

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Logika Fuzzy

a. Pengertian Logika Fuzzy

Fuzzy didefinisikan sebagai sesuatu yang blurred (samar atau kabur), indistinct (tidak jelas), confused (membingungkan) (Saputra, 2016). Logika Fuzzy memiliki keunggulan berupa kesamaran atau fuzziness antara benar atau salah, sehingga memungkinkan nilai keanggotaan posisi di antara 0 dan 1 yang artinya memiliki syarat ya dan tidak, keanggotaan elemen berada di interval $[0,1]$ (Permataliyanti, 2021). Maka bisa dikatakan bahwa keadaan memiliki dua nilai secara bersamaan, akan tetapi besar nilainya berpatokan pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Secara umum, Logika Fuzzy adalah sebuah metodologi berhitung dengan menggunakan variabel kata-kata (*linguistic variable*) yang berkedudukan untuk menggantikan berhitung menggunakan angka. Disisi lain, kata-kata yang digunakan dalam logika fuzzy tidak setepat dengan angka, tetapi penggunaan kata-kata lebih mirip dengan instuisi manusia dimana manusia bisa merasakan secara langsung nilai dari variabel kata-kata dalam keseharian. Dengan demikian, logika fuzzy bisa memberikan ruang komputasi yang lebih fleksibel dan mengeksploitasi toleransi dimana ketidakpastian seringkali ada.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), terdapat beberapa alasan mengapa orang menggunakan Logika Fuzzy, antara lain:

- 1) Konsep Logika Fuzzy sederhana dan mudah dimengerti, karena dasar teori yang digunakan yaitu himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
- 2) Logika Fuzzy sangat fleksibel, karena mampu beradaptasi terhadap perubahan dan ketidakpastian masalah.
- 3) Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, artinya jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan selanjutnya ada beberapa data yang “eksklusif”, maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
- 4) Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- 5) Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama fuzzy expert system menjadi bagian terpenting.
- 6) Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada beberapa aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.
- 7) Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami dengan menggunakan bahasa sehari-hari yang mudah dimengerti.

b. Istilah-istilah dalam Logika Fuzzy

Terdapat beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami Logika Fuzzy, yaitu:

1) Variabel Fuzzy

Variabel Fuzzy merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem fuzzy (Hapiz, 2017). Contoh: produksi barang, umur, temperatur, kondisi nafsu makan, curah hujan, permintaan, kecepatan, dan sebagainya. Berikut adalah beberapa contoh variabel dikaitkan dengan himpunan (Solikin, 2011), yaitu:

- Variabel produksi barang terbagi menjadi 2 himpunan fuzzy, yaitu: himpunan fuzzy BERTAMBAH dan himpunan fuzzy BERKURANG.
- Variabel permintaan terbagi menjadi 2 himpunan fuzzy, yaitu: himpunan fuzzy NAIK dan himpunan fuzzy TURUN.
- Variabel persediaan terbagi menjadi 2 himpunan fuzzy, yaitu: himpunan fuzzy SEDIKIT dan himpunan fuzzy BANYAK.

2) Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dalam variabel fuzzy. Dalam himpunan fuzzy dibagi menjadi 2 atribut (Hapiz, 2017), diantaranya:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan bahasa alami, seperti berawan, hujan sedang dan hujan lebat atau rendah, sedang dan tinggi.
- b. Numerik, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 5, 20, 50, dan sebagainya.

3) Semesta Pembicaraan

Semesta Pembicaraan merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019). Tentunya, semesta pembicaraan dalam himpunan bilangan real ini biasanya naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan dan nilainya berupa bilangan positif maupun negatif. Contohnya, semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: $[0,30]$ atau pada variabel umur dengan semesta pembicaraan: $[0, +\infty]$.

4) Domain Himpunan Fuzzy

Domain Himpunan Fuzzy merupakan keseluruhan nilai dalam semesta pembicaraan yang dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy (Permataliyanti, 2021). Contoh : Berawan $[0, 30]$, Hujan sedang $[30, 90]$ dan Hujan Lebat $[90, 150]$.

c. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan atau *membership function* merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang mempunyai interval berkisar

antara 0 sampai 1 (Permataliyanti, 2021). Menurut Kusumadewi & Purnomo (2013), salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan yaitu dengan melalui pendekatan fungsi. Penentuan nilai-nilai didapatkan dari kaidah aturan yang dibuat oleh pakar yang menggunakan fungsi implikasi. Beberapa fungsi yang dapat digunakan, misalnya representasi linear naik, linear turun, segitiga, bahu, trapezium, gauss, kurva-S dan lain-lain (Elva, 2016). Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan (Permataliyanti, 2021) yaitu:

1. Representasi Linear

Pada fungsi keanggotaannya, pemetaan input ke derajat keanggotaannya dapat dinyatakan dengan gambar garis lurus.

Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear, yaitu:

- a) Representasi linear naik, ditandai dengan kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan nol [0], lalu bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Bentuk ini paling sederhana untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Tentunya, hal ini dapat ditunjukkan pada fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Keterangan:

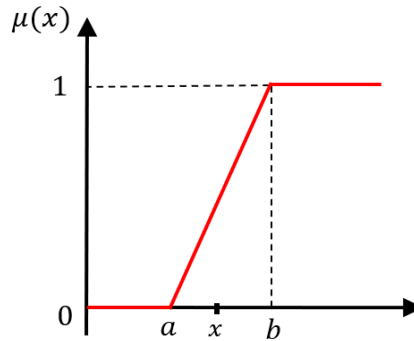
$\mu(x)$ = fungsi keanggotaan Fuzzy

a = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0

b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 1

x = nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan Fuzzy

Gambar 2.1 Grafik Fungsi Keanggotaan Linear Naik



(Sumber: Dokumen Penulis)

- b) Representasi linear turun, ditandai dengan garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada arah kiri, kemudian bergerak turun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Tentunya, hal ini dapat ditunjukkan pada fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

Keterangan:

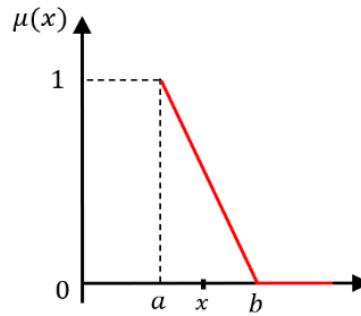
$\mu(x)$ = fungsi keanggotaan Fuzzy

a = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 1

b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0

x = nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan Fuzzy

Gambar 2.2 Grafik Fungsi Keanggotaan Linear Turun

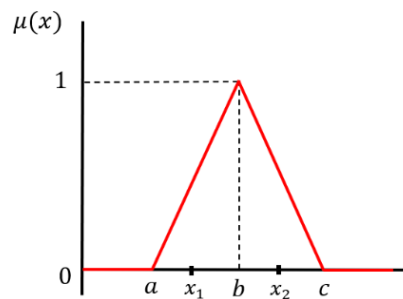


(Sumber: Dokumen Penulis)

2. Representasi Kurva Segitiga

Suatu fungsi keanggotaannya merupakan gabungan antara dua garis (linear) yang memiliki tiga parameter, yaitu $(a, b, c \in \mathbb{R})$ dengan $\{a \leq b \leq c\}$ dan dinyatakan dengan segitiga $\{x, a, b, c\}$. Pada dasarnya gabungan antara dua representasi linier ditunjukkan oleh gambar berikut:

Gambar 2.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga



(Sumber: Dokumen Penulis)

Tentunya, hal ini dapat ditunjukkan pada fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{b-c} & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$\mu(x)$ = fungsi keanggotaan Fuzzy

a = nilai domain terkecil yang memiliki derajat keanggotaan 0

b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 1

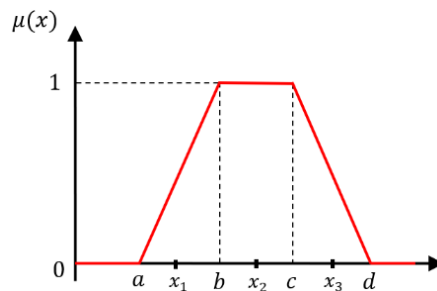
c = nilai domain terbesar memiliki derajat keanggotaan 0

x = nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan Fuzzy

3. Representasi Kurva Trapesium

Suatu fungsi keanggotaannya merupakan bentuk segitiga dari gabungan antara dua representasi linear, namun beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar 2.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Kurva Trapesium



(Sumber: Dokumen Penulis)

Tentunya, hal ini dapat ditunjukkan pada fungsi keanggotaan berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x < b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & ; x < d \end{cases} \quad (2.4)$$

Keterangan:

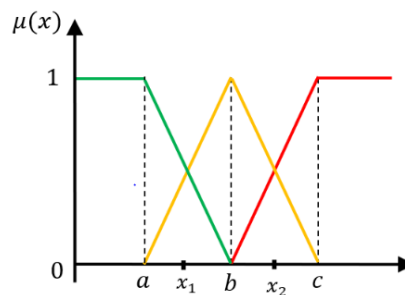
$\mu(x)$ = fungsi keanggotaan Fuzzy

a = nilai domain terkecil yang memiliki derajat keanggotaan 0
 b = nilai domain terkecil yang memiliki derajat keanggotaan 1
 c = nilai domain terbesar yang memiliki derajat keanggotaan 1
 d = nilai domain terbesar yang memiliki derajat keanggotaan 0
 x = nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Suatu fungsi keanggotaannya digambarkan dengan daerah yang berada di tengah-tengah suatu variabel yang dipresentasikan dalam bentuk segitiga, dengan sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Namun, terkadang variabel tersebut tidak terjadi perubahan. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, sedangkan bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Adapun bentuk gambar representasi fungsi keanggotaannya sebagai berikut:

Gambar 2.5 Grafik Fungsi Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu



(Sumber: Dokumen Penulis)

Dengan fungsi keanggotaannya :

a) Rendah

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; x < a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; a \leq x < b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases} \quad 2.5$$

b) Sedang

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a < x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & ; b < x < c \end{cases} \quad 2.6$$

c) Tinggi

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq b \\ \frac{(x-b)}{(c-b)} & ; b < x \leq c \\ 1 & ; x > c \end{cases} \quad 2.7$$

d. Implikasi Fuzzy

Proposisi *fuzzy* yang sering digunakan dalam aplikasi teori *fuzzy* dinamakan implikasi *fuzzy*. Bentuk umumnya adalah:

Jika x adalah A , maka y adalah B

dengan syarat bahwa x dan y adalah variabel linguistic, A dan B adalah predikat *fuzzy* yang dihubungkan dengan himpunan-himpunan *fuzzy* A dan B dalam semesta berturut-turut X dan Y . Selain itu, proposisi ini mengikuti kata “jika” yang berarti antiseden dan proposisi yang mengikuti “maka” berarti konsekuen (Hapiz, 2017).

Secara umum, fungsi implikasi dibagi menjadi dua (Hapiz, 2017), yaitu:

- 1) Min (minimum), artinya pengambilan keputusan dengan fungsi minimum menggunakan cara mencari nilai minimum sesuai dengan aturan ke-*i* yang dapat dinyatakan dengan:

$$a_i = \mu_{A_i}(x) \cap \mu_{B_i}(x) = \min\{\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(x)\} \quad 2.8$$

Keterangan:

a_i = nilai minimum dari himpunan kabur A dan B pada aturan ke-*i*

$\mu_{A_i}(x)$ = derajat keanggotaan x dari himpunan kabur A pada aturan ke-*i*

$\mu_{B_i}(x)$ = derajat keanggotaan x dari himpunan kabur B pada aturan ke-*i*

- 2) Hasil Kali (*dot*), artinya pengambilan keputusan dengan fungsi hasil kali yang didasarkan pada aturan ke-*i* yang dinyatakan dengan:

$$a_i = \mu_{C_i}(Z) \quad 2.9$$

Keterangan:

a_i = nilai minimum dari himpunan kabur A dan B pada aturan ke-*i*

$\mu_{C_i}(Z)$ = derajat keanggotaan x dari himpunan kabur C pada aturan ke-*i*

e. Operasi Dasar Himpunan Fuzzy

Untuk melakukan proses inferensi atau penalaran diperlukan operasi himpunan fuzzy dengan cara mengoperasikan derajat keanggotaannya (Astuti, 2019). Nilai keanggotaan tersebut diperoleh dari hasil operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α -predikat (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019). Disamping itu pada himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Ada tiga operasi dasar himpunan fuzzy yang diciptakan oleh Zadeh (disebut Operasi Dasar Zadeh), yaitu:

1) Operator AND

Operator ini berkaitan dengan operasi irisan (interseksi) pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dari operator AND yang didapatkan dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada beberapa himpunan yang bersangkutan. Persamaan dari operator AND dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$\mu_{(A \cap B)}(x) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(y) \} \quad 2.10$$

Contoh:

Seorang remaja yang berumur 21 tahun memiliki suhu tubuh 37°C . Diketahui nilai keanggotaan dari himpunan Remaja yang berusia 21 tahun adalah 0.4, dan nilai keanggotaan dari

himpunan Suhu 37° C adalah 0.1. Hitunglah α – predikat dari operasi dua himpunan tersebut menggunakan operator AND.

Sehingga penyelesaiannya,

$$\mu_{Remaja}(21) = 0.4$$

$$\mu_{Suhu}(37) = 0.1$$

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{Remaja} \cap \mu_{Suhu} \\ &= \min(\mu_{Remaja}(21), \mu_{Suhu}(37)) \\ &= \min(0.4; 0.1) = 0.1\end{aligned}$$

2) Operator OR

Operator ini berkaitan dengan operasi gabungan (union) pada himpunan. α - predikat sebagai hasil operasi dari operator OR didapatkan dengan mengambil nilai keanggotaan yang terbesar dari antar elemen pada beberapa himpunan yang bersangkutan. Persamaan dari operator OR dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$\mu_{(A \cup B)}(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(y) \} \quad 2.11$$

Contoh:

Seorang lelaki berusia 60 tahun mengalami tingkat kolesterol rendah 90 mg/dL. Diketahui nilai keanggotaan dari himpunan umur Parobaya 60 tahun adalah 0.5 dan nilai keanggotaan dari himpunan tingkat kolesterol 90 mg/dL 0.3. Hitunglah α – predikat dari operasi dua himpunan tersebut menggunakan operator OR.

Sehingga penyelesaiannya,

$$\mu_{Lelaki}(60) = 0.5$$

$$\mu_{kolesterol}(90) = 0.3$$

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{Lelaki} \cap \mu_{Kolesterol} \\ &= \max(\mu_{Lelaki}(60), \mu_{kolesterol}(90)) \\ &= \max(0.5; 0.3) = 0.5\end{aligned}$$

3) Operator NOT

Operator ini berkaitan dengan operasi komplemen (negasi) pada himpunan. α – predikat sebagai hasil operasi dari operator NOT didapatkan dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1. Persamaan dari operator NOT dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$\mu'_A(x) = 1 - \mu_A(x) \quad 2.12$$

Contoh:

Seorang wanita menderita tekanan tingkat asam urat tinggi yaitu 7.0 mg/dL. Diketahui nilai keanggotaan dari himpunan tingkat asam urat 7.0 mg/dL adalah 0.7. Hitunglah α – predikat dari himpunan tersebut menggunakan operator NOT.

Sehingga penyelesaiannya,

$$\mu_{asam\ urat}(7.0) = 0.7$$

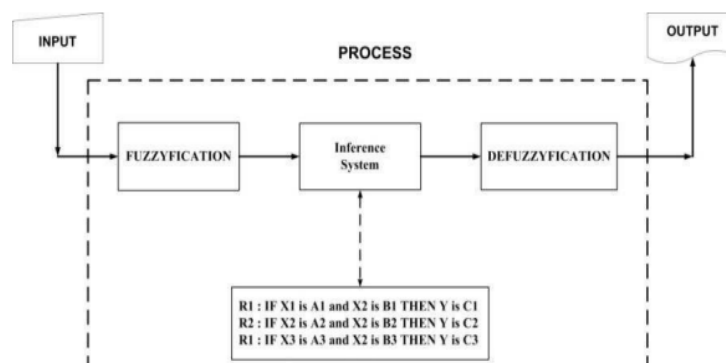
$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= 1 - \mu_{asam\ urat}(7.0) \\ &= 1 - 0.7 = 0.3\end{aligned}$$

2. Fuzzy Inference System (FIS)

a. Konsep Fuzzy Inference System (FIS)

Sistem fuzzy yang dihasilkan bisa dikenal dengan sebutan sistem inferensi fuzzy (*fuzzy inference system/ FIS*). Penerapan kemampuan FIS dalam berbagai bidang dilakukan dengan fleksibel sehingga FIS begitu banyak digunakan oleh para peneliti (Setiawan et al., 2018). Inferensi fuzzy merupakan proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia. Pada sistem inferensi fuzzy, nilai-nilai masukan tegas dikonversikan oleh unit fuzzifikasi ke nilai fuzzy yang sesuai. Hasil pengukuran yang telah difuzzifikasikan itu kemudian diproses oleh unit penalaran, yang dengan menggunakan unit basis pengetahuan, menghasilkan beberapa himpunan fuzzy sebagai keluarannya. Langkah terakhir dilakukan oleh unit *defuzzifikasi* yaitu menerjemahkan himpunan keluaran itu ke dalam nilai yang tegas. Nilai tegas tersebut yang selanjutnya diterapkan dalam bentuk suatu tindakan yang dilakukan dalam proses itu (Novianto, 2016). Berikut skema alur logika sistem inferensi fuzzy:

Gambar 2.6 Alur Logika Sistem Inferensi Fuzzy



(Sumber: Setiawan et al., 2018)

Pendekatan sistem inferensi fuzzy dari alur logika sistem inferensi fuzzy diatas diimplementasikan dalam empat tahap yaitu (Astuti, 2019):

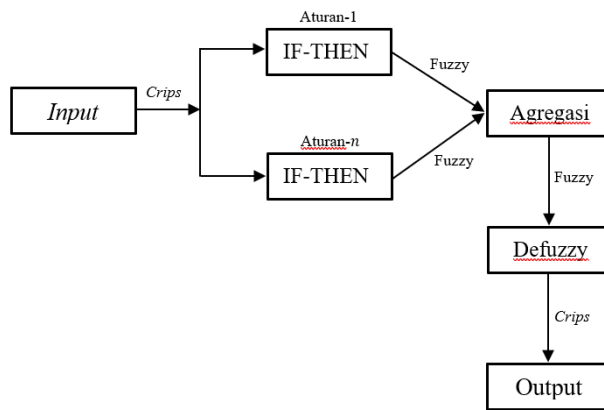
- 1) *Fuzzyfikasi*, merupakan proses pertama dari perhitungan fuzzy dengan mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti kedalam bentuk fuzzy input yang berupa tingkat keanggotaan/ tingkat kebenaran.
- 2) Aturan dasar (*rule based*), merupakan suatu bentuk implikasi “jika-maka” atau “*if-then*” misalnya pada pernyataan “jika x adalah A , maka y adalah B ”.
- 3) Penalaran (*inference machine*), merupakan proses implikasi atau aturan dalam menalar nilai masukan untuk menentukan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu implikasi yang banyak digunakan yaitu max-min.
- 4) *Defuzzyfikasi* (penegasan)

Defuzzyfikasi merupakan suatu proses yang mengubah fuzzy output menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Input dari proses *defuzzyfikasi* berupa suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, akan tetapi output yang dihasilkan yaitu suatu angka pada domain himpunan *fuzzy* tersebut (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019). Jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam

range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai tegas tertentu sebagai output (Syahputra, 2018).

Menurut (Kusumadewi & Purnomo, 2013), langkah-langkah dari empat proses diatas dapat dijelaskan dalam diagram berikut:

Gambar 2.7 Langkah Kerja *Fuzzy Inference System* (FIS)



(Sumber: Dokumen penulis)

Sistem inferensi *fuzzy* menerima *input crisp* yang selanjutnya dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan *fuzzy* berbentuk “*if-then*”. Nilai keanggotaan anteseden atau α dicari pada setiap aturan. Namun jika aturan yang lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Kemudian, pada hasil agregasi tersebut akan dilakukan *defuzzyfikasi* untuk memperoleh nilai *crisp* sebagai *output* sistem inferensi *fuzzy*.

Salah satu metode yang digunakan FIS untuk pengambilan keputusan yaitu metode inferensi Fuzzy Tsukamoto. Pada inferensi Fuzzy Tsukamoto ini, implikasi pada setiap aturan berbentuk implikasi “jika-maka” / “*if-then*”/ “sebab-akibat” atau “*input-*

output” dimana antara anteseden dan konsekuen terdapat adanya hubungan. Selain itu, pada setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Selanjutnya, hasil *output* inferensi dari setiap aturan yang diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α –predikat (*fire strength*). Dengan demikian, diperoleh hasil dengan menggunakan rata-rata terpusat (Hapiz, 2017).

b. Macam-Macam Fuzzy Inference System (FIS)

Terdapat 3 sistem inferensi fuzzy yang sering digunakan sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan. Penjelasan terkait dua metode tersebut sebagai berikut:

1. Inferensi Fuzzy Tsukamoto

Inferensi fuzzy Tsukamoto merupakan salah satu metode logika fuzzy yang sering digunakan. Output dari metode fuzzy Tsukamoto berkaitan pada beberapa komponen, seperti aturan (*rule*), fungsi keanggotaan, dan juga α – predikat (*fire strength*) (Khairina, 2019). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Secara umum bentuk dari model Fuzzy Tsukamoto, yaitu:

Jika (x adalah A) dan (y adalah B) maka (z adalah C)

Keterangan: A, B, C adalah himpunan Fuzzy.

Misalkan,

Ada dua variabel input, yaitu x dan y , serta satu variabel output z . Variabel x terbagi atas dua himpunan yaitu $A1$ dan $A2$, sedangkan variabel y terbagi atas himpunan $B1$ dan $B2$. Maka, variabel z juga terbagi atas dua himpunan yaitu $C1$ dan $C2$. Atau bisa dituliskan dengan menggunakan dua aturan (*rule*) berikut:

Jika (x adalah $A1$) dan (y adalah $B1$) maka (z adalah $C1$)

Jika (x adalah $A2$) dan (y adalah $B2$) maka (z adalah $C2$)

Menurut Ilmiah & Resti (2022), beberapa tahapan dalam implementasi Inferensi Fuzzy Tsukamoto yaitu:

1. Mengidentifikasi kasus
2. Mengidentifikasi jenis variabel input dan variabel output beserta himpunan-himpunan Fuzzy yang terkait, proses ini disebut dengan Fuzzifikasi.
3. Menyusun grafik dan fungsi keanggotaan untuk masing-masing variabel input dan output
4. Mencari derajat keanggotaan untuk setiap variabel input dalam himpunan-himpunan Fuzzy yang terkait
5. Mengkonstruksikan aturan Fuzzy (*Fuzzy Rules*), proses ini disebut dengan inferensi.
6. Menentukan *Fire Strength* (α – predikat) untuk setiap aturan Fuzzy
7. Menentukan nilai *Cripts* hasil inferensi (z_i) pada setiap aturan Fuzzy

8. Menghitung rata-rata nilai *Crips* dari hasil inferensi z
9. Nilai Z pada proses defuzzifikasi sebagai hasil akhir menggunakan model rata-rata yakni *Weight Average (WA)* digunakan untuk menentukan nilai kesimpulan dengan formula:

$$Z = \frac{\alpha - pred_1 \cdot z_1 + \dots + \alpha - pred_n \cdot z_n}{\alpha - pred_1 + \dots + \alpha - pred_n} \quad 2.13$$

Keterangan:

Z = variabel *output*

$\alpha - predikat_i$ = derajat keanggotaan masing-masing variabel

z_i = nilai domain pada variabel linguistik z

$i = 1, \dots, n$

2. Inferensi Fuzzy Mamdani

Pada tahun 1975, tokoh Ebrahim Mamdani memperkenalkan metode Mamdani yang sering dikenal dengan nama Metode Max-Min (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019). Untuk mendapatkan output dari inferensi Fuzzy tersebut, diperlukan 4 tahapan yaitu:

- a) Pembentukan himpunan fuzzy

Pada proses fuzzifikasi tahapan yang pertama adalah menentukan variabel dan himpunan fuzzy. Selanjutnya, mencari derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari

setiap aturan fuzzy. Pada metode ini, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

b) Aplikasi fungsi implikasi (aturan)

Pada metode fuzzy Mamdani fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Fungsi implikasi dan himpunan fuzzy terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Kemudian hasil implikasi fuzzy ini digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy.

c) Komposisi Aturan

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar satuan dari beberapa aturan sistem yang ada, sehingga inferensi ini tidak seperti umumnya penalaran monoton. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: *max (maximum)*, *additive (sum)* dan probabilistik *OR (probor)*.

d) Penegasan (*defuzzifikasi*)

Input dari proses defuzzyfikasi yaitu suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi beberapa aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Maka jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai

output. Adapun dalam tahapan *Defuzzifikasi* pada metode Mamdani ini dapat dilakukan dengan beberapa metode defuzzifikasi sebagai berikut (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019):

- a) Metode Centroid (*Composite Moment*), memberikan solusi crisp yang diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy.
- b) Metode Bisektor, membagi 2 area dari derajat keanggotaan yang diperoleh.
- c) Metode *Mean of Maximum* (MOM), memberikan solusi yang diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata dari derajat keanggotaan maksimum.
- d) Metode *Largest of Maximum* (LOM), memberikan solusi yang diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari derajat keanggotaan maksimum.
- e) Metode *Smallest of Maximum* (SOM), memberikan solusi yang diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari derajat keanggotaan maksimum.

3. Inferensi Fuzzy Sugeno

Kusumadewi & Purnomo (2010), menyatakan bahwa pada tahun 1985 tokoh Takagi-Sugeno Kang memperkenalkan metode Segeno. Sistem inferensi fuzzy sugeno memiliki karakteristik yaitu konsekuen artinya tidak merupakan himpunan fuzzy, namun menggunakan konstanta atau

persamaan linear dimana variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel inputnya (Marlisa, 2017). Metode fuzzy Sugeno ber orde-satu dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut (Muflihunna & Mashuri, 2022):

- a) *Fuzzyfikasi*, himpunan fuzzy Sugeno mirip seperti metode fuzzy Mamdani, yang membedakan pada bagian outputnya. Pada inferensi Fuzzy Sugeno output berbentuk persamaan linear.
- b) Pembentukan aturan dasar fuzzy, dalam aturan inferensi Fuzzy Sugeno mirip seperti inferensi Fuzzy Mamdani yaitu terbentuk 27 aturan.
- c) Komposisi aturan, pada inferensi Fuzzy Sugeno menggunakan fungsi implikasi metode max.
- d) Defuzzifikasi, pada inferensi fuzzy Sugeno defuzzifikasi yang digunakan adalah metode rata-rata terbobot (*average*). Pada metode Sugeno *defuzzification* dilakukan dengan perhitungan *Weight Average (WA)* sebagai berikut:

Berikut tabel perbandingan inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno dapat dilihat sebagai berikut (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019):

Tabel 2.1 Perbandingan inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno

Metode	Input	Output	Defuzzifikasi
Tsukamoto	Himpunan fuzzy	Himpunan fuzzy	<i>Weighed Average</i>
Mamdani	Himpunan fuzzy	Himpunan fuzzy	<i>Centroid</i> <i>Bisector</i> <i>MOM</i> <i>LOM</i> <i>SOM</i>
Sugeno	Himpunan fuzzy	- Konstanta - Linear (orde 1)	<i>Weighed Average</i>

(Sumber: Dokumen Penulis)

3. Kelebihan dan Kekurangan Logika Fuzzy

Menurut Saelan (2009), logika *fuzzy* memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

- a) Logika *fuzzy* sangat fleksibel dan toleransi terdapat data-data yang tidak tepat.
- b) Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang kompleks.
- c) Logika *fuzzy* didasarkan psada bahasa alami.

Menurut Zadeh (1978), logika *fuzzy* memiliki beberapa kekurangan sebagai berikut:

- a) Logika fuzzy dapat mengatasi ketidakpastian dari beberapa kasus tetapi tidak tentu memberikan hasil yang akurat.
- b) Tidak selalu intuitif, artinya konsep logika fuzzy hanya dipahami oleh sebagian orang saja, sehingga mungkin sulit jika bagi orang yang tidak terbiasa dengan matematika dan statistika.
- c) Kesulitan dalam menemukan parameter yang optimal untuk sistem logika fuzzy.

Untuk mengatasi beberapa kekurangan diatas perlu memodelkan data yang lebih representatif, kombinasi metode lain maupun verifikasi data yang telah diuji, selain itu bisa melakukan meningkatkan intuitifitas dan menemukan parameter metode yang optimal.

4. *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*

a. Konsep *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*

PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan atau hambatan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Soeharto (1999), mengatakan bahwa PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu aktivitas, maka dengan hal ini *PERT* dapat digunakan untuk memperkirakan pengaruh ketidakpastian pada jadwal proyek.

Pada setiap kegiatan metode PERT menggunakan tiga perkiraan kurun waktu, yaitu sebagai berikut (Ginanjari, 2016):

1) Waktu dengan optimis

Biasanya dinotasikan dengan α , berarti waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas jika tidak terjadi kesalahan pada pelaksanaan aktivitas atau semua berlangsung dengan lancar.

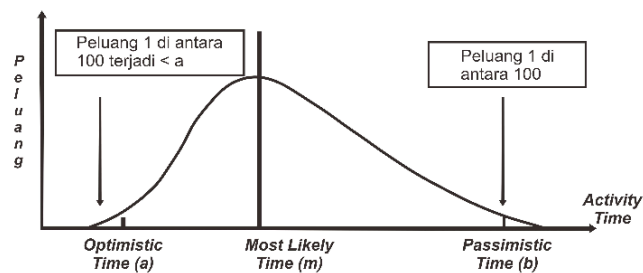
2) Waktu dugaan paling mungkin

Biasanya dinotasikan dengan m , berarti waktu yang sering terjadi jika aktivitas dilakukan secara berulang.

3) Waktu dengan pesimis

Biasanya dinotasikan dengan b , berarti waktu yang dibutuhkan jika terjadi kesalahan pada pelaksanaan aktivitas yang bersangkutan.

Gambar 2.8 Kurva Distribusi Asimetris (beta) dengan a , b , dan m



(Sumber: Dokumen Penulis)

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan bahwa kurun waktu yang menghasilkan puncak pada kurva adalah m yang paling banyak terjadi. Kemudian angka a dan b yang tereletak di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi menggambarkan batas lebar rentang waktu kegiatan. Setelah menentukan angka a , b , dan m lalu merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka yaitu kurun waktu yang dibutuhkan t (*expected duration time*). Untuk menentukan t menggunakan asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) yaitu sama, sedangkan jumlah kemungkinan terjadi estimasi yang paling mungkin (m) yaitu empat kali dari kedua peristiwa diatas.

Langkah metode PERT disajikan untuk mengetahui nilai probabilitas kegiatan produksi dengan menggunakan jalur kritis dapat terselesaikan tepat waktu dengan jadwal yang diharapkan sebagai berikut:

- 1) Menentukan perkiraan waktu kegiatan

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2.14)$$

Keterangan:

te = perkiraan waktu kegiatan

a = waktu tercepat

m = waktu normal

b = waktu terlama

- 2) Menentukan deviasi standard dari kegiatan produksi

$$S = \frac{1}{6}(b - a) \quad (2.15)$$

Keterangan:

S = deviasi standard kegiatan

b = waktu terlama

a = waktu tercepat

- 3) Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan produksi

$$V(te) = S^2 = \left[\frac{b - a}{6} \right]^2 \quad (2.16)$$

Keterangan:

$V(te)$ = varians kegiatan

b = waktu terlama

a = waktu terlama

- 4) Menentukan standard deviasi dari kegiatan produksi

$$Sd = \sqrt{\sum V(te)} \quad (2.17)$$

Keterangan:

Sd = standard deviasi

$V(te)$ = varians kegiatan

- 5) Menentukan angka probabilitas mencapai target jadwal

$$z = \frac{Tj - Jl}{Sd} \quad (2.18)$$

Keterangan:

z = angka kemungkinan mencapai target

Tj = target jadwal

Jl = jumlah waktu jalur kritis

Sd = standard deviasi

Angka z dalam formula diatas merupakan angka probabilitas yang presentasenya dapat dicari menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z .

Terdapat dua teknik dalam menghitung jalur kritis yaitu:

- i. *Forward Pass* (Hitungan Maju)

Pengerjaan *forward pass* dimulai dari kegiatan pertama hingga terakhir (kiri ke kanan) yang mempunyai waktu tercepat untuk memulai dan menyelesaikan suatu

aktivitas (ES dan EF). Nilai EF dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$EF = ES + \text{waktu kegiatan} \quad (2.19)$$

ii. *Backward Pass* (Hitungan Mundur)

Pengerjaan *backward pass* dimulai dari kegiatan terakhir hingga pertama (kanan ke kiri) yang mempunyai waktu terlambat untuk selesai dan memulai aktivitas (LF dan LS). Nilai LS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$LS = LF - \text{waktu kegiatan} \quad (2.20)$$

Selanjutnya, menghitung waktu *slack*. Waktu *slack* atau waktu bebas merupakan waktu selang yang dimiliki oleh sebuah kegiatan yang dapat diundur pengerjaannya tanpa menyebabkan adanya keterlambatan produksi secara keseluruhan.

Formula *slack* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Slack} = LS - ES \text{ atau } \text{Slack} = LF - EF \quad (2.21)$$

Aktivitas dengan *slack* 0 dinamakan aktivitas kritis (*critical activities*) yang posisinya pada jalur kritis. Jalur kritis merupakan garis jalur yang tidak terputus atau boleh ditunda dari jaringan proyek yang dimulai pada aktivitas proyek pertama dan berhenti pada aktivitas proyek terakhir yang terdiri dari semua aktivitas kritis.

b. Kelebihan dan Kekurangan Metode PERT

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode PERT

Kelebihan	Kekurangan
Berguna untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek/produksi besar.	Kegiatan proyek/produksi harus ditentukan secara jelas agar hubungannya bebas dan stabil.
Konsep secara langsung dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.	Hubungan pendahulu antar kegiatan harus ditunjukkan bersama-sama.
Jaringan kerja dapat membantu mengetahui hubungan antar kegiatan secara cepat.	Perkiraan waktu yang dirancang oleh PERT biasanya lebih subyektif.
Dapat diterapkan untuk proyek/produksi yang bervariasi.	Adanya hambatan jika terlalu banyak penekanan pada jalur terpanjang dan kritis.
Bermanfaat dalam mengawasi jadwal dan biaya.	

(Sumber: (Heizer & Render, 2015))

Untuk mengatasi beberapa kekurangan diatas bahwa perlu adanya pendefinisian kegiatan yang lebih rinci, menggunakan diagram kerja yang akurat konsistensi, mengumpulkan kembali data historis dari proyek sebelumnya untuk mendapatkan perkiraan waktu yang lebih objektif, dan focus terhadap keseluruhan proyek untuk memastikan semua aktivitas yang mempunyai keterlambatan dapat dikelola dengan baik.

5. Batik Wecono Asri Kediri

a. Identitas CV. Wecono Asri

CV. Wecono Asri merupakan salah satu UMKM pembuatan batik yang terkenal dan memiliki pengalaman yang lebih dibandingkan dari pengrajin batik yang lainnya, selain itu juga menjadi pelopor berdirinya usaha-usaha yang mirip dengan

beberapa kelurahan lain di Kota Kediri, seperti kelurahan Mrican, Dermo, Rejomulyo, Pojok dan lain-lain (Sulaiman, 2023). CV. Wecono Asri ini berlokasi di Jl. Dandangan 1 No.154, Kec. Kota, Kabupaten Kediri. Dalam distribusi batik, CV ini masih mendistribusikan di wilayah Kota dan Kab. Kediri, umumnya di Provinsi Jawa Timur saja, sedangkan cakupan konsumen kebanyakan pada kalangan menengah dan menengah keatas.

b. Produksi Batik Wecono Asri

Dalam memproduksi batik diperlukan beberapa hal, diantaranya adalah pemilihan bahan baku dan penentuan durasi produksi. Penjelasan sebagai berikut.

1. Pemilihan bahan baku produksi batik

Produksi tidak hanya mencakup aktivitas dalam hal pembuatan barang-barang yang dapat dilihat, namun juga kombinasi dan koordinasi bahan dan kekuatan, seperti input, faktor, dan sumberdaya dalam pembuatan suatu barang dan jasa yang berupa produk (*output*) (Aulia, 2017). Dalam proses produksi ini barang atau jasa mempunyai nilai terapan atau guna.

Bahan baku atau biasanya dikenal dengan bahan mentah merupakan salah satu faktor produksi yang dibutuhkan dalam setiap proses produksi (Puspitasari, 2012). Bahan baku adalah suatu hal yang menjadi unsur penting dalam kegiatan operasional, sebab jika penggunaan bahan baku dengan relatif

biaya terjangkau akan memberikan keuntungan besar bagi sebuah industry batik. Selain itu bahan baku memiliki hubungan yang positif dengan produk (*output*) karena jika terdapat penambahan bahan baku maka produksi semakin meningkat (Putra, 2010). Diukur dari jenisnya terdapat 5 pemilihan bahan baku yang digunakan dalam produksi batik, yaitu:

a) Kain

Kain merupakan salah satu bahan baku pokok dalam membuat batik. Adapun jenis kain dalam proses batik diantaranya ada kain katun, rayon, sutra, paris dan sebagainya. Ternyata, dapat diketahui bahwa kain yang paling sering digunakan untuk membatik yaitu kain katun. Kain katun banyak digunakan karena selain harganya yang terjangkau kualitas dari tekstur bahannya nyaman (Wardani, 2015). Bahan baku kain ini biasanya sudah langganan dari pemasok yang berasal dari daerah Solo dan Pekalongan Jawa Tengah.

b) Malam/lilin

Dalam produksi batik, lilin digunakan untuk menutup pola batik agar tidak terkena pewarna (Wardani, 2015). Malam yang digunakan dalam produksi batik sejumlah ada 3 malam dan biasanya memiliki jenis yang sama, tetapi industri pembuatnya saja yang berbeda. Bahan

baku lilin kebanyakan diperoleh dari pemasok yang berasal dari Solo, Jawa Tengah.

c) Pewarna

Pewarna adalah suatu zat yang digunakan dalam proses pewarnaan batik agar terlihat lebih menarik (Wardani, 2015). Zat pewarna batik digolongkan menjadi dua jenis yaitu pewarna alami (PA) dan pewarna buatan (PB).

Pewarna alami adalah zat yang berasal dari ekstrak daun, batang, akar, biji dari tumbuh-tumbuhan. Jenis bahan baku yang diperoleh dari batang seperti mahoni, jelawi, tingi, teger, magrove, secang, dan angka. Kemudian, jenis daun yang dapat digunakan untuk pewarna alami yaitu daun indigo, ketapang, mangga, dan daun jati. Selanjutnya, akar yang digunakan untuk pewarna alami yaitu akar mengkudu. Terakhir, biji yang digunakan sebagai pewarna alami yaitu biksa. Hambatan dalam pewarna alami ini terkadang dari proses pengeringannya, belum jika ada situasi cuaca yang kurang baik sehingga menghabiskan waktu yang lama juga. Sedangkan pewarna buatan adalah zat yang dibuat melalui reaksi-reaksi kimia (Wardani, 2015). Pewarna buatan yang banyak digunakan dalam produksi batik adalah remasol, naphtol, dan

indigosol. Pewarna buatan tersebut biasanya berasal dari pemasok yang ada di daerah Solo, Jawa Tengah.

d) Canting

Istilah canting berasal dari bahasa Jawa yang berarti alat untuk melukis batik tulis. Canting batik terdiri dari tiga bagian yaitu cucuk, nyamplung dan pegangan (Hariyanto, 2015). Cucuk (carat) bentuknya seperti mata pena yang berfungsi sebagai lubang ujung untuk mengeluarkan cairan lilin. Nyamplung memiliki fungsi sebagai tempat untuk memasukkan malam panas. Bagian canting batik yang terakhir yaitu pegangan canting batik yang terbuat dari kayu atau bambu.

2. Penentuan durasi produksi batik

Penentuan durasi produksi batik mempengaruhi adanya estimasi waktu dari sistem produksi tersebut menjadi lebih akurat dan realistis sehingga dapat memenuhi harapan konsumen, terutama mereka yang menginginkan waktu pesanan lebih awal dan menghindari kekecewaan. Didalam penentuan durasi produksi pastinya diperlukan adanya waktu normal. Waktu normal dalam suatu elemen dalam operasi kerja dapat menjelaskan kualifikasi baik untuk menyelesaikan suatu pekerjaan itu dengan normal. Penentuan durasi normal dilaksanakan sesuai target produksi dengan menggunakan jam henti. Namun, pengukuran yang dilakukan pekerjaan dalam

produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik internal maupun eksternal perusahaan.

B. Kerangka Berpikir

Persaingan industri yang semakin meningkat memberikan peluang produsen agar tetap eksis dan setara dengan industri yang lain dalam menawarkan pelayanan untuk mendapatkan kepuasan pelanggan. Salah satu hal yang harus diperhatikan untuk menjaga kepuasan pelanggan dalam memasarkan barang atau jasa yaitu kualitas barang dan ketepatan waktu penyelesaian produksi.

Faktor terpenting dalam menjaga kualitas barang adalah pemilihan bahan baku yang tepat. Berdasarkan observasi di lapangan, dalam industri di CV. Wecono Asri Kediri memperlihatkan bahwa produsen masih merasa bingung dan sering memilih bahan baku yang kurang tepat. Maka dari itu, perlu ditawarkan solusi terkait penggunaan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis fuzzy untuk memilih bahan baku yang tepat tersebut. Alasan yang mendasari memilih SPK berbasis fuzzy dikarenakan logika fuzzy sangat fleksibel dan toleran pada data-data yang sifatnya tidak pasti, mampu memodelkan fungsi nonlinear yang kompleks, dan logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami. Di sisi lain, terdapat berbagai metode pengambilan keputusan seperti: inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno. Tetapi terdapat juga metode pendukung keputusan selain inferensi fuzzy, yaitu: *Analytical Hierarchy Process (AHP)*; *Weighted Product (WP)*; Borda; dan sebagainya. Namun dalam penelitian ini, peneliti ingin menerapkan Inferensi Fuzzy Tsukamoto untuk mendukung keputusan

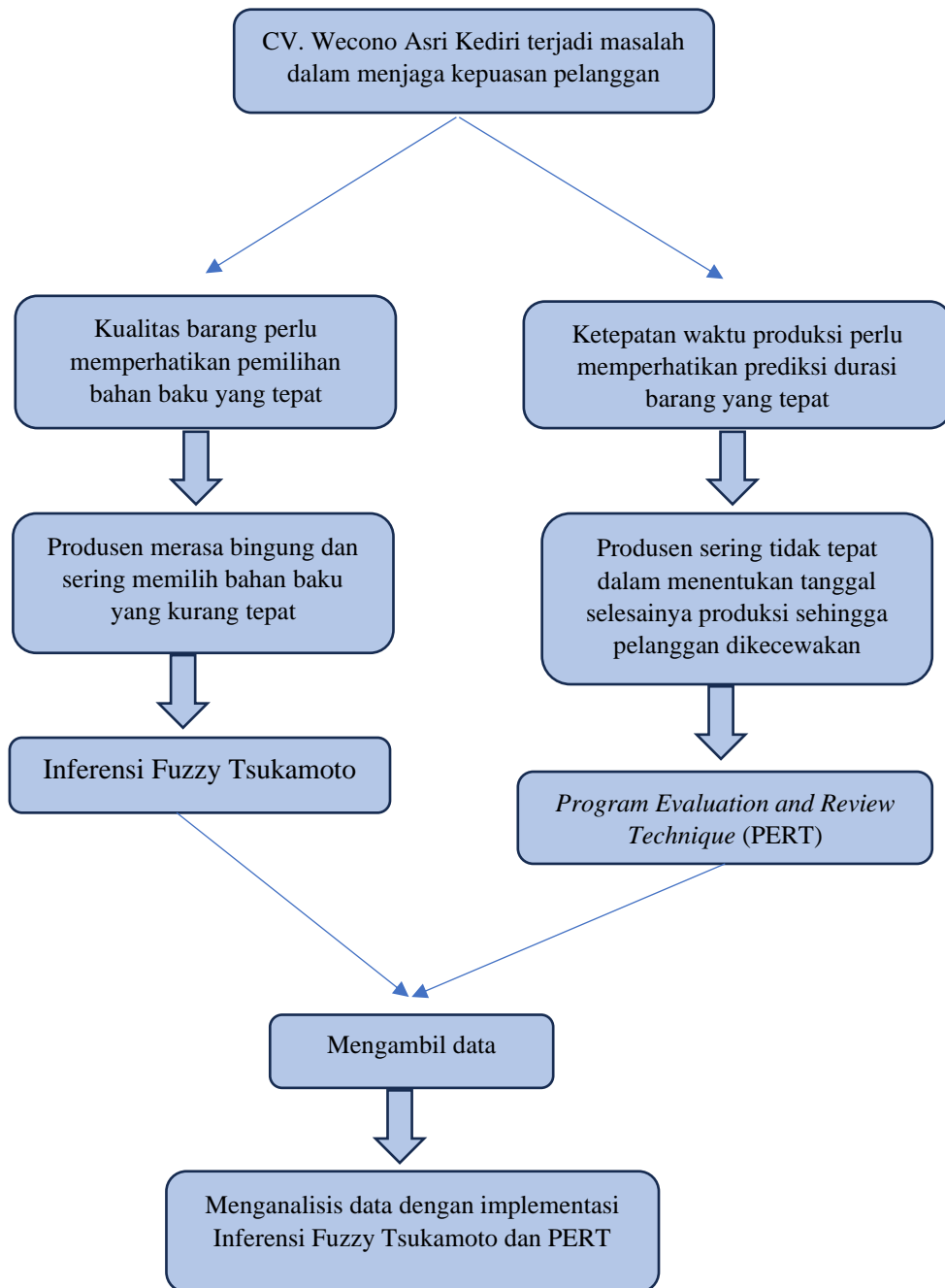
pemilihan bahan baku produksi Batik Wecono Asri Kediri. Adapun alasan peneliti memilih untuk menerapkan metode tersebut dibanding dengan inferensi Fuzzy Mamdani dan Sugeno adalah: perhitungan inferensi Fuzzy Tsukamoto relative lebih mudah dipahami dan sederhana. Disamping itu, pada Fuzzy Segeno *consequent* pada *Fuzzy Rules* bukan berupa himpunan Fuzzy, tetapi berupa persamaan linear atau konstanta sehingga jika diterapkan pada konteks pendukung keputusan pemilihan bahan baku akan kesulitan untuk menyusun ketepatan dalam *Fuzzy Rules* tersebut.

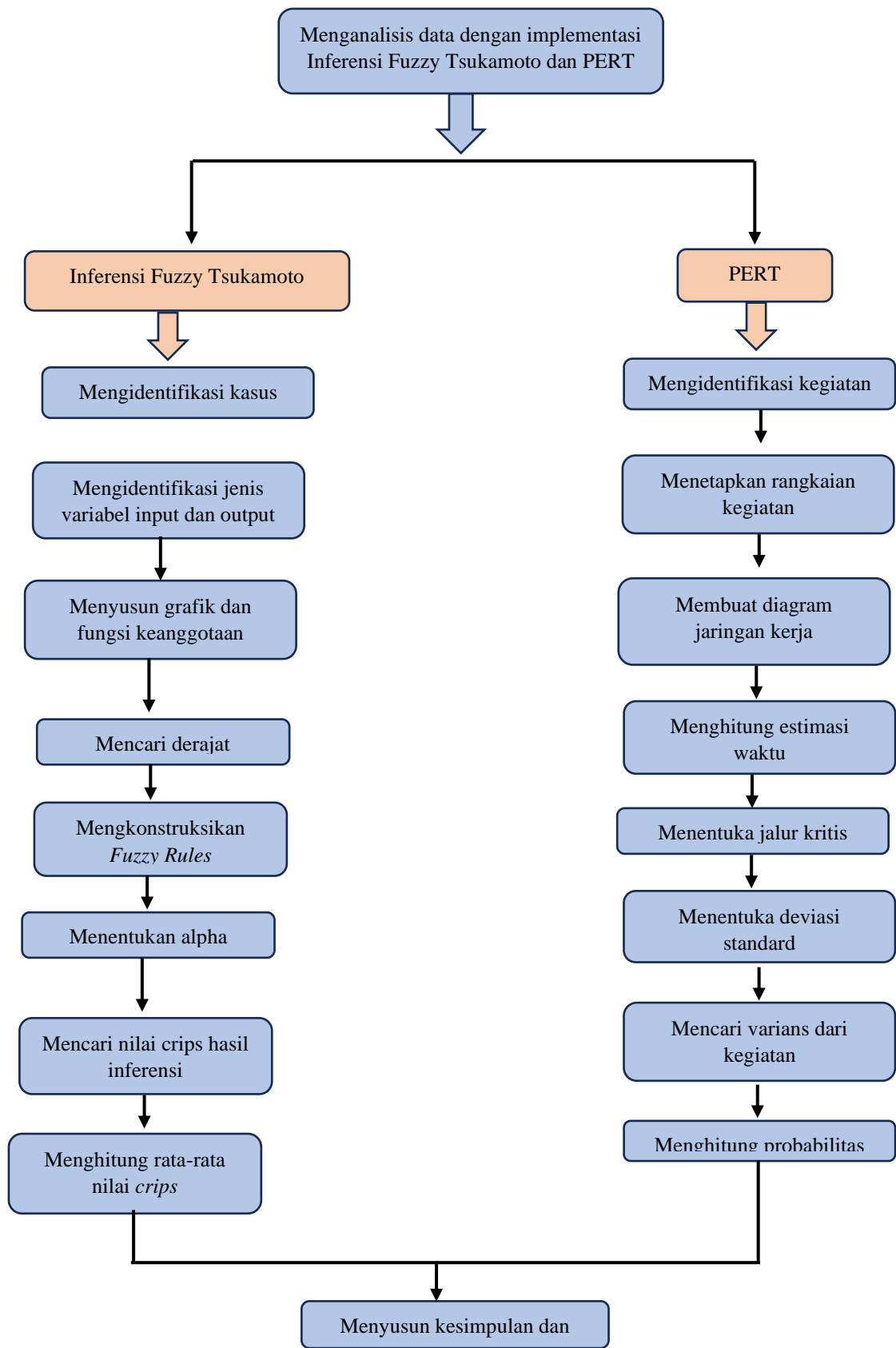
Selain hal menjaga kualitas barang, faktor terpenting dalam menjaga kepuasan pelanggan adalah ketepatan waktu penyelesaian produksi, dimana hal ini berkaitan dengan prediksi durasi produksi barang. Berdasarkan observasi di lapangan, dalam industri di CV. Wecono Asri Kediri memperlihatkan bahwa produsen sering tidak tepat dalam menentukan tanggal selesainya produksi sehingga pelanggan merasa dikecewakan. Maka dari itu, perlu ditawarkan solusi terkait penggunaan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) untuk memprediksi durasi selesainya produksi. Durasi penyelesaian produksi ini akan dikaji dengan menggunakan diagram kerja. Alasan yang mendasari memilih PERT diantaranya: bisa untuk menjadwalkan dan mengendalikan produksi besar; jaringan kerja dapat membantu mengetahui hubungan antar kegiatan secara cepat; dan dapat diterapkan untuk produksi yang bervariasi. Disisi lain ada metode manajemen produksi selain PERT, yaitu *Critical Path Method* (CPM). Namun dalam penelitian ini, peneliti ingin menerapkan PERT dalam memprediksi durasi produksi Batik Wecono Asri Kediri.

Adapun alasan peneliti memilih untuk menerapkan metode tersebut dibanding dengan CPM karena metode PERT ini memberikan penjadwalan produksi yang berbasis jaringan kerja, dimana setiap tugas membutuhkan tiga dugaan waktu (optimis, normal, dan pesimis) sehingga lebih akurat dalam memprediksi dugaan waktu dibandingkan metode CPM yang mengidentifikasi satu jenis waktu pengerjaan dalam menyelesaikan suatu produksi.

Implementasi Fuzzy Tsukamoto dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) sebelumnya dilakukan dengan mengambil data, setelah itu data akan di analisis dengan melakukan perhitungan dengan mengimplementasikan tahapan perhitungan inferensi Fuzzy Tsukamoto dan PERT, kemudian membentuk penyajian data, menarik kesimpulan dan saran.

Gambar 2.9 Bagan Kerangka Berpikir





(Sumber: Dokumen Penulis)