

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Teori dasar sebagai deskripsi dari sekumpulan konsep atau konstruk dan proposisi yang saling terhubung secara sistematis untuk menjelaskan suatu fenomena atau gejala. Prediksi penjualan melibatkan analisis data historis dan variabel terkait untuk memperkirakan jumlah produk atau layanan yang kemungkinan akan terjual dalam periode waktu tertentu. Logika fuzzy sebagai salah satu metode pengambilan keputusan berbasis aturan, yang dirancang untuk menyelesaikan masalah yang sulit untuk dimodelkan atau yang mengandung ketidakjelasan.

2.1.1 Kecerdasan Buatan(AI)

Kecerdasan Buatan (AI) sebagai cabang ilmu komputer yang bertujuan untuk menciptakan mesin yang dapat melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia. Salah satu pendekatan dalam kecerdasan buatan seperti menggunakan logika fuzzy, yang memungkinkan pemodelan kecerdasan yang bersifat tidak tegas atau tidak pasti. Metode Fuzzy Mamdani ini salah satu pendekatan yang paling umum digunakan dalam logika fuzzy. Pendekatan ini didasarkan pada teori himpunan fuzzy yang memungkinkan representasi dari konsep-konsep yang tidak tegas atau tidak pasti. Dalam konteks aplikasi AI (Artificial Intelligence), metode Mamdani digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan aturan fuzzy yang telah ditentukan (Gunadi et al., 2022).

Para pakar menyatakan bahwa dalam sistem yang dapat beroperasi secara normal atau memecahkan masalah manusia, kecerdasan buatan memegang peranan kunci. AI (Artificial Intelligence) memungkinkan mesin untuk mengamati dan membuat keputusan, sehingga berfungsi sebagai pengubah dalam berbagai aplikasi. Komputer sebagai bagian dari sistem cerdas ini, mampu menyimpan informasi dalam basis data yang luas dan kompleks. Selain menyediakan informasi, komputer yang didukung oleh AI (Artificial Intelligence) dapat membuat keputusan berdasarkan data yang ada dan melakukan berbagai tugas yang sebelumnya hanya bisa dilakukan oleh manusia. Dengan demikian, AI (Artificial Intelligence) membuat komputer tidak hanya berfungsi sebagai penyedia informasi, tetapi juga sebagai alat yang dapat menafsirkan, menganalisis dan bertindak berdasarkan informasi tersebut. Perubahan ini mengarah pada sistem yang lebih efisien, responsif dan mampu menyelesaikan berbagai masalah dengan lebih efektif (Napitupulu & Handoko, 2022).

2.1.2 Fuzzy Logic

Fuzzy logic salah satu pendekatan dalam kecerdasan buatan yang memungkinkan pemodelan dari konsep-konsep yang tidak tegas atau tidak pasti. Dalam konteks pada prediksi penjualan, fuzzy logic memungkinkan sistem untuk menangani dengan ketidakpastian dan kompleksitas dalam data penjualan, sehingga dapat memungkinkan untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Rumus-rumus yang digunakan dalam fuzzy logic untuk memprediksi penjualan biasanya berkaitan dengan langkah-langkah tersebut, termasuk fungsi keanggotaan untuk fuzzifikasi, aturan-aturan fuzzy untuk aplikasi aturan fuzzy dan metode

defuzzifikasi untuk mengubah himpunan fuzzy output menjadi nilai tegas (Deni & Handoko, 2023).

Sebagai contoh, dalam prediksi penjualan sederhana dengan dua variabel input (misalnya harga dan promosi) dan satu variabel output (penjualan), aturan-aturan fuzzy dapat dirumuskan sebagai himpunan pernyataan seperti "jika harga rendah dan promosi tinggi, maka penjualan tinggi". Rumus-rumus ini kemudian digunakan dalam inferensi fuzzy untuk menghasilkan prediksi penjualan fuzzy berdasarkan kondisi-kondisi yang diberikan (Ningrum et al., 2021).

2.2 Metode Fuzzy Logic

2.2.1 Metode Fuzzy Mamdani

Fuzzy Mamdani bagian dari pendekatan dalam domain sistem fuzzy, diperkenalkan oleh Profesor Ebrahim Mamdani pada tahun 1976. Sistem fuzzy, sebuah pendekatan yang digunakan untuk mengelola data yang tidak pasti atau ambigu, bertujuan untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan (Nasution & Prakarsa, 2020).

Fuzzy Mamdani dikenal sebagai salah satu metode yang paling terkenal dalam sistem fuzzy karena kemudahannya dalam pemahaman dan penerapannya. Pendekatan ini mengadopsi suatu sistem inferensi yang disebut sebagai "*Rule-Based System*" untuk menganalisis data yang diterima dan menghasilkan keputusan yang sesuai (Friska Narulita & Ahmad, 2024).

Dalam proses Fuzzy Mamdani, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan:

1. Penetapan Himpunan Fuzzy:

Menetapkan himpunan fuzzy yang akan digunakan. Himpunan fuzzy adalah himpunan yang mencakup nilai-nilai tidak pasti atau ambigu yang dapat direpresentasikan dalam rentang nilai tertentu.

2. Pembentukan Aturan Fuzzy:

Pembentukan aturan fuzzy yang mengatur hubungan antara input dan output dalam sistem.

3. Konsolidasi Aturan Fuzzy:

Menggabungkan semua aturan fuzzy yang telah dibuat menjadi sebuah sistem inferensi yang dapat mengolah data masukan.

4. Defuzzyfikasi:

Defuzzyfikasi, di mana hasil dari sistem inferensi dikonversikan kembali menjadi nilai pasti. Nilai pasti ini merupakan hasil akhir dari sistem fuzzy yang telah dibuat.

2.2.2 Metode Fuzzy Tsukamoto

Dalam metode Fuzzy Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan *IF-Then* harus diwakili oleh himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton sebagai hasil dari proses fuzzifikasi. Hasil inferensi dari setiap aturan diberikan dalam bentuk nilai tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat. Hasil akhir diperoleh melalui defuzzifikasi rata-rata terbobot (Juliana et al., 2021).

Metode Tsukamoto melibatkan beberapa tahap, yaitu:

1. Fuzzifikasi

Proses ini mengubah input sistem dari nilai tegas atau crisp menjadi himpunan fuzzy, dan menentukan derajat keanggotaannya dalam himpunan tersebut.

2. Inferensi

Melakukan penalaran dengan menggunakan input fuzzy dan aturan fuzzy yang sudah ditetapkan untuk menghasilkan output fuzzy.

3. Defuzzifikasi

Proses ini mengubah output fuzzy menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Defuzzifikasi sebagai metode yang penting dalam pemodelan sistem fuzzy.

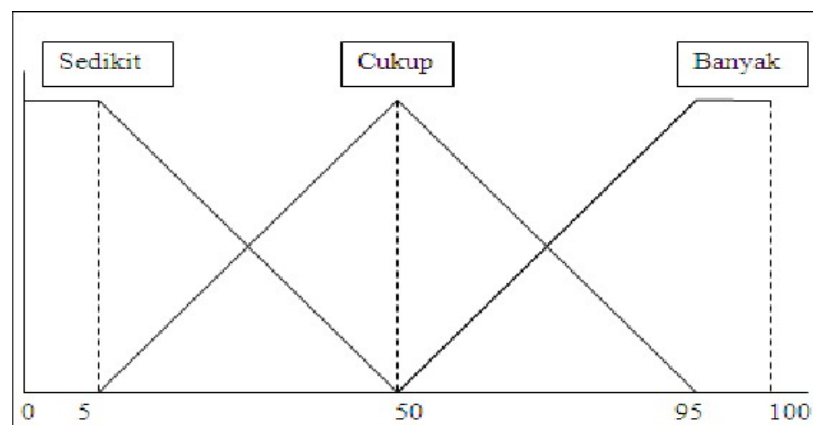
2.2.3 Metode Fuzzy Sugeno

Metode Fuzzy Sugeno sebagai pendekatan praktis dalam sistem yang mengikuti aturan *IF-THEN*, dimana operasinya tidak berdasarkan himpunan fisik, melainkan pola array yang tetap atau linier, bergantung pada variabel-variabel seperti suhu, kelembaban udara dan tekanan udara. Dalam penggunaannya, metode ini menggunakan logika fuzzy untuk mengelola data yang berasal dari variabel-variabel tersebut. Metode ini memanfaatkan logika fuzzy Sugeno untuk memproses data yang terkait dengan suhu, kelembaban dan tekanan udara sehingga hasilnya diuji menggunakan MATLAB untuk mengukur tingkat akurasi. Pendekatan Sugeno memfasilitasi penyederhanaan model dan pengambilan keputusan yang lebih efisien ketika variabel input dapat dihubungkan dalam pola linier atau tetap (Napitupulu & Handoko, 2022).

Metode Sugeno telah terbukti berhasil dalam mereduksi kompleksitas dalam pemodelan sistem yang beroperasi berdasarkan aturan *IF-THEN* menggunakan konsep logika fuzzy. Dengan mempertimbangkan interaksi antara variabel input dalam pola array yang konsisten atau berurutan, Sugeno mempermudah proses pengambilan keputusan dengan tingkat kecepatan dan ketepatan yang tinggi, sehingga memberikan dampak yang penting dalam perkembangan sistem kontrol dan kecerdasan buatan (Juwita, 2022).

2.3 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Dalam fungsi keanggotaan, interval pada sumbu y berkisar antara 0 hingga 1, sedangkan untuk sumbu x, nilai setiap variabel berada dalam rentang 0 hingga 100. Untuk menentukan keanggotaannya, penulis menggunakan kurva trapesium. Dengan kurva trapesium ini, domain yang telah ditentukan dapat diimplementasikan dengan batas masing-masing.



Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Sumber: Data Peneliti (2024)

Bentuk kurva trapesium terdiri dari 4 bagian :

1. Sebuah segmen naik linier dari a ke b.
2. Sebuah segmen konstan dari b ke c.
3. Sebuah segmen turun linier dari c ke d.
4. Nilai nol diluar interval [a,d].

Berikut rumus fungsi keanggotaan trapesium :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{jika } x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{jika } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{jika } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & \text{jika } c \leq x \leq d \end{cases}$$

Rumus 2.1 Fungsi Keanggotaan Kurva Trapesium

Penjelasan bagian-bagian kurva :

1. Segmen naik linier ($a \leq x \leq b$):

Pada interval ini, nilai keanggotaan meningkat dari 0 ke 1 secara linier, dengan

rumus $\frac{x-a}{b-a}$.

2. Segment konstan ($b \leq x \leq c$):

Pada interval ini, dengan nilai keanggotaan 1. Berarti bahwa semua nilai antara b dan c sepenuhnya sebagai anggota dari himpunan *fuzzy*.

3. Segmen turun linier ($c \leq x \leq d$):

Pada interval ini, nilai keanggotaan menurun dari 1 ke 0 secara linier, dengan

rumus $\frac{d-x}{d-c}$.

4. Nilai nol di luar interval ($x \leq a$ atau $x \geq d$):

Di luar interval [a,d] nilai keanggotaan 0, nilai tidak termasuk himpunan *fuzzy*.

2.4 Operasi Himpunan Fuzzy

Terdapat tiga operasi dasar dalam himpunan fuzzy seperti OR, AND dan NOT. Operasi-operasi ini memungkinkan sistem untuk menangani data yang tidak pasti dan memberikan hasil yang lebih fleksibel serta mendekati realitas dibandingkan dengan logika biner tradisional.

Berikut ini penjelasan mengenai masing-masing operasi dasar himpunan fuzzy:

1. OR (Union atau Disjunction):

Operasi OR dalam himpunan fuzzy digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan gabungan dari dua himpunan fuzzy. Simbol yang sering digunakan untuk operasi ini seperti \cup atau \vee .

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

Rumus 2.2 Operasi OR

Artinya, derajat keanggotaan suatu elemen dalam himpunan gabungan sebagai nilai maksimum dari derajat keanggotaan elemen tersebut di antara kedua himpunan asli.

2. AND (Intersection atau Conjunction):

Operasi AND dalam himpunan fuzzy digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan irisan dari dua himpunan fuzzy. Simbol yang sering digunakan untuk operasi ini seperti \cap atau \wedge .

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

Rumus 2.3 Operasi AND

Artinya, derajat keanggotaan suatu elemen dalam himpunan irisan sebagai nilai minimum dari derajat keanggotaan elemen tersebut di antara kedua himpunan asli.

3. NOT (Negation atau Complement)

Operasi NOT dalam himpunan fuzzy digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan komplementer dari suatu himpunan fuzzy. Simbol yang sering digunakan untuk operasi ini seperti \neg atau A .

$$\mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Rumus 2.4 Operasi NOT

Artinya, derajat keanggotaan suatu elemen dalam himpunan komplementer kemudian satu dikurangi derajat keanggotaan elemen tersebut dalam himpunan asli. Operasi-operasi ini memungkinkan sistem logika fuzzy untuk menggabungkan, mengiriskan, dan melengkapi himpunan fuzzy dengan cara yang serupa namun lebih fleksibel dibandingkan dengan operasi pada himpunan klasik (Azizah et al., 2023).

2.5 Objek Penelitian

CV. Lestari Mandiri Jaya sebagai entitas bisnis yang berperan untuk menjadi perantara dalam rantai distribusi produk-produk dari PT. Kao Indonesia. Sebagai perusahaan distributor CV. Lestari Mandiri Jaya memiliki tanggung jawab untuk menghubungkan produk-produk tersebut seperti *Merries Baby Diapers*, *Laurier Napkin*, *Body Wash Biore*, dan *Facial Foam Biore* dari produsen ke konsumen akhir atau pelanggan sebagai pengecer di wilayah Batam. Distribusi produk-produk konsumen seperti yang disebutkan di atas melibatkan proses logistik yang kompleks, termasuk penyimpanan, pengemasan, pengiriman, dan manajemen dalam investasi bisnis. Saluran gudang distribusi sebagai rute atau jalur yang digunakan untuk mentransfer atau pengiriman barang dari produsen ke konsumen. CV. Lestari Mandiri Jaya berada di posisi tengah dalam saluran distribusi ini, yang

berperan sebagai penghubung antara produsen PT. Kao Indonesia dan pelanggan akhir di Batam. Dalam hal ini, strategi distribusi yang menjadi sebuah kunci dalam memastikan produk-produk tersebut tersedia dengan tepat waktu dan dalam kondisi yang baik di pasar. Manajemen rantai pasokan juga menjadi fokus penting, dengan perusahaan harus memerlukan mengoptimalkan prosesnya untuk mengurangi biaya operasional dalam pengiriman barang kepada konsumen atau pelanggan serta dapat meningkatkan kepuasan pelanggan.

2.6 *Software* MATLAB

Software MATLAB sebagai bahasa pemrograman yang tingkat kesulitannya tinggi, dimana makna perintah-perintahnya serta fungsinya dapat dipahami secara mudah, terutama bagi pemula. Keunggulan ini disebabkan oleh kemampuan MATLAB dalam menyajikan masalah dan solusinya dalam bentuk notasi-notasi matematis yang mudah dipahami. Penggunaan MATLAB sangat bervariasi dan luas, hal ini terjadi karena MATLAB telah dilengkapi dengan berbagai *toolbox* (Paradita et al., 2023).

Toolbox dalam MATLAB dapat dikatakan sebagai kumpulan berbagai fungsi MATLAB (*M-Files* dengan *ekstensi .m*) yang berfungsi sebagai perluasan MATLAB untuk menangani masalah-masalah khusus dalam bidang tertentu. Dengan memanfaatkan *toolbox* dalam MATLAB, pengguna dapat mempelajari serta menerapkan berbagai teknologi khusus. Terdapat beberapa bidang yang telah memiliki *toolbox* tersendiri dalam MATLAB, seperti Logika Fuzzy, Jaringan Saraf Tiruan (*Neural Network*), Sistem Kontrol (*Control System*), Pengolahan Sinyal (*Signal Processing*) dan Wavelet (Sriyanti & Yetri, 2024).

2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian dapat disertakan beberapa ringkasan yang penting dari penelitian terkait yang sebelumnya dilakukan oleh peneliti lain. Peneliti akan meninjau beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini dengan metode yang dapat disesuaikan untuk membantu dalam penyusunan penelitian ini, penelitian terdahulu pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul, Peneliti dan Sumber	Metode	Permasalahan	Hasil dan Kesimpulan
1	Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Karet. D.L Rahakbauw, F.J. Rianekuay dan Y.A. Lesnussa. Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan, Volume 16 Nomor 1 Juni 2019 (Halaman 119 - 127), ISSN : 2450 – 766X	Fuzzy Mamdani	Bagaimana cara menerapkan metode fuzzy mamdani dan memprediksi jumlah produksi karet berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan.	Dari hasil uji coba prediksi dengan aplikasi <i>software</i> MATLAB diperoleh presentase nilai kebenaran sebesar 87,82706% yang artinya mendekati sangat baik dalam penentuan jumlah produksi karet pada PTP Nusantara XIV (Persero) Kebun Awaya/Teluk Elpaputih. Serta tingkat error yang dihasilkan yaitu 12,17294% dari tingkat error 100%.
2	Optimasi Produksi Barang	Fuzzy Mamdani	Jumlah produk yang diproduksi	Bahwa dengan dibangunnya aplikasi ini dapat membantu perusahaan menentukan

	<p>Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani.</p> <p>Vani Maharani Nasution dan Graha Prakarsa.</p> <p>Jurnal Media Informatika Budidarma, Volume 4, Nomor 1, Januari 2020, Page 129-135, ISSN 2614-5278, ISSN 2548-8368 .</p>		<p>oleh perusahaan kurang dari jumlah permintaan maka perusahaan akan kehilangan peluang untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal.</p>	<p>jumlah produksi yang sesuai dengan permintaan konsumen dan dengan mengaplikasikan Logika Fuzzy metode Mamdani sebagian besar permintaan di Salman Collection terpenuhi dan lebih optimal dibandingkan dengan sistem lama atau jumlah yang di produksi oleh perusahaan.</p>
3	<p>Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Memprediksi Jumlah Produksi TMG.</p> <p>Eki Juliana dan Ragil Kurniawan.</p> <p>Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika eISSN : 2621-4970, pISSN : 2621-4962 Volume 4 No.1 Januari 2021.</p>	<p>Fuzzy Tsukamoto</p>	<p>Pemilik usaha kesulitan dalam menentukan jumlah produksi yang mesti disiapkan dalam memenuhi jumlah permintaan dalam penjualannya.</p>	<p>dapat disimpulkan bahwa metode fuzzy tsukamoto dapat di implementasikan untuk membantu memprediksi jumlah produksi Telor mata gajah, Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto untuk memprediksi produksi Mata Gajah Amrozy yakni memperoleh hasil 2162 TMG yang harus diproduksi.</p>

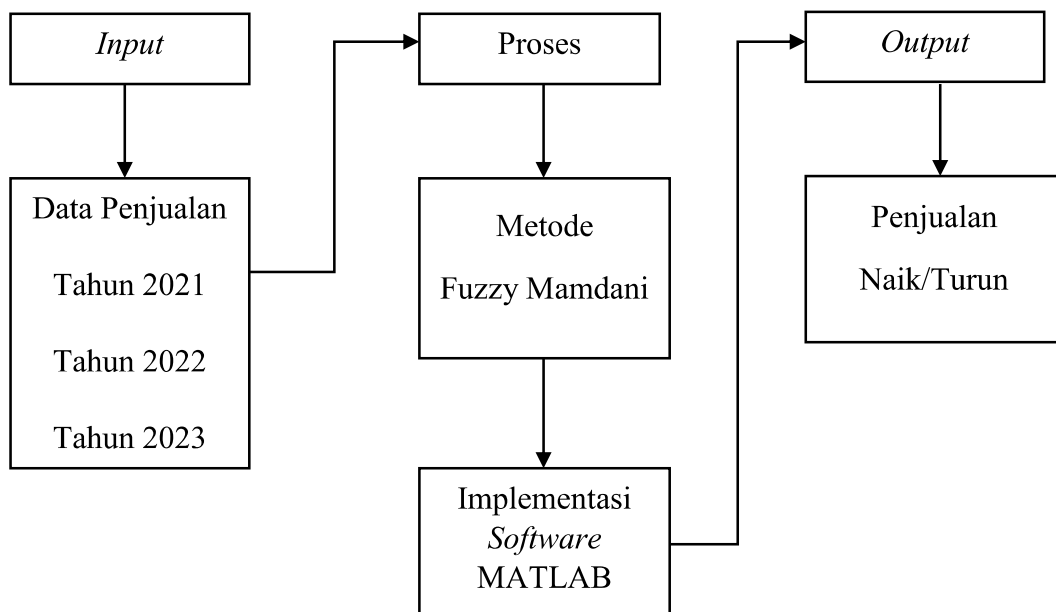
4	<p><i>Fuzzy mamdani logic inference model in the loading of distribution substation transformer SCADA system.</i></p> <p>Rahma Farah Ningrum, Riki Ruli A. Siregar dan Darma Rusjdi.</p> <p><i>IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI) Vol. 10, No. 2, June 2021, pp. 298~305</i></p> <p>ISSN: 2252-8938.</p>	<p><i>Fuzzy Logic Mamdani</i></p>	<p>Studi penelitian dengan pemantauan dan kontrol listrik jarak jauh menggunakan browser web dengan protokol TCP/IP yang mendukung sistem seluler.</p>	<p>Berdasarkan hasil uji Aturan Logika Fuzzy Mamdani pada output arus input yang mengandung transformator dan sensor tegangan, diperoleh hasil sesuai dengan inferensi aturan IF (Arus Normal; (630) DAN Tegangan (Tinggi); (13.2) TRAFFIC) (Beban Transformator Tinggi). Hasil ini dapat digunakan sebagai keputusan dalam menentukan berdasarkan simulasi yang dilakukan.</p>
5	<p>Menentukan Volume Produksi Ayam Dengan Memilih Pakan Ayam Menggunakan Metode Sugeno. Rosa Elvira Juwita dan Ahmad Selao. E-ISSN : 2175-132Y.</p>	<p>Metode Sugeno.</p>	<p>Mengetahui langkah-langkah penerapan metode Sugeno dalam sistem menentukan volume produksi ayam dengan memilih pakan ayam.</p>	<p>menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL XAMPP sebagai databasenya, terdapat dua pengguna antara lain User dan Admin, Sistem menampilkan rekomendasi dari proses pengujian metode Sugeno dengan melihat nilai tertinggi dari 3 nilai hasil pakan yang berbeda. Dapat dilihat bahwa pakan yang banyak direkomendasikan sebagai</p>

	Jurnal Sintaks Logika Vol. 2 No. 3, September 2022			pakan Japfa dengan presentase tertinggi 44,4%, pakan Pokphand 33,3% dan pakan Malindo 22,2%.
6	Implementasi <i>Fuzzy Logic</i> dalam menentukan Harga Perbaikan Alternator Menggunakan Metode Mamdani. Irwansyah Deni dan Koko Handoko. ISSN (Online) 2715-6265, Jurnal Comasie - VOL. 08 NO. 1 (2023).	Fuzzy Mamdani	Transaksi yang digunakan perusahaan masih dilakukan secara manual, saat menentukan harga perbaikan alternator berdasarkan perkiraan dan saat konfirmasi harga harus mengacu pada perusahaan menunggu konfirmasi, sehingga prosesnya lebih lama dan tingkat kesalahannya tinggi sehingga mengakibatkan kerugian bagi perusahaan.	Dalam proses penghitungan harga perbaikan alternator akan melakukan beberapa proses tahapan menentukan himpunan fuzzy untuk variabel input dan juga variabel output, fuzzifikasi, pembentukan aturan fuzzy, inferensi dan defuzzifikasi. Setelah melalui tahapan proses-proses tersebut selanjutnya sistem akan menampilkan hasil perhitungan sebagai nilai harga perbaikan alternator. Dengan sistem ini perusahaan akan terbantu karena penentuan harga perbaikan alternator akan lebih mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama serta tingkat kesalahan harga perbaikan alternator akibat human error akan berkurang.

7	<p>Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Prediksi Produksi Barang. Luvia Friska Narulita dan Ququh Imanuddin Ahmad. E-ISSN 2988-7828, Journal of Global and Multidisciplinary Volume 2 Issue 1 Januari 2024.</p>	Fuzzy Mamdani	<p>Ketika banyaknya permintaan kemudian kekurangan stok barang (overdemand) dan penumpukan persediaan barang karena kelebihan saat memproduksi barang (oversupply).</p>	<p>Diketahui hasil dari data prediksi selama 1 tahun penuh dimana data prediksi tersebut diperoleh dari data dengan variabel persediaan, permintaan, penjualan, dari data bulan sebelumnya untuk diprediksi pada bulan selanjutnya. Hasil akhir yang diperoleh dari 12 data terdapat selisih rata-rata antara produksi sebenarnya dan prediksi produksi dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani sebesar 127,75. Selanjutnya dilakukan perhitungan MAPE guna mengetahui tingkat kesalahan, didapatkan nilai rata – rata MAPE sebesar 29%.</p>
---	---	---------------	---	--

2.8 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian sebagai konsep struktural yang menggambarkan hubungan antara berbagai konsep, variabel atau fenomena yang menjadi fokus studi. Kerangka ini berperan sebagai panduan dalam menyusun desain penelitian, mengorganisir ide dan menjelaskan interaksi antar variabel. Dengan membangun kerangka pemikiran, peneliti dapat menentukan variabel *input* sebagai data penjualan distributor dengan proses metode yang digunakan fuzzy mamdani serta diimplementasikan dalam *software* MATLAB dan yang menjadi variabel *output* tentang penjualan naik atau turun.



Gambar 2. 2 Kerangka Pemikiran

Sumber: Data Peneliti (2024)