sedikit
[R11]		Sedang		Sedikit		Sedang		Sedang
[R12]		Sedang		Sedikit		Banyak		Banyak
[R13]	IF	Sedang	AND	Sedang	AND	Sedikit	THEN	Sedikit
[R14]		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang
[R15]		Sedang		Sedang		Banyak		Banyak
[R16]		Sedang		Banyak		Sedikit		Sedikit
[R17]		Sedang		Banyak		Sedang		Sedang
[R18]		Sedang		Banyak		Banyak		Banyak
[R19]		Banyak		Sedikit		Sedikit		Sedikit
[R20]		Banyak		Sedikit		Sedang		Sedang
[R21]		Banyak		Sedikit		Banyak		Banyak
[R22]		Banyak		Sedang		Sedikit		Sedikit
[R23]		Banyak		Sedang		Sedang		Sedang
[R24]		Banyak		Sedang		Banyak		Banyak
[R25]		Banyak		Banyak		Sedikit		Sedikit
[R26]		Banyak		Banyak		Sedang		Sedang
[R27]		Banyak		Banyak		Banyak		Banyak

3. Defuzzifikasi

Pada tahapan ini, akan diperoleh keputusan akhir berupa keluaran data *crisp*. Tahapan defuzzifikasi akan mengubah nilai kabur menjadi nilai tegas kembali sebagai *output* yang dihasilkan. Defuzzifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *fuzzy* Tsukamoto atau metode rata-rata terbobot.

3.4 Program Matlab

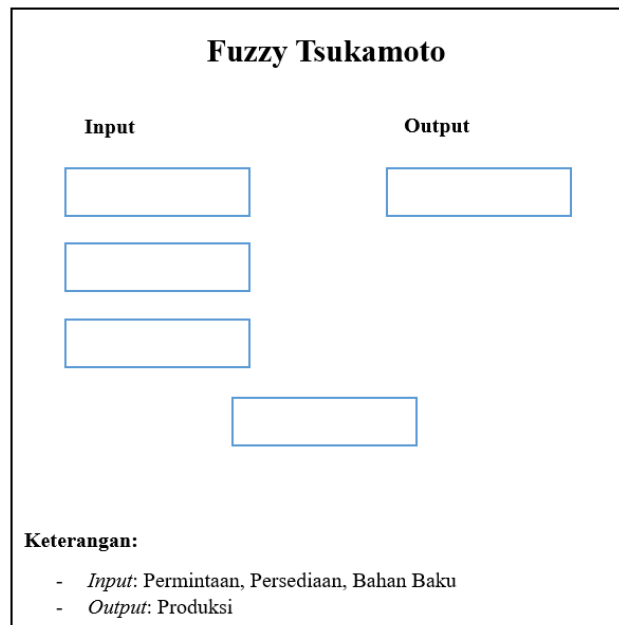
Dalam membantu proses perhitungan metode *fuzzy* Tsukamoto, penelitian ini akan membuat program dengan menggunakan *software* Matlab R2022a untuk membantu proses perhitungan dengan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan pada penelitian ini. Adapun tahapan-tahapan pembuatan program perhitungan metode *Fuzzy* Tsukamoto adalah sebagai berikut.

1. Menyusun konsep awal dengan mendefinisikan *fuzzy* (fuzzifikasi).

Program ini akan memudahkan perhitungan metode *fuzzy* Tsukamoto untuk menghasilkan nilai *output*. Program ini akan berjalan dimulai dari memasukan *input* sampai menghasilkan *output* sesuai dengan tahapan *fuzzy* Tsukamoto. *Input* yang akan digunakan terdiri dari jumlah permintaan, jumlah persediaan, dan jumlah bahan baku, sementara *output* yang akan dihasilkan berupa jumlah produksi.

2. Membuat tampilan awal program.

Tampilan awal program terdiri dari *input* berupa jumlah permintaan konsumen, jumlah persediaan, dan jumlah bahan baku, serta *output* berupa jumlah produksi. Selain itu, terdapat tombol *running* untuk memproses programnya. Rancangan tampilan awal dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Rancangan Tampilan Awal Program Matlab

3. Membuat algoritma untuk program metode *Fuzzy Tsukamoto*.

Algoritma yang digunakan terdiri dari proses inferensi *fuzzy* (himpunan *fuzzy* dan aturan *fuzzy*) serta defuzzifikasi.

1. Mendefinisikan variabel yaitu x_1 , x_2 , dan x_3 sebagai *input*.

x_1 adalah variabel permintaan.

x_2 adalah variabel persediaan.

x_3 adalah variabel bahan baku.

2. Fungsi keanggotaan dengan pernyataan *if – else*.

Contoh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* ‘sedikit’ pada variabel permintaan dapat dibuat algoritma berikut.

```

if(crispx1<=minx1)
    hasilx1=1;
else
    if(crispx1>=tengahx1)
        hasilx1=0;
    else
        hasilx1=(tengahx1-crispx1)/(tengahx1-minx1);
    end
end
end

```

3. Menghitung α – *predikat* pada proses inferensi.

Proses Inferensi untuk menghasilkan alfa predikat dapat dibuat algoritma sebagai berikut.

$ar_1 = \min[\text{permintaan 'sedikit'}, \text{persediaan 'sedikit'}, \text{bahan baku 'sedikit'}]$

$ar_2 = \min[\text{permintaan 'sedikit'}, \text{persediaan 'sedikit'}, \text{bahan baku 'sedang'}]$

sampai dengan

$ar_{27} = \min[\text{permintaan 'banyak'}, \text{persediaan 'banyak'}, \text{bahan baku 'banyak'}]$

4. Membentuk aturan *fuzzy*.

Contoh *rule fuzzy* dapat dibuat algoritma sebagai berikut.

Rule 1

if($ar_1 == 0$)

$zr_1 = \text{tengahproduksi}$

else

if($ar_1 == 1$)

$ar_1 = \text{minproduksi}$

else

$zr_1 = \text{tengahproduksi} - (ar_1 * (\text{tengahproduksi} - \text{minproduksi}))$;

end

end

5. Menghitung hasil akhir yaitu jumlah produksi sebagai *output* dengan *Fuzzy Tsukamoto*.
4. Pengujian program yang telah dibuat.
Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil program dengan hasil perhitungan manual.

3.5 Perhitungan Nilai Keakuratan

Nilai keakuratan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan perhitungan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk mengetahui keakuratan hasil perhitungan menggunakan Sistem Inferensi *Fuzzy* metode Tsukamoto.

3.6 Penarikan Kesimpulan

Setelah melakukan langkah-langkah dalam penelitian penentuan prediksi jumlah produksi dengan Sistem Inferensi *Fuzzy* metode Tsukamoto, selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dengan memutuskan keputusan yang terbaik dalam menentukan domain, kemudian membandingkan data jumlah produksi dari hasil perhitungan *fuzzy* Tsukamoto dengan data aktual jumlah produksi.