

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini memuat kajian dan uraian sistematis tentang informasi hasil penelitian yang pernah dilakukan peneliti lain dalam pustaka dan menghubungkannya dengan masalah penelitian. Hal tersebut digunakan sebagai dasar membuat struktur Landasan Teori.

2.1 Penelitian terdahulu

Pada penelitian ini peneliti telah melakukan studi literature terhadap 10 jurnal yang berkaitan dengan tema penelitian. Tabel 2.1 menunjukkan ringkasan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *fuzzy* Tsukamoto dan *fuzzy* Mamdani

Penelitian Popy Meilina, Nurvelly Rosanti, Nuraeni Astryani dengan judul “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Dengan Metode *Fuzzy* Tsukamoto Berbasis Android”. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pendukung keputusan berbasis android dalam menentukan jumlah produksi. Adapun teknik yang digunakan dalam mengembangkan aplikasi yaitu *fuzzy* Tsukamoto dengan variabel pemesanan, persediaan, dan produksi. Peneliti mengharapkan dari adanya aplikasi ini mampu menjadi solusi atas permasalahan yang diangkat yaitu penentuan jumlah produksi yang tidak tepat seperti kurangnya persediaan ataupun ketersediaan produk yang berlebihan sehingga memberi kerugian terhadap perusahaan. Dari perhitungan yang telah dilakukan memperoleh hasil presentase kebenaran dari sistem ini sebesar 96,91% [15].

Penelitian Fandra Satria, dan Alexander J.P dengan judul "Penerapan Metode *Fuzzy* Tsukamoto untuk Pemilihan Karyawan Terbaik Berbasis Java Dekstop". Penelitian ini memiliki latar belakang masalah berupa sistem perhitungan pada PT. Patra Trading masih melakukan proses manual oleh karena itu sistem pendukung keputusan perlu diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Metode *fuzzy* Tsukamoto membantu

dalam pemberian rekomendasi secara akurat dalam perhitungan penentuan pemilihan karyawan berkinerja yang terdiri dari tiga kriteria yaitu absensi, kepribadian dan pemecahan masalah. Dari hasil pengujian, seluruh fungsi berjalan dengan baik dan hasil karyawan yang mendapatkan nilai tertinggi dengan status “TERBAIK” memiliki nilai probabilitas 90,85586 [16].

Penelitian Parjono, dan Arita Witanti dengan judul "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Dengan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis Web". Penelitian ini memiliki latar belakang pada PT. Time Excelindo proses penerimaan karyawan baru masih melakukan seleksi perhitungan manual oleh karena itu sistem pendukung keputusan perlu diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut berbasis web menggunakan *framework* codeigniter dan metode *fuzzy Mamdani* dengan kriteria hasil nilai tes psikologi, wawancara, teori dan tes praktik. Hasil penelitian yang diperoleh dari sampel data sebanyak 40 calon karyawan, terdapat *output* 82,5% sesuai dan 17,5% tidak sesuai [17].

Penelitian Akhmad Wahyu Dani, Ahmad Mundhola, Rizky Rahmatullah, Ahmad Mundhoha dengan judul “Perangkat Uji Penciuman sebagai Protokol Kesehatan Menggunakan *Fuzzy Mamdani* Berbasis *Internet Of Things*”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sebagai alat uji indera penciuman secara otomatis untuk protokol kesehatan Covid-19 serta mengetahui pengaruh kontrol *fuzzy Mamdani* terhadap kinerja perangkat dalam mengelola pengujian aroma. Dari hasil pengujian prototipe, nilai *output* perhitungan *fuzzy Mamdani* memiliki akurasi sebesar 99,70% [18].

Penelitian Tri Yani Akhirinal, dan Michael Sonny dengan judul “*Fuzzy Inference System (FIS)* dengan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Menentukan Kelayakan Kenaikan Gaji Karyawan”. Penelitian ini memiliki latar belakang masalah berupa penilaian yang dilakukan dalam kenaikan gaji karyawan pada PT. Panglima Siaga Bangsa tidak efektif dan obyektif serta memakan waktu yang cukup lama. Selain itu, sistem penilaian

yang biasa dilakukan menggunakan teknik skoring, yang menghasilkan nilai menjadi tidak fleksibel, sehingga menyebabkan pihak manajemen sulit dalam mencapai keputusan yang maksimal karena keterbatasannya dikarenakan teknik skoring ini hanya menghasilkan satu kemungkinan penilaian. Metode *Fuzzy* Tsukamoto dan Mamdani memberikan alternatif hasil penilaian yang lebih baik, berdasarkan kriteria pengembangan diri, kemampuan diri dan kepribadian sehingga menguntungkan berbagai pihak baik pihak manajemen maupun karyawan. Dari hasil perhitungan, diperoleh pemilihan contoh 1 karyawan dengan hasil akhir menggunakan 2 metode *fuzzy* tidak berbeda jauh, dengan metode Tsukamoto menghasilkan rekomendasi kenaikan 15,16216667%, sementara menggunakan metode Mamdani menghasilkan rekomendasi kenaikan gaji 15,17583333% [14].

Penelitian Rahmawati, Ade Novia Rahma, Sri Basriati, Novi Andriani dengan judul "Menentukan Besarnya Omset Pegadaian Menggunakan *Fuzzy Inference System* Dengan Metode *Fuzzy* Tsukamoto". Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah omset pada Pegadaian Syariah Cabang Subrantas Unit Sidomulyo Pekanbaru berdasarkan jumlah nasabah, inflasi dan kurs. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa metode Tsukamoto mampu menentukan omset pegadaian dalam tahun 2015-2019, dengan nilai MAPE sebesar 15,5902% [8].

Penelitian Agustinus Eko Setiawan dengan judul "Analisa Metode *Fuzzy* Mamdani Dan Sugeno Untuk Deteksi Daerah Rentan Banjir : Studi Kasus Kecamatan Pringsewu". Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi daerah rentan banjir di Kecamatan Pringsewu serta melakukan perbandingan metode *fuzzy* Mamdani dan Sugeno. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode Mamdani menghasilkan akurasi 70% dan Sugeno menghasilkan akurasi 48% dari 60 percobaan [10].

Penelitian Tri Wahyuningtyas Achiriani, dan Arjon Samuel Sitio, S.T., M.Kom dengan judul "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kenaikan Gaji Menggunakan Metode Sugeno (Studi Kasus: PT. Sumatra

Tobacco Trading Company)". Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kenaikan gaji karyawan. Hasil dari penelitian ini sistem berbasis aplikasi desktop dan dalam perhitungan hasil mendapatkan akurasi sebesar 100% [2].

Penelitian Eko Junianto, dan Anief Fauzan Rozi dengan judul "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kelayakan Kenaikan Gaji Karyawan Menggunakan Metode Topsis". Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kenaikan gaji karyawan berdasarkan kriteria. Hasil dari penelitian ini memperoleh perhitungan sistem yang menghasilkan nilai tertinggi yaitu 0.85429377 dengan nomor pegawai P-0003, dan nilai terendah yaitu 0.66617808 dengan nomor pegawai P-0054 [19].

Penelitian Maria Fransiska, Ricky Fernando, dan Desi Pibriana dengan judul "Penerapan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam Pengembangan Sistem Penentuan Kenaikan Gaji Karyawan". Penelitian ini bertujuan untuk membantu CV MRD dalam menentukan status karyawan yang berhak menerima kenaikan gaji. Hasil dari penelitian ini yaitu sistem yang dibuat dapat membantu dan mempermudah dalam melakukan proses perhitungan, serta menghasilkan keputusan yang tepat dalam penentuan kenaikan gaji karyawan [20].

Tabel 2.1 Penelitian terkait metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Mamdani

No.	Judul	<i>Comparing</i>	<i>Constracting</i>	<i>Critize</i>	<i>Synthesize</i>	<i>Summarize</i>
1.	Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Barang dengan Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto Berbasis Android oleh Popy Meilina, dkk. 2017.	Penelitian menggunakan metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.	Penelitian ini membangun sistem pendukung keputusan dalam penentuan jumlah produksi bareng dengan berbasis android.	Nilai rata-rata <i>error</i> yang dihasilkan sebesar 3,09% dan menghasilkan nilai persentase kebenaran aplikasi sebesar 96.91%.	Dalam perhitungan <i>fuzzy</i> Tsukamoto menggunakan 3 variabel diantaranya pemesanan, persediaan dan produksi.	Berdasarkan analisis penelitian yang telah dilakukan memberikan nilai rata-rata <i>error</i> sebesar 3,09% dan menghasilkan nilai persentase kebenaran aplikasi sebesar 96.91%.
2.	Penerapan Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto untuk Pemilihan Karyawan Terbaik berbasis Java Desktop oleh Fandra dan Alexander. 2020.	Penelitian menggunakan metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.	Menerapkan metode <i>fuzzy</i> Tsukamoto dalam pemilihan karyawan terbaik dengan berbasis java desktop.	Penelitian menunjukkan bahwa metode <i>fuzzy</i> Tsukamoto memilih hasil predikis yang baik walaupun hanya menggunakan 10	Penelitian dapat digunakan sebagai referensi dalam tema penelitian penerapan metode <i>fuzzy</i> Tsukamoto dalam	Perhitungan <i>fuzzy</i> Tsukamoto dalam memilih karyawan terbaik berdasarkan 3 varibel (absenis, kepribadian, dan

No.	Judul	Comparing	Constracting	Critize	Synthesize	Summarize
				<i>record</i> data.	pemilihan karyawan terbaik.	<i>problem sloving</i>) menghasilkan nilai tertinggi status “Terbaik” dengan nilai probabilitas 90,85586.
3.	Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan dengan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> berbasis <i>web</i> oleh Parjono dan Arita. 2021.	Penelitian terkait menggunakan perhitungan metode <i>fuzzy mamdani</i> pada penerapan sistem pendukung keputusan.	Penelitian ini membangun sistem pendukung keputusan penerimaan karyawan menggunakan metode <i>fuzzy mamdani</i> pada PT. Time Excelindo Yogyakarta	Proses perhitungan yang dilakukan menggunakan 40 data pelamar yang telah lolos seleksi administrasi dalam rentang tahun 2015-2021.	Menggunakan 4 rule dalam perhitungan <i>fuzzy mamdani</i> .	Hasil penelitian dilakukan dengan membandingkan penilaian secara manual oleh perusahaan dengan penilaian menggunakan sistem <i>fuzzy mamdani</i> berbasis <i>web</i> menghasilkan

No.	Judul	Comparing	Constructing	Critize	Synthesize	Summarize
						persentase kinerja sebesar 85%.
4.	Perangkat Uji Penciuman sebagai Protokol Kesehatan menggunakan <i>Fuzzy Mamdani</i> berbasis <i>Internet of Things</i> oleh Akhmad, dkk. 2021.	Penggunaan metode <i>fuzzy mamdani</i>	Penelitian bertujuan merancang prototipe uji indera penciuman dan mengetahui pengaruh kontrol <i>fuzzy mamdani</i> terhadap kinerja perangkat dalam mengelola pengujian aroma.	Pengujian dilakukan dengan <i>fuzzy mamdani</i> menggunakan 5 jenis aroma	Penelitian dapat digunakan sebagai referensi dalam menggunakan <i>fuzzy mamdani</i> untuk penerapan <i>internet of things (IOT)</i> .	Penelitian memberikan hasil keluaran akurasi sebesar 99,70% berdasarkan perbandingan simulasi Matlab.
5.	Fuzzy Inference System (FIS) dengan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Menentukan Kelayakan Kenaikan Gaji Karyawan oleh Tri dan	Penggunaan perbandingan metode <i>fuzzy Tsukamoto</i> dan <i>fuzzy Mamdani</i> dalam kelayakan kenaikan gaji karyawan.	Penggunaan metode <i>fuzzy Tsukamoto</i> dan <i>fuzzy Mamdani</i> dalam penerapan <i>fuzzy inference system (FIS)</i> .	Pengambilan data karyawan PT. Panglima Siaga Bangsa yang digunakan sebanyak 200 orang dengan	Penelitian dapat melakukan perbandingan metode yang lebih akurat untuk menghitung kelayakan kenaikan	Dihasilkan persentase kelayakan kenaikan gaji karyawan maksimal dengan sampel dinyatakan layak

No.	Judul	<i>Comparing</i>	<i>Constracting</i>	<i>Critize</i>	<i>Synthesize</i>	<i>Summarize</i>
	Michael, 2017.			minimal masa kerja 1 tahun dengan melibatkan 3 variabel penilaian.	gaji karyawan.	naik gaji pada kisaran 15%.
6.	Menentukan Besarnya Omset Pengadaian menggunakan <i>Fuzzy Inference System (FIS)</i> dengan metode <i>fuzzy</i> Tsukamoto oleh rahmawati, dkk. 2020.	Penerapan metode <i>fuzzy</i> Tsukamoto dan pengujian menggunakan <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .	Perbedaan penelitian ini yaitu penggunaan metode <i>fuzzy</i> Tsukamoto untuk menentukan besarnya omset pengadaian.	Data yang diolah dalam penelitian terdiri dari data jumlah nasabah, inflasi. Kurs dan omset dalam tahun 2015-2019 di Pengadaian Syariah Cabang Subrantas Unit Sidomulya Pekanbaru.	Menggunakan 8 aturan dalam perhitungan <i>fuzzy</i> Tsukamoto.	Hasil dari penelitian memberikan prediksi jumlah omset dengan nilai akurasi mencapai 84,4098%.
7.	Analisa Metode Fuzzy Mamdani dan Sugeno untuk Deteksi Daerah	Penerapan metode mamdani.	Menggunakan metode <i>fuzzy</i> Mamdani dan Sugeno untuk	Dilakukan perhitungan sampel data sebanyak 60kali percobaan	Penelitian dapat digunakan sebagai referensi	Hasil peerhitungan yang dilakukan menunjukkan <i>output</i>

No.	Judul	<i>Comparing</i>	<i>Constructing</i>	<i>Critize</i>	<i>Synthesize</i>	<i>Summarize</i>
	Rentan Banjir : Studi Kasus Kecamatan Pringsewu oleh Agustinus,		mendeteksi daerah rentan banjir.	kemudian melakukan komparasi antara metode mamdani dan sugeno dengan data asli dari objek penelitian sebagai acuan.	perbandingan metode <i>fuzzy</i> mamdani dan sugeno.	metode mamdani memiliki tingkat akurasi 70% dari 60kali percobaan, sedangkan metode sugeno menghasilkan akurasi 48,33% dari 60kali percobaan sehingga dapat disimpulkan bahwa metode mamdani memiliki tingkat akurasi yang lebih baik.
8.	Sistem Pendukung Keputusan Menentukan	Penelitian terkait menerapkan sistem	Perbedaan penelitian yaitu penggunaan	Pengambilan data karyawan dalam	Menerapkan sistem pendukung	Penelitian menghasilkan

No.	Judul	Comparing	Constracting	Critize	Synthesize	Summarize
	Kenaikan Gaji menggunakan Metode Sugeno (Studi kasus: PT. Sumatra Tobacco Trading Company) oleh Tri dan Arjon, 2018.	pendukung keputusan menentukan kenaikan gaji karyawan menggunakan metode <i>fuzzy</i> .	metode <i>fuzzy</i> sugeno dengan variable yang digunakan (prestasi, lama bekerja, kompetensi, posisi strategi, dan Pendidikan)	perhitungan sebanyak 10 jenis data sebagai sampel.	keputusan kenaikan gaji pada PT. Sumatra Tobacco Trading Company.	keluaran berupa laporan hasil persentase kenaikan gaji dengan validitas 100%.
9.	Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kelayakan Kenaikan Gaji Karyawan menggunakan Metode Topsis oleh Eko dan Anief.	Penelitian terkait membangun sistem pendukung keputusan menentukan kelayakan kenaikan gaji karyawan.	Perbedaan metode menggunakan metode Topsis.	Menggunakan 9 kriteria dalam implementasi metode Topsis untuk sistem pendukung kelayakan kenaikan gaji karyawan diantaranya kejujura, taat peraturan, absen/alfa, kedisiplinan, tanggung	Penelitian dapat digunakan sebagai referensi topik "Sistem Pendukung Keputusan".	Hasil perhitungan yang dilakukan memberikan nilai tertinggi yaitu 0.85429377 dengan nomor pegawai P-0003, dan nilai terendah yaitu 0.66617808 dengan nomor pegawai P-

No.	Judul	<i>Comparing</i>	<i>Constracting</i>	<i>Critize</i>	<i>Synthesize</i>	<i>Summarize</i>
				jawab, kebersihan, kerajinan, kreatifitas dan Kerjasama.		0054.
10.	Penerapan Metode Simple Additive Weighting (SAW) dalam Pengembangan Sistem Penentuan Kenaikan Gaji Karyawan.	Penelitian terkait mengembangkan sistem penentuan kenaikan gaji karyawan.	Perbedaan metode yang digunakan dalam perhitungan yaitu Metode Simple Additive Weighting (SAW).	Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pendukung keputusan untuk kenaikan gaji karyawan.	Dilakukan pengujian sistem sebelum implementasi.	Penelitian menghasilkan keluaran berupa sistem pendukung keputusan kenaikan gaji karyawan.

Berdasarkan penelitian terdahulu, beberapa kekurangan, yaitu analisis hanya terdapat keluaran nilai *fuzzy* dan masih dilakukan perhitungan saja. Oleh karena itu, penulis menambahkan hasil akurasi atau nilai kebenaran pada hasil akhir dan melakukan implementasi perhitungan *fuzzy* berbasis *website* menggunakan *framework* Laravel.

2.2 Dasar Teori

2.1.1 PHP (*Hypertext Preprocessor*)

Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini dalam membangun website yakni PHP atau merupakan kepanjangan dari *Hypertext preprocessor* yang memiliki kemampuan dalam memproses data secara dinamis. PHP bersifat *server-side embedded script language*, dimana keseluruhan sintaks atau perintah yang ada pada program dijalankan oleh server namun tetap dapat dijalankan pada halaman HTML [21]. Bahasa pemrograman ini hanya dapat berjalan pada server yang ditampilkan di halaman *client*, dalam pengeksekusian kode PHP pada sisi server disebut dengan *server-side* [22].

2.1.2 *Framework* Laravel

Dalam membangun sebuah website diperlukan adanya penggunaan *framework*. Pada penelitian ini menggunakan *framework* Laravel. Laravel merupakan sebuah *framework* web development berbasis Bahasa pemrograman PHP yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak, produktifitas kinerja dengan perintah yang bersih secara fungsional juga dapat memangkas banyak waktu untuk penerapannya serta mengurangi biaya pengembangan dan perbaikan. Laravel memberikan pembaharuan *tools* untuk berinteraksi dengan database yang dapat dengan mudah melakukan modifikasi sebuah database. Selain itu, *framework* Laravel mendukung *Command Line Interface* yang memungkinkan adanya interaksi antara *developer* dengan aplikasi untuk menghasilkan aksi [23].

2.1.3 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan cabang ilmu

matematika, yang cocok untuk sistem sederhana, sistem kecil, sistem kontrol, jaringan komputer . Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan keanggotaan elemen dalam suatu himpunan berbeda dengan logika klasik. Dalam logika klasik segala sesuatu bernilai biner, yang berarti dua kemungkinan, "Ya" atau "Tidak", "1" atau "0", "benar" atau "salah". Sedangkan dalam logika *fuzzy* keanggotaan elemen atau derajat keanggotaan berada di antara 0 sampai 1 yang artinya bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai secara bersamaan [24]. Logika *fuzzy* dapat diimplementasikan pada banyak bidang, salah satunya adalah bidang kesehatan[25] dan bidang ekonomi seperti penentuan jumlah produksi [26].

2.1.4 Operasi Himpunan *Fuzzy*

Dalam logika fuzzy, terdapat operasi himpunan yang diperlukan dalam proses penalaran atau inferensi. Operasi dari dua himpunan fuzzy disebut *alpha*-predikat dan terdapat tiga operator dasar yang sering digunakan dalam operasi himpunan, yaitu [27] :

1. Operator *OR* (Gabungan)

Operator dengan operasi *union* pada himpunan *fuzzy*, dinyatakan dengan $X \cup Y$. Nilai *alpha*-predikat diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar (*max*) pada himpunan [27].

2. Operator *AND* (Irisan)

Operator dengan operasi interseksi pada himpunan *fuzzy*, dinyatakan dengan $X \cap Y$. Nilai *alpha*-predikat diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil (*min*) pada himpunan [27].

3. Operator *NOT* (Komplemen)

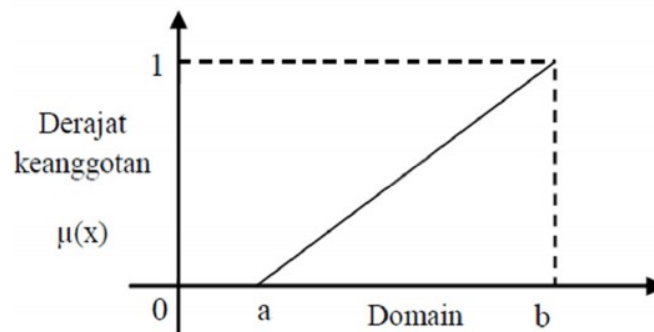
Operator dengan operasi negasi atau *not* pada himpunan *fuzzy*. Nilai *alpha*-predikat diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan pada himpunan [27].

2.1.5 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang memetakan titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 dan 1. Dengan melalui pendekatan fungsi, termasuk salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan. Terdapat beberapa fungsi yang dapat digunakan [28].

1. Representasi Fungsi *Linear* Naik

Kenaikan himpunan yang dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0 bergerak ke kanan atas menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



Gambar 2.1 Linear Naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases}$$

Keterangan :

a = Nilai domain yang derajat keanggotaannya nol

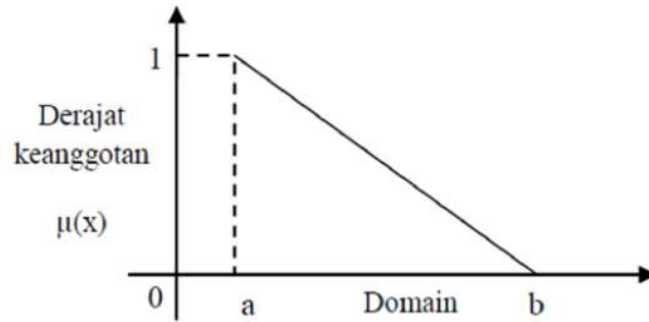
b = Nilai domain yang derajat keanggotaannya satu

x = Nilai input yang akan di ubah menjadi bilangan *fuzzy*

2. Representasi Fungsi *Linear* Turun

Himpunan dengan garis lurus yang dimulai dari sisi kiri yaitu

nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.2 Linear Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 1 & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & x \geq b \end{cases}$$

Keterangan :

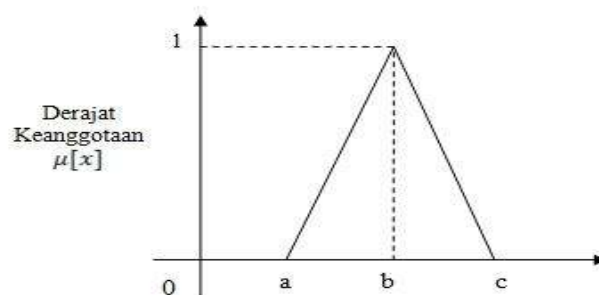
a = Nilai domain yang derajat keanggotaannya satu

b = Nilai domain yang derajat keanggotaannya nol

x = Nilai input yang akan di ubah menjadi bilangan *fuzzy*

3. Representasi Fungsi Kurva Segitiga

Merupakan gabungan antara dua garis (*linear*). Nilai-nilai disekitar b memiliki derajat keanggotaan turun menjauhi derajat keanggotaan satu.



Gambar 2.3 Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 1 & x = 75 \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & b \leq x \leq c \\ 0 & x \geq c \text{ atau } x \leq a \end{cases}$$

Keterangan :

a = Nilai domain terendah yang derajat keanggotaannya nol

b = Nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan

c = Nilai domain tertinggi yang derajat keanggotaannya nol

x = Nilai input yang akan di ubah menjadi bilangan *fuzzy*

2.1.6 Rule Fuzzy

Rule pada logika *fuzzy* digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi *fuzzy*. *Rule* terdiri dari dua bagian yaitu *IF* dan *THEN*. *IF* digunakan sebagai fakta dan *THEN* sebagai kesimpulan. Misalkan fakta dari variabel x adalah A, dan kesimpulan dari variabel y adalah B, dapat ditulis seperti [29] :

$$IF \ x \ is \ A \ THEN \ B$$

Pada umumnya *rule* pada *fuzzy* memiliki lebih fakta-fakta lebih dari satu yang dihubungkan dengan operasi gabungan atau union (*AND*). Berikut contoh dari *rule* yang menggunakan lebih dari satu fakta :

$$IF \ a \ is \ X \ AND \ a \ is \ Y \ AND \ a \ is \ Z \ THEN \ B$$

2.1.7 Metode Fuzzy Tsukamoto dan Mamdani

Pada logika *fuzzy* terdapat beberapa metode, seperti *Fuzzy Tsukamoto* dan *Fuzzy Mamdani*. Metode *Tsukamoto* merupakan metode *fuzzy* dimana setiap konsekuen pada aturan (*Rule*) yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton sebagai hasilnya (proses *fuzzifikasi*). Keluaran dari masing-masing *rule*

diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan *alpha*-predikat [6].

Metode Mamdani merupakan salah satu metode *fuzzy* yang memiliki suatu nilai kebenaran salah dan benar secara bersamaan, namun besarnya nilai dari pernyataan salah dan benar tergantung pada keanggotaan yang dimiliki. Metode ini juga sering disebut dengan metode *Max-Min* yang dikembangkan pada tahun 1975 oleh Ebrahim mamdani [30].

Metode *fuzzy* Tsukamoto dan Mamdani memiliki beberapa tahapan dalam proses inferensinya, yaitu [6] [14]:

1. *Fuzzifikasi*

Fuzzifikasi adalah proses mengubah masukan sistem yang bernilai tegas atau *crisp* menjadi himpunan *fuzzy* serta menentukan derajat keanggotaan pada himpunan *fuzzy* [6].

2. Pembentukan Aturan (*Rules*)

Proses membentuk aturan *fuzzy* dalam bentuk *IF-THEN* yang selanjutnya akan digunakan dan tersimpan dalam basis keanggotaan *fuzzy* [6].

3. Mesin Inferensi

Pada *fuzzy tsukamoto* proses mengubah masukan *fuzzy* menjadi keluaran dengan melakukan *fuzzifikasi* tiap rule (*IF-THEN*) yang sudah ditetapkan dan menggunakan fungsi implikasi *MIN* dalam memperoleh nilai *alpha*-predikat masing-masing *rule*. Selanjutnya nilai dari *alpha*-predikat digunakan untuk menghitung keluaran masing-masing *rule* (nilai *z*) [6].

Sementara mesin inferensi pada *fuzzy mamdani* dengan cara menentukan implikasi *alpha*-predikat menggunakan metode *Min* kemudian dalam menentukan inferensi aturan menggunakan metode *Max* [14].

4. *Defuzzifikasi*

Proses mengubah nilai keluaran *fuzzy* yang telah diperoleh dari

mesin inferensi menjadi nilai tegas atau *crisp*. Kemudian berdasarkan metode *fuzzy* Tsukamoto hasil akhir diperoleh dengan cara persamaan rata-rata pembobotan menggunakan metode rata-rata *weight average* [6] dengan rumus :

$$Z = \frac{a_1Z_1 + a_2Z_2 + a_3Z_3 + \dots + a_nz_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \quad (2.1)$$

Sedangkan pada *fuzzy* Mamdani menggunakan metode *centroid* [14] dengan rumus :

$$Z^* = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} \quad (2.2)$$

2.1.8 MAPE

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan perhitungan untuk memperoleh akurasi dari prediksi dengan cara menghitung selisih dari hasil yang diperoleh dengan data sebenarnya, kemudian dibagi dengan data sebenarnya dengan perhitungan setiap amatannya. Hasilnya berbentuk persentase dan kemudian dimutlakan. MAPE didefinisikan dengan rumus [8] :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_i - \hat{z}_i}{Z_i} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana :

Z_i = nilai data asli amatan ke-i

\hat{z}_i = nilai ramalan amatan ke-i

n = banyak data

Setelah memperoleh nilai MAPE, dalam memperoleh nilai kebenarannya dapat dilakukan dengan :

$$\text{Tingkat kebenaran atau akurasi} = 100\% - \text{MAPE} \quad (2.4)$$

Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Keterangan
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk